

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

<b>Код модуля</b>	<b>Модуль</b>
1160347	Радиационные технологии в медицине

**Екатеринбург**

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Биомедицинская инженерия	<b>Код ОП</b> 1. 12.04.04/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Биотехнические системы и технологии	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 12.04.04

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

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Радиационные технологии в медицине

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Содержание дисциплин модуля направлено на формирование результатов обучения, связанных с использованием ионизирующих излучений в медико-биологической практике, в частности, в области ядерной медицины. Изучение дисциплин модуля позволит студентам получить знания, касающиеся изменений, протекающих при взаимодействии излучения с биологическими объектами; применения ионизирующих излучений для диагностики и лечения, количественной и качественной оценки характера распределения энергии излучения в облучаемой среде; инструментов и методик для измерения и оценки активности и потоков частиц от различных типов источников излучений. Студенты ознакомятся с методами регистрации и детектирования ионизирующих излучений в радионуклидной диагностике; рассмотрят устройства и характеристик гамма-камер, ОФЭКТ и ПЭТ сканеров; ознакомятся с технологиями получения медицинских радионуклидов и радиофармпрепаратов, основами радиофармацевтики и механизмами локализации радиофармпрепаратов в исследуемых областях тела пациентов.

## 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	Радиационная биофизика	3
2	Общая радиобиология и лучевая терапия	3
3	Радиометрические приборы и методы	3
4	Метрология ионизирующих излучений	3
5	Ускорители заряженных частиц в медицине	3
6	Технологии производства радиофармацевтических препаратов	3
ИТОГО по модулю:		18

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Актуальные вопросы 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
Метрология ионизирующих излучений	ПК-5 - Способен использовать фундаментальные законы в области физики взаимодействия излучения с веществом, анализировать и выбирать способы и методики измерения активности радионуклидов и оценивать погрешность результатов измерения	<p>З-1 - Сформулировать требования, предъявляемые к обеспечению радиационной безопасности, в соответствии с нормативными документами</p> <p>У-1 - Правильно интерпретировать терминологию, используемую при описании процессов взаимодействия излучения с биообъектом, основные физические величины, описывающие взаимодействие излучения с веществом, математические соотношения и основные теории, характеризующие их изменение</p> <p>П-3 - Иметь практический опыт работы с базами данных физических величин, касающихся взаимодействия излучения с веществом</p>
Общая радиобиология и лучевая терапия	ПК-6 - Способен осуществлять эксплуатацию специализированного ядерно-медицинского оборудования, проводить расчеты дозовых нагрузок и оптимизацию облучения радиотерапии	<p>З-3 - Объяснять принципы расчета дозовых нагрузок при проведении радиотерапии</p> <p>У-2 - Определять оптимальные методы расчета дозовых нагрузок при проведении радиотерапии</p> <p>П-2 - Разрабатывать рекомендации по дозовым нагрузкам на человека и объект окружающей среды, находящихся в полях ионизирующих излучений</p>
Радиационная биофизика	ПК-5 - Способен использовать фундаментальные законы в области физики взаимодействия излучения с веществом, анализировать и выбирать способы и методики измерения активности радионуклидов и оценивать погрешность результатов измерения	<p>З-2 - Соотносить дозиметрические величины и эффекты воздействия ионизирующих излучений на объекты живой и неживой природы</p> <p>У-1 - Правильно интерпретировать терминологию, используемую при описании процессов взаимодействия излучения с биообъектом, основные физические величины, описывающие взаимодействие излучения с веществом, математические соотношения и основные теории, характеризующие их изменение</p>

		<p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор методов и устройств измерения дозиметрических величин</p>
<p>Радиометрические приборы и методы</p>	<p>ПК-5 - Способен использовать фундаментальные законы в области физики взаимодействия излучения с веществом, анализировать и выбирать способы и методики измерения активности радионуклидов и оценивать погрешность результатов измерения</p>	<p>З-2 - Соотносить дозиметрические величины и эффекты воздействия ионизирующих излучений на объекты живой и неживой природы</p> <p>У-1 - Правильно интерпретировать терминологию, используемую при описании процессов взаимодействия излучения с биообъектом, основные физические величины, описывающие взаимодействие излучения с веществом, математические соотношения и основные теории, характеризующие их изменение</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт работы с основными типами дозиметров, радиометров, применяемых в радиационной физике, биологии, медицины и экологии</p>
<p>Технологии производства радиофармацевтических препаратов</p>	<p>ПК-6 - Способен осуществлять эксплуатацию специализированного ядерно-медицинского оборудования, проводить расчеты дозовых нагрузок и оптимизацию облучения радиотерапии</p>	<p>З-1 - Характеризовать место и роль ядерной медицины в общей системе здравоохранения</p> <p>У-1 - Формулировать критерии выбора метода получения радионуклида для конкретного медицинского применения</p> <p>П-1 - Оценивать соответствие характеристик радиофармацевтического препарата требованиям нормативных документов</p>
<p>Ускорители заряженных частиц в медицине</p>	<p>ПК-6 - Способен осуществлять эксплуатацию специализированного ядерно-медицинского оборудования, проводить расчеты дозовых нагрузок и оптимизацию облучения радиотерапии</p>	<p>З-2 - Перечислять основные технические параметры и технологические характеристики эксплуатируемого ядерно-медицинского оборудования и реализуемых технологических процессов</p> <p>У-1 - Формулировать критерии выбора метода получения радионуклида для конкретного медицинского применения</p> <p>П-3 - Организовывать в соответствии с разработанным утвержденным планом выполнение работ по эксплуатации приборов и устройств в области медицинских радиационных технологий</p>

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной форме.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Радиационная биофизика**

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 № 6 от 11.02.2022 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	Характеристики научных направлений, посвященных радиационным проблемам. История развития радиационной биофизики. Предмет радиационной биофизики. Радиобиологический парадокс. Фундаментальная задача радиационной биологии
2	Действие ионизирующего излучения на клетку. Кривые «доза-эффект», их анализ	Реакции делящихся, неделящихся и медленно делящихся клеток на облучение. Количественные характеристики гибели клеток. Физико-химические процессы в облученной клетке. Модификация лучевого поражения клеток (репродуктивная гибель, интерфазная гибель). Восстановление клеток от лучевого поражения. Гипотеза «точечного нагрева». Принцип попадания и концепция мишени. Физический принцип теории, случай «одноударного процесса», особенности «многоударного механизма инактивации». Ограничения применения теории попадания и концепции мишени.
3	Инактивация макромолекул прямым действием ионизирующего излучения. Не-прямое действие ионизирующего излучения	Прямое действие излучения на ферменты, нуклеиновые кислоты, рибосомы. Три стадии прямого действия излучения. Судьба электронов, испущенных молекулой. Миграция энергии излучения в биологических структурах. Модифицирующие агенты при поражении макромолекул. Зависимость «доза-эффект» при облучении водных растворов. Радиационно-химический выход. Радиационно-химические превращения молекул воды. Реакции растворенных органических молекул с продуктами радиолиза воды.

		Зависимость радиочувствительности органических молекул от их концентрации в растворах. Модификация лучевого поражения растворенных молекул.
4	Опосредованное действие ионизирующих излучений. Модификация радиочувствительности организма	Радиотоксины, их природа и роль в лучевом поражении. Первичные и вторичные радиотоксины. Формирование лучевого токсического эффекта. Перекисное окисление липидов, как «пусковой» химический процесс опосредованного поражения. Усиление поражающего действия радиации. Радиомиметики. Химическая защита организма от лучевого поражения. Радиопротекторы. Обратный кислородный эффект. Гипотеза «биохимического шока». Сульфгидридная гипотеза. Гипотеза эндогенного фона радиорезистентности
5	Действие ионизирующей радиации на целостный орган	Лучевые реакции многоклеточных организмов. Характеристика биологических эффектов облучения в малых дозах. Эффект Петко. Биофизический подход в оценке диапазона малых доз по характеру поглощения излучения. Радиочувствительность мембран. Гиперрадиочувствительность. Эффект свидетеля. Механизмы нестабильности генома.

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

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Радиационная биофизика

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Баранова, А. А., Кружалова, А. В.; Радиационная биофизика : лабораторный практикум.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/106774.html> (Электронное издание)
2. Кудряшов, Ю. Б.; Радиационная биофизика (ионизирующие излучения) : учебник.; Физматлит, Москва; 2004; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69291> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. 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.)
2. Кудряшов, Ю. Б., Перов, Ю. Ф., Рубин, А. Б.; Радиационная биофизика: радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальностям 010705 - Физика атом. ядра и частиц, 010707 - Мед. физика, 010708 - Биохим. физика и 020207 - Биофизика.; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2008 (1 экз.)
3. Кудряшов, Ю. Б.; Радиационная биофизика. Сверхнизкочастотные электромагнитные излучения :

учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 012200 Биофизика.; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2014 (1 экз.)

4. Обатуров, Г. М.; Биофизические модели радиобиологических эффектов; Энергоатомиздат, Москва; 1987 (1 экз.)

5. Протасевич, Е. Т.; Биофизика. Онкология. Радиология : Избр. работы.; Издательство Том. политехн. ун-та, Томск; 2001 (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/>).

### **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

#### Радиационная биофизика

#### 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 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	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Не требуется

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Общая радиобиология и лучевая терапия**

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	Бажукова Ирина Николаевна	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	экспериментально й физики
2	Баранова Анна Александровна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	экспериментально й физики

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

Протокол № 6 от 11.02.2022 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Бажукова Ирина Николаевна, Доцент, экспериментальной физики
- 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	Современная окружающая радиационная среда. Естественный радиационный фон. Искусственные источники ионизирующего излучения. Поглощение излучения тканями организма при внешнем и внутреннем облучении. Биологическое действие квантовых и корпускулярных излучений. Морфологические и функциональные изменения в клетках, тканях и органах при облучении. Радиочувствительность. Относительная биологическая эффективность (ОБЭ). Понятие о детерминированных (пороговых) и стохастических (вероятностных) эффектах облучения. Острая лучевая болезнь - общая характеристика, симптоматология, периоды течения, клинические проявления, лечение. Местные лучевые повреждения и их лечение. Действия медицинских работников при радиационных авариях и массовых радиационных и комбинированных поражениях. Хроническая лучевая болезнь - профилактика, клинические проявления, лечение. Отдаленные последствия облучения. Сокращение продолжительности жизни, развитие лейкоза и злокачественных опухолей. Влияние ионизирующего излучения на зародыш и плод в период беременности. Генетические последствия облучения. Биологическое действие относительно малых доз.
2	Клиническая дозиметрия	Клиническая дозиметрия как наука. Задачи клинической дозиметрии. Методы клинической дозиметрии. Основы биологического метода. Определение летальной дозы для

		<p>лабораторных животных и растений. Видовая и индивидуальная радиочувствительность. Основы физических методов. Конденсаторный метод, принцип работы карманного индивидуального дозиметра. Калориметрический метод. Сцинтилляционный метод. Полупроводниковый метод. Основы химических методов. Фотографический метод, принцип работы индивидуального пленочного дозиметра.</p>
3	<p>Планирование лучевой терапии злокачественных опухолей</p>	<p>Принципы лучевой терапии больных злокачественными опухолями. Основной принцип лучевой терапии - подведение максимально возможной дозы к опухоли при минимальном воздействии на окружающие здоровые ткани. Своевременное начало лечения на возможно более ранней стадии. Выбор наиболее оптимальной методики облучения. Одновременное воздействие на первичную опухоль и зоны регионарного метастазирования. Периоды лучевой терапии. Предлучевой период. Показания к лучевой терапии злокачественных опухолей. Противопоказания к лучевой терапии злокачественных опухолей. Подготовка больного к лучевой терапии: физиологическая и психологическая подготовка. Вид лечения: радикальное, паллиативное и симптоматическое лечение. Методы лучевой терапии: дистанционная, контактная и сочетанная лучевая терапия. Комбинированное и комплексное лечение. Определение суммарной очаговой дозы в зависимости от гистологического строения и особенностей роста опухоли. Выбор ритма облучения: фракционное, дробно-протяженное и одномоментное облучение. Фракция в медицинской радиологии, мелкие, средние и крупные фракции. Клиническая топометрия.</p>
4	<p>Лучевая терапия злокачественных опухолей. Лучевая терапия неопухолевых заболеваний</p>	<p>Лучевая терапия злокачественных опухолей кожи, головы и шеи, грудной клетки, брюшной полости, забрюшинного пространства и таза, других органов и систем. Принципы лучевой терапии неопухолевых заболеваний. Лучевая терапия противопоказана у детей, подростков и беременных женщин, ограничена в детородном возрасте у мужчин и женщин. Разовые и суммарные очаговые дозы должны быть минимальными. Методика "малых доз". Пучок излучения направлен только на патологический очаг. Комплексность лечения. Источники для лучевой терапии неопухолевых заболеваний. Ритм облучения при неопухолевых заболеваниях. Действие ионизирующего излучения на организм в целом и на облучаемый патологический очаг в частности. Показания к лучевой терапии неопухолевых заболеваний. Воспалительные заболевания, дегенеративно-дистрофические заболевания костно-суставного аппарата, заболевания периферической и центральной нервной системы, кожные заболевания, трансплантология. Противопоказания к лучевой терапии неопухолевых заболеваний.</p>
5	<p>Охрана труда и техника безопасности в радиологическом отделении</p>	<p>Организация охраны труда в Российской Федерации. Источники облучения и их вклад в облучение населения. Официальные документы и инструкции по технике безопасности и охране труда при работе в сфере действия ионизирующих излучений. Закон РФ "О радиационной безопасности населения". Общие положения. Принципы обеспечения радиационной безопасности. Мероприятия по</p>

		<p>обеспечению радиационной безопасности. Обеспечение радиационной безопасности граждан при проведении сеансов лучевой терапии. Контроль и учет индивидуальных доз облучения. Нормы радиационной безопасности - НРБ-99, ОСПОРБ-99: основные положения. Задачи противорадиационной защиты в лучевой терапии. Категории облучаемых лиц. Дозовые пределы для персонала, пациентов, населения. Органы санитарного и радиационного контроля. Совокупность устройств и мероприятий, предназначенных для снижения дозы излучения, действующего на человека, ниже дозовых пределов, установленных для разных категорий облучаемых лиц. Понятие о критических органах. Основные дозовые пределы для групп критических органов. Средства индивидуальной защиты персонала и пациентов. Организация радиационного контроля. Коллективные дозы облучения населения за счет медицинских источников. Оценка риска облучения при сеансах лучевой терапии и рекомендации по его снижению.</p>
--	--	--

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

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Общая радиобиология и лучевая терапия

#### Электронные ресурсы (издания)

1. ; Дозиметрия ионизирующих излучений : практическое пособие.; Наука, Москва; 1965; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=116420> (Электронное издание)

2. 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)

3. Аглинцев, К. К.; Дозиметрия ионизирующих излучений : монография.; Государственное издательство технико-теоретической литературы, Москва, Ленинград; 1950; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=477076> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. 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 (16 экз.)

2. Иванов, В. И.; Курс дозиметрии : Учебник для физ. и физ.-техн. специальностей вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1988 (17 экз.)

3. Машкович, В. П.; Основы радиационной безопасности : Учеб. пособие.; Энергоатомиздат, Москва; 1990 (30 экз.)

4. Линденбратен, Королюк, И. П., Линденбрант, Л. Д.; Медицинская радиология (основы лучевой диагностики и лучевой терапии) : Учебник для студентов мед. вузов.; Медицина, Москва; 2000 (5 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/>).

### **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. Информационная база данных по биомедицинской инженерии, режим доступа <http://www.physionet.org>
2. Видеоportal по медико-биологическим вопросам, режим доступа: <http://www.med-edu.ru>
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека, режим доступа: <http://www.gpntb.ru>
4. Электронная библиотека нормативно-технической документации, режим доступа: <http://www.technormativ.ru>
5. Зональная научная библиотека УрФУ, режим доступа: <http://lib.urfu.ru>

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Общая радиобиология и лучевая терапия

#### 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	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Радиометрические приборы и методы**

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	Бажукова Ирина Николаевна	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	экспериментально й физики

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

Протокол № 6 от 11.02.2022 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Бажукова Ирина Николаевна, 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	Общие вопросы регистрации ионизирующих излучений	Особенности ионизирующих излучений (ИИ) как объекта измерений. Измеряемые параметры ИИ. Основные принципы детектирования излучений. Классификация детекторов. Типовая измерительная схема для регистрации излучений.
2	Характеристики и режимы работы детекторов	Общая схема включения детектора. Токовый и импульсный режимы работы детекторов. Амплитудный спектр импульсов. Функция отклика детектора. Энергетическое разрешение детектора. Эффективность регистрации излучений. Временное разрешение детекторов, мертвое время.
3	Газовые ионизационные детекторы	Ионизационный эффект в газах, вольтамперная характеристика газового промежутка. Теорема Рамо – Шокли. Ионизационные камеры (ИК). Устройство и особенности работы ИК в токовом и импульсном режимах. Импульсная ИК, схема ее включения. Форма импульсов тока и напряжения в для плоской ИК. Индукционный эффект и способы его уменьшения. Энергетическое разрешение, временные характеристики и эффективность регистрации импульсной ИК. Области применения и примеры использования.  Пропорциональный счетчик (ПС), особенности его устройства и работы. Форма импульсов тока и напряжения в ПС. Временное и энергетическое разрешение ПС. Конструктивные особенности, области применения и примеры использования ПС.

		<p>Газоразрядные счетчики (ГС), их разновидности. Вторичные эффекты. Полный коэффициент газового усиления, механизм разряда. Особенности галогенных счетчиков. Временные характеристики, эффективность регистрации различных видов излучений.</p> <p>Конструктивные особенности газовых ионизационных детекторов: охранные кольца, 2п - и 4п - геометрия, коррекция поля в месте крепления нити анода и т.п.</p>
4	Твердотельные (полупроводниковые) детекторы	<p>Механизм регистрации излучений, требования к материалу детектора. Однородные счетчики, их преимущества и недостатки.</p> <p>Полупроводниковые детекторы на основе р-п перехода. Поверхностно-барьерные и диффузионные детекторы, схема их включения и технологические особенности. Толщина и емкость чувствительной области. Форма импульсов тока и напряжения. Основные факторы, определяющие энергетическое и временное разрешение детекторов. Области применения и примеры использования.</p> <p>Полупроводниковые диффузионно-дрейфовые детекторы (р-п детекторы). Схема включения, технологические особенности. Форма импульсов тока и напряжения. Энергетическое и временное разрешение. Эффективность регистрации различных типов излучений.</p> <p>Некоторые разновидности полупроводниковых детекторов: из сверхчистых материалов, на основе теллурида кадмия, арсенида галлия, диоксида ртути и т.п. Области применения и примеры использования.</p>
5	Сцинтилляционные детекторы (СД)	<p>Структура, принцип работы и основные характеристики СД. Сцинтилляторы, механизм высвечивания неорганических и органических сцинтилляторов.</p> <p>Фотоэлектронный умножитель (ФЭУ), его составные части, конструктивные особенности и характеристики. Схема включения и питания ФЭУ. Шумы ФЭУ. Одноэлектронный режим работы ФЭУ. Форма сцинтилляционных импульсов тока и напряжения.</p> <p>Временное и энергетическое разрешение СД. Эффективность регистрации различных видов излучений.</p> <p>Области применения и примеры использования сцинтилляционных детекторов.</p>
6	Вторичноэмиссионные детекторы	<p>Особенности работы, области применения. Схемы включения, основные режимы работы и характеристики. Микроканальные пластины.</p> <p>Счётчики Черенкова. Особенности и характеристики пороговых и угловых счётчиков Черенкова. Материалы</p>

		радиаторов. Энергетическое и временное разрешение. Конструктивные особенности, области применения и примеры использования.
7	ПЗС-детекторы	Принцип работы и структурная схема детекторов. Основные характеристики и области применения. Специальные типы детекторов. Позиционно-чувствительные детекторы для определения пространственного распределения частиц. Дельта Е - детекторы для идентификации типа регистрируемых частиц. Составные детекторы (фосфичи) для разделения частиц по форме сигнала. Перспективы разработки новых детекторов для дозиметрических, радиометрических и спектрометрических измерений.

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

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Радиометрические приборы и методы

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Широков, Ю. М., Мамонтова, Н. А.; Ядерная физика : учебное пособие.; Наука, Москва; 1980; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450094> (Электронное издание)
2. Ракобольская, И. В., Петухов, В. А.; Ядерная физика; Московский университет, Москва; 1971; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483311> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Савастенко, В. А.; Практикум по ядерной физике и радиационной безопасности : Учеб. пособие для вузов.; Дизайн ПРО, Минск; 1998 (6 экз.)
2. Бетенеков, Н. Д., Денисов, Е. И., Пузако, В. Д., Егоров, Ю. В.; Элементы радиометрии и спектрометрии ионизирующих излучений : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Химическая технология материалов современной энергетики".; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2007 (5 экз.)
3. Сапожников, Ю. А., Алиев, Р. А., Калмыков, С. Н.; Радиоактивность окружающей среды. Теория и практика : учебное и учебно-методическое пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 02.00.14 - "Радиохимия".; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2006 (55 экз.)
4. Мухин, К. Н.; Экспериментальная ядерная физика : Учебник для вузов: В 2 т. Т. 1. Физика атомного ядра; Энергоатомиздат, Москва; 1983 (21 экз.)
5. Мухин, К. Н.; Экспериментальная ядерная физика : Учебник для вузов: В 2 т. Т. 2. Физика элементарных частиц; Энергоатомиздат, Москва; 1983 (21 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/>).

## **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

#### Радиометрические приборы и методы

Сведения об оснащении 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 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	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
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет	
6	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Персональные компьютеры по количеству обучающихся  Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Метрология ионизирующих излучений**

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	экспериментально й физики

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

Протокол № 6 от 11.02.2022 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	Общие понятия метрологии. Цели и задачи метрологической деятельности	Радиационные величины. Средства измерений: меры, измерительные приборы, измерительные системы. Образцовые и рабочие средства измерений. Прямые и косвенные измерения. Абсолютные и относительные измерения. Метрологические характеристики средств измерений, номинальные и действительные метрологические характеристики. Метрологическая аттестация средств измерений. Поверка средств измерений. Первичные и специальные эталоны. Государственный специальный эталон (ГСЭ). Рабочие эталоны, образцовые источники. Образцовые растворы. Стандартные образцы.
2	Абсолютные методы измерения активности радионуклидов	Метод абсолютного счета заряженных частиц и фотонов. Метод фиксированного телесного угла. Поправки при определении активности: на мертвое время, на поглощение излучения в воздухе, на геометрию измерения, на самопоглощение и рассеяние. Величина погрешностей, вносимых поправками.
3	Относительные методы измерения активности радионуклидов	Общие принципы относительных измерений. Рабочие средства измерений, реализующие относительные методы определения активности. Метод прямых сравнений. Метод калиброванной аппаратуры. Метод внутреннего стандарта.
4	Оценка точности и обработка результатов радиометрических измерений	Погрешности радиометрических измерений. Статистическая природа радиоактивного распада. Дисперсия пуассоновского распределения. Относительная погрешность радиометрических

		<p>измерений. Влияние фона на величину погрешности. Оптимальное соотношение между временем измерения препарата и временем измерения фона. Обработка результатов косвенных измерений.</p> <p>Статистическая проверка гипотез. Доверительный интервал, уровень значимости, доверительная вероятность. Понятие статистической гипотезы. Ошибки первого и второго рода. Критерий Стьюдента. Критерий согласия Пирсона. Критерий Фишера. Критерий Барллета. Критерии оценки грубых ошибок (критерий Райда, критерий Романовского).</p>
--	--	---

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

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Метрология ионизирующих излучений

#### Электронные ресурсы (издания)

1. , Мишин, В. М.; Основы стандартизации, метрологии и сертификации : учебник.; Юнити, Москва; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117687> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Шишкин, И. Ф.; Теоретическая метрология : [Учеб. для вузов].; Издательство стандартов, Москва; 1991 (3 экз.)

2. ; Измерение активности радионуклидов : Справ. пособие.; Б. и., Санкт-Петербург; 1997 (2 экз.)

3. Савастенко, В. А.; Практикум по ядерной физике и радиационной безопасности : Учеб. пособие для вузов.; Дизайн ПРО, Минск; 1998 (6 экз.)

4. Бетенеков, Н. Д., Денисов, Е. И., Пузако, В. Д., Егоров, Ю. В.; Элементы радиометрии и спектрометрии ионизирующих излучений : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Химическая технология материалов современной энергетики".; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2007 (5 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/>).

### **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**

### **Метрология ионизирующих излучений**

**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	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
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	Не требуется
4	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
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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Ускорители заряженных частиц в медицине**

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	Бажукова Ирина Николаевна	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	экспериментально й физики

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

Протокол № 6 от 11.02.2022 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Бажукова Ирина Николаевна, 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	Линейные ускорители	Тормозное излучение (ТИ) электронов: Механизм генерации ТИ. Энергетический спектр ТИ. Мишени для генерации ТИ. Устройства для ускорения электронов на стоячей СВЧ-волне. Основные источники ионизирующего излучения, опасные для человека при работе с линейным ускорителем. Многолепестковые коллиматоры. Стереотаксическая лучевая терапия. Установка «кибер-нож». Интраоперационная лучевая терапия.
2	Циклические ускорители	Бетатрон: конструкционные особенности, принцип ускорения заряженных частиц, использование. Микротрон: конструкционные особенности, принцип ускорения заряженных частиц, использование. Циклотрон: конструкционные особенности, принцип ускорения заряженных частиц, использование. Циклотрон изохронного типа. Фазотрон: конструкционные особенности, принцип ускорения заряженных частиц, использование. Синхротрон: конструкционные особенности, принцип ускорения заряженных частиц, использование.

		Протонная терапия. Адронная терапия.
3	Ускорители в ядерной медицине	<p>Основные типы вакуумных насосов, используемых для откачки воздуха в современных ускорителях. Требования к системе обеспечения вакуума в современных ускорителях (на примере циклотрона): порядок величины давления остаточного газа внутри современных ускорителей, принцип работы используемых вакуумных насосов.</p> <p>Основные требования к системе охлаждения циклотрона (на примере TR-24): конфигурация контура (-ов), используемая охлаждающая жидкость, подготовка жидкости.</p> <p>Современный способ вывода пучка ускоренных ионов водорода из циклотрона. Технические решения для вывода двух и более пучков ионов водорода.</p>

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

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Ускорители заряженных частиц в медицине

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Денисов, , Е. И., Бетенеков, , Н. Д.; Производство радиоактивных изотопов для медицинского применения : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2015; <http://www.iprbookshop.ru/66586.html> (Электронное издание)
2. Скуридин, В. С.; Методы и технологии получения радиофармпрепаратов : учебное пособие.; Издательство Томского политехнического университета, Томск; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442806> (Электронное издание)
3. Черняев, , А. П.; Ускорители в современном мире; Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва; 2012; <http://www.iprbookshop.ru/54669.html> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Бажукова, И. Н., Денисов, Е. И.; Технологии ядерной медицины : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 12.04.04 - Биотехнические системы и технологии, 14.04.02 - Ядерные физика и технологии.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2022 (10 экз.)
2. Денисов, Е. И.; Производство радиоактивных изотопов для медицинского применения : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 240100 - Химическая технология.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2015 (5 экз.)
3. Кодина, Г. Е.; Методы получения радиофармацевтических препаратов и радионуклидных

генераторов для ядерной медицины : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Ядерная физика и технологии".; МЭИ, Москва; 2014 (1 экз.)

4. Быстров, Ю. А., Иванов, С. А.; Ускорительная техника и рентгеновские приборы : Учебник для вузов.; Высшая школа, Москва; 1983 (6 экз.)

5. Лебедев, А. Н.; Основы физики и техники ускорителей : Учеб. пособие для физ. спец. вузов: В 3-х т. Т. 1. Ускорители заряженных частиц; Энергоиздат, Москва; 1981 (10 экз.)

6. Лебедев, А. Н.; Основы физики и техники ускорителей : Учеб. пособие для физ. спец. вузов : В 3-х т. Т. 2. Циклические ускорители; Энергоиздат, Москва; 1982 (3 экз.)

7. Лебедев, А. Н.; Основы физики и техники ускорителей : Учеб. пособие для физ. спец. вузов : В 3-х т. Т. 3. Линейные ускорители; Энергоиздат, Москва; 1983 (7 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/>).

### **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. Методические материалы к курсу, режим доступа <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=4626>
2. Информационная база данных по биомедицинской инженерии, режим доступа <http://www.physionet.org>
3. Видеопортал по медико-биологическим вопросам, режим доступа: <http://www.med-edu.ru>
4. Государственная публичная научно-техническая библиотека, режим доступа: <http://www.gpntb.ru>
5. Электронная библиотека нормативно-технической документации, режим доступа: <http://www.technormativ.ru>
6. Зональная научная библиотека УрФУ, режим доступа: <http://lib.urfu.ru>

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

#### **Ускорители заряженных частиц в медицине**

#### **Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащенность 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	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Не требуется

		соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	
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 Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Технологии производства**  
**радиофармацевтических препаратов**

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	Бажукова Ирина Николаевна	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	экспериментально й физики

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

Протокол № 6 от 11.02.2022 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Бажукова Ирина Николаевна, Доцент, экспериментальной физики

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

- Смешанная модель обучения с использованием онлайн-курса УрФУ;
- 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	Основные понятия ядерной медицины	Радионуклидная диагностика. Радионуклидная терапия. Радиофармацевтические препараты (РФП). Выбор радионуклидов. Классификация медицинских радионуклидов (РН).
2	Клинические основы применения радиофармпрепаратов	Механизмы биораспределения РФП. Кинетика биораспределения РФП. Радионуклидная диагностика в клинической практике.
3	Производство радионуклидов медицинского назначения	Физические основы получения РН. Эффективное сечение ядерной реакции. Уравнения производства радионуклидов. Получение РН в ядерном реакторе. Ядерные реакции. Технология производства $^{99}\text{Mo}$ на ядерном реакторе. Получение РН на ускорителях. Циклотрон. Линейный ускоритель. Мишени. Получение позитрон-излучающих радионуклидов для ПЭТ. Получение гамма-излучающих радионуклидов для ОФЭКТ. Генераторы РН. Математические соотношения. Конструктивные особенности генераторов. Практическое применение.

4	Синтез и контроль качества радиофармпрепаратов	Классификация РФП. Свойства «идеального» диагностического РФП. Методы синтеза и очистки РФП. Фасовка РФП. Контроль качества РФП. Основные нормативные документы.
5	Инструментальные средства ядерной медицины	Методы регистрации и детекторы ионизирующих излучений в радионуклидной диагностике. Основные физические характеристики медицинских гамма-камер. Получение изображений в гамма-камерах. Системы однофотонной эмиссионной томографии на базе гамма-камер. Получение томографических данных. Методы компенсации ослабления и рассеяния. Системы ПЭТ. Детекторы для ПЭТ, детектирование совпадений. Коррекция данных ПЭТ: поправки на ослабление, случайные совпадения, рассеяние.

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

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Технологии производства радиофармацевтических препаратов

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Денисов, , Е. И., Бетенеков, , Н. Д.; Производство радиоактивных изотопов для медицинского применения : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2015; <http://www.iprbookshop.ru/66586.html> (Электронное издание)
2. Скуридин, В. С.; Методы и технологии получения радиофармпрепаратов : учебное пособие.; Издательство Томского политехнического университета, Томск; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442806> (Электронное издание)
3. Матвеев, , А. В.; Ядерная медицина. Радиоизотопы и фармпрепараты : учебное пособие.; Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, Омск; 2016; <http://www.iprbookshop.ru/59664.html> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Бажукова, И. Н., Денисов, Е. И.; Технологии ядерной медицины : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 12.04.04 - Биотехнические системы и технологии, 14.04.02 - Ядерная физика и технологии.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2022 (10 экз.)
2. Денисов, Е. И.; Производство радиоактивных изотопов для медицинского применения : учебное

пособие для студентов, обучающихся по направлению 240100 - Химическая технология.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2015 (5 экз.)

3. Кодина, Г. Е.; Методы получения радиофармацевтических препаратов и радионуклидных генераторов для ядерной медицины : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Ядерная физика и технологии".; МЭИ, Москва; 2014 (1 экз.)

4. Климанов, В.А.; Радионуклидная диагностика. Физические принципы и технологии : [учебное пособие].; Интеллект, Долгопрудный; 2014 (1 экз.)

5. Бекман, И. Н.; Ядерная медицина: физические и химические основы : 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/>).

### **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. Онлайн-курс УрФУ, режим доступа: <https://openedu.ru/course/urfu/NUCMED/>
2. Методические материалы к курсу, режим доступа <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=463>
3. Информационная база данных по биомедицинской инженерии, режим доступа <http://www.physionet.org>
4. Видеопортал по медико-биологическим вопросам, режим доступа: <http://www.med-edu.ru>
5. Государственная публичная научно-техническая библиотека, режим доступа: <http://www.gpntb.ru>
6. Электронная библиотека нормативно-технической документации, режим доступа: <http://www.technormativ.ru>
7. Зональная научная библиотека УрФУ, режим доступа: <http://lib.urfu.ru>

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Технологии производства радиофармацевтических препаратов

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	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	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	<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
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