

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
1160275	Дозиметрия внешнего и внутреннего облучения

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Технологии радиационной безопасности	Код ОП 1. 14.04.02/33.01
Направление подготовки 1. Ядерные физика и технологии	Код направления и уровня подготовки 1. 14.04.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Жуковский Михаил Владимирович	доктор технических наук, профессор	Профессор	экспериментальной физики

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Дозиметрия внешнего и внутреннего облучения

1.1. Аннотация содержания модуля

В данный модуль входят дисциплины: «Дозиметрия внешнего облучения», «Дозиметрия внутреннего облучения». Студенты изучают: теоретические и экспериментальные методы дозиметрии ионизирующих излучений; специфическую терминологию; принципы построения дозиметрических приборов и устройств; способы защиты от воздействия полей ионизирующих излучений; знакомятся с основными принципами организации индивидуального дозиметрического контроля внутреннего облучения на основе международных рекомендаций и научных материалов по оценке профессионального облучения от внутренних источников. В рамках модуля изучаются: динамика поведения радионуклидов в организме человека; современные методы расчета биокинетики радионуклидов в организме человека.

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	Дозиметрия внешнего облучения	3
2	Дозиметрия внутреннего облучения	5
ИТОГО по модулю:		8

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Фундаментальные основы ядерных технологий
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Физика твердого тела 2. Радиационная безопасность 3. Спецпрактикум

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

Дозиметрия внешнего облучения	ПК-4 - Способность к созданию теоретических и математических моделей в области ядерной физики и технологий	<p>З-1 - Объяснить физическое описание явлений и процессов в области ядерной физики и технологий</p> <p>У-3 - Производить сравнительный анализ</p> <p>П-2 - Иметь практические навыки анализа и обобщения результатов выполненных научно-технических исследований и разработок</p>
	ПК-8 - Способность к анализу технических и расчетно-теоретических разработок, к учету их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам	<p>З-1 - Определять требования и основные правила для разработки технических условий, стандартов и технических описаний установок, материалов и изделий</p> <p>З-3 - Объяснять нормы и правила промышленной, радиационной, экологической и ядерной безопасности</p> <p>У-1 - Проводить анализ технических и расчетно-теоретических разработок, учет их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам</p> <p>У-3 - Систематизировать и структурировать информацию, работать с различными источниками информации</p> <p>П-1 - Иметь навыки анализа технических и расчетно-теоретических разработок, учета их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам</p>
	ПК-9 - Способность объективно оценить предлагаемое решение или проект по отношению к современному мировому уровню, подготовить экспертное заключение	<p>З-1 - Определять современный уровень развития науки и технологии, профессиональные проблемы в своей предметной области</p> <p>У-2 - Анализировать научно-техническую информацию по теме исследований</p> <p>П-1 - Иметь навыки экспертной оценки предлагаемых решений или проектов</p>
	ПК-10 - Способен эксплуатировать, проводить испытания и ремонт современных физических установок,	<p>З-1 - Определять основные физические процессы, лежащие в основе функционирования физических установок</p> <p>У-3 - Обеспечивать проведение работ с соблюдением требований, норм, правил</p>

	выполнять технико-экономические расчеты	эксплуатационной и ремонтной документации по обеспечению ядерной, радиационной, технической и пожарной безопасности, охраны труда и трудовой дисциплины П-2 - Иметь навыки расчета современных физических установок
	ПК-11 - Способен решать инженерно-физические задачи с помощью пакетов прикладных программ	З-1 - Сформулировать инженерно-физические задачи по направлению деятельности У-1 - Оценивать возможность решения инженерно-физических задач в своей профессиональной деятельности П-1 - Иметь практический опыт решения инженерно-физических задач с помощью современных программных средств в своей профессиональной деятельности
Дозиметрия внутреннего облучения	ПК-4 - Способность к созданию теоретических и математических моделей в области ядерной физики и технологий	У-1 - Создавать теоретические и математические модели в области ядерной физики и технологий
	ПК-8 - Способность к анализу технических и расчетно-теоретических разработок, к учету их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам	З-1 - Определять требования и основные правила для разработки технических условий, стандартов и технических описаний установок, материалов и изделий З-3 - Объяснять нормы и правила промышленной, радиационной, экологической и ядерной безопасности У-1 - Проводить анализ технических и расчетно-теоретических разработок, учет их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам У-3 - Систематизировать и структурировать информацию, работать с различными источниками информации П-1 - Иметь навыки анализа технических и расчетно-теоретических разработок, учета их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии,

		технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам
	ПК-9 - Способность объективно оценить предлагаемое решение или проект по отношению к современному мировому уровню, подготовить экспертное заключение	<p>З-1 - Определять современный уровень развития науки и технологии, профессиональные проблемы в своей предметной области</p> <p>У-2 - Анализировать научно-техническую информацию по теме исследований</p> <p>П-1 - Иметь навыки экспертной оценки предлагаемых решений или проектов</p>
	ПК-11 - Способен решать инженерно-физические задачи с помощью пакетов прикладных программ	<p>З-2 - Представлять прикладное программное обеспечение по направлениям деятельности</p> <p>З-3 - Представлять типовые методики выполнения измерений, расчетов и технологических процессов</p> <p>У-2 - Использовать пакеты прикладных компьютерных программ по направлениям работ</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт решения инженерно-физических задач с помощью современных программных средств в своей профессиональной деятельности</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Дозиметрия внешнего облучения

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Пустоваров Владимир Алексеевич	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	Кафедра экспериментально й физики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 9 от 12.05.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Пустоваров Владимир Алексеевич, 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
P1	Введение	Цели и задачи дисциплины.
P2	Основные понятия и определения	Источники ионизирующего излучения, их типы, классификация. Основные понятия и единицы измерения величин, характеризующих поля ионизирующих излучений. Дозовые характеристики, однозначно характеризующие радиационный эффект. Международная система единиц СИ и внесистемные единицы измерения дозовых характеристик, их связь. Поглощенная доза и керма. Экспозиционная доза. Взвешивающие коэффициенты. Эквивалентная доза, единицы измерения. Коллективная эквивалентная доза. Эффективная доза. Активность радионуклида. Закон радиоактивного распада. Связь активности нуклида с его массой, экспозиционной дозой и плотностью потока для точечного гамма-источника.
P3	Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом	Общая характеристика взаимодействия излучения с веществом. Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Особенности взаимодействия электронов со средой. Соотношение радиационных и ионизационных потерь, их зависимость от энергии и атомного номера среды. Определение максимального пробега альфа частиц и электронов в среде.

		<p>Взаимодействие фотонного излучения с веществом.</p> <p>Фотоэлектрическое поглощение, комптоновское рассеяние и эффект образования пар, зависимость парциальных сечений от энергии и эффективного атомного номера. Закон ослабления фотонного излучения в геометрии узкого пучка. Эффективный атомный номер сложного вещества.</p> <p>Взаимодействие нейтронов с веществом, классификация нейтронов по энергии. Виды взаимодействия нейтронов с веществом. Замедление быстрых нейтронов. Радиационный захват, зависимость сечения захвата от энергии. Основные процессы взаимодействия нейтронов с биологической тканью. Формирование дозы в биологической ткани.</p>
P4	Нормирование дозовой нагрузки на человека	<p>Принципы подхода к нормированию уровней облучения. Линейная беспороговая концепция. Закон РФ «О радиационной безопасности населения». Основные принципы радиационной безопасности.</p> <p>Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009. Категории облучаемых лиц. Три класса нормативов. Основные пределы доз. Допустимые плотности потока частиц и допустимые уровни загрязнения. Планируемое повышенное облучение.</p> <p>Фоновое облучение человека от естественных природных источников и космического излучения.</p>
P5	Защита от ионизирующих излучений	<p>Защита от фотонного излучения. Закон ослабления излучения в веществе с учетом многократного рассеяния в защите. Факторы накопления. Расчет защиты от гамма-излучения точечных гамма источников с использованием слоев половинного ослабления. Метод конкурирующих линий. Защита от рентгеновского излучения. Алгоритм расчета защиты от электронов и бета-излучения.</p> <p>Расчет защиты от тормозного излучения электронов и бета-частиц.</p> <p>Защита от нейтронов, основные принципы. Активация при облучении тепловыми нейтронами.</p> <p>Выбор защитных материалов.</p>
P6	Классификация методов дозиметрии. Дозиметрия фотонного излучения	<p>Классификация методов дозиметрии. Ионизационные методы дозиметрии. Ионизационные камеры, принцип работы, классификация. Соотношение между ионизационным током и мощностью дозы. Зависимость чувствительности ионизационных камер от энергии гамма-квантов.</p> <p>Газовые счетчики (пропорциональные, Гейгера-Мюллера). Эффективность и ЭЗЧ счетчиков Гейгера-Мюллера.</p> <p>Люминесцентные методы дозиметрии, принцип, классификация. Радиофотолюминесцентные дозиметры. Сцинтилляционный метод. Принцип действия сцинтилляционного детектора. Требования к сцинтиллятору. ЭЗЧ для органических и неорганических сцинтилляторов.</p>

		<p>Термолюминесцентные (ТЛД) дозиметры. Принцип действия, требования к материалу дозиметра.</p> <p>Типы ТЛД-дозиметров, преимущества.</p> <p>Дозиметры, основанные на окрашивании стекол и пластиков. Калориметрический метод.</p> <p>Фотографический метод дозиметрии. Методы компенсации ЭЗЧ. Химические методы дозиметрии.</p> <p>Полупроводниковые детекторы, применение.</p> <p>ЭПР-дозиметрия.</p> <p>Сравнение параметров индивидуальных дозиметров различного типа.</p>
Р7	Дозиметрия нейтронов	<p>Методы регистрации нейтронов. Измерения плотности потока нейтронов с использованием сцинтилляционной и ионизационной методик. Трековые детекторы для индивидуальной дозиметрии. Аварийный трековый дозиметр. Активационный метод дозиметрии нейтронов. Дозиметрия нейтронов в смешанных гамма-нейтронных полях.</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

Дозиметрия внешнего облучения

Электронные ресурсы (издания)

1. Баранова, А. А.; Дозиметрия : учебно-методическое пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=698898> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Машкович, В. П.; Защита от ионизирующих излучений : справочник.; Энергоатомиздат, Москва; 1995 (16 экз.)

2. ; Нормы радиационной безопасности (НРБ-99 : СП-2.6.1.758-99: Утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 02.07.99. - Взамен НРБ-96.; Апрохим, Москва; 2000 (4 экз.)

3. Голубев, Б. П., Столярова, Е. Л.; Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений : Учебник для вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1986 (9 экз.)

4. 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.)

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. Российская национальная библиотека. Режим доступа: <http://www.rsl.ru>
3. Публичная электронная библиотека. Режим доступа: <http://www.gpntb.ru>
4. Библиотека нормативно-технической литературы. Режим доступа: <http://www.tehlit.ru>

5. Электронная библиотека нормативно-технической документации. Режим доступа: <http://www.technormativ.ru>

6. Библиотека В. Г. Белинского. Режим доступа: <http://book.uraic.ru>

7. База и Генератор Образовательных Ресурсов. Режим доступа <http://bigor.bmstu.ru/>

8. Зональная научная Библиотека УрФУ. Режим доступа: <http://lib.urfu.ru>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дозиметрия внешнего облучения

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	Лабораторные занятия	Источники ионизирующих излучений Детекторы ионизирующих излучений, дозиметры Специальное оборудование в соответствии с методическим руководством по выполнению лабораторных работ	Не требуется
2	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	OriginPro Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Не требуется

4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Не требуется

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Дозиметрия внутреннего облучения

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Жуковский Михаил Владимирович	доктор технических наук, профессор	Профессор	экспериментально й физики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 9 от 12.05.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Жуковский Михаил Владимирович, 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	Общие понятия дозиметрии внутреннего облучения и действия ионизирующего излучения на биологические объекты в целом и человека в частности.
2	Доза облучения и дозиметрические величины	Основные понятия дозиметрии внутреннего облучения. Поглощенная энергия излучения. Дозиметрические величины, используемые в системе радиационной безопасности. Физические величины: поглощенная доза, электронное равновесие, керма, экспозиционная доза. Нормируемые величины: эквивалентная и эффективная доза. Доза в органе. Линейная передача энергии. Относительная биологическая эффективность. Коэффициент качества. Зависимость Q от L. Взвешивающий коэффициент излучения. Эквивалентная доза в органе или ткани. Тканевые взвешивающие коэффициенты и эффективная доза. Расчет радиационного вреда по Публикации 103 МКРЗ. Ожидаемая (полувековая) эквивалентная доза в органе или ткани. Полувековая эффективная доза. Коллективная эффективная доза. Операционные величины. Амбиентный эквивалент дозы $H^*(d)$. Индивидуальный эквивалент дозы проникающего излучения $H_p(d)$.

3	Определение распределения доз внешнего излучения в теле человека	Основные положения. Величины измерения излучения и связь между ними. Измерение и математическое моделирование. Фантомы, моделирующие тело человека. Фантом/e MIRD. Воксельные фантомы. Фантомы сетчатого типа (mesh-type phantoms). Вычисления переноса излучения. Геометрия облучения. Использование амбиентного эквивалента дозы для оценки эффективных доз облучения. Общий подход к расчетам доз облучения при выбросах радионуклидов в атмосферу и радиоактивном загрязнении территории. Расчет доз внешнего облучения от проходящего радиоактивного облака. Расчет доз внешнего облучения, обусловленного радиоактивным загрязнением почвы.
4	Дозиметрия окружающей среды или рассеяние радиоактивных примесей в атмосфере	Метеорологические термины и определения. Классификация категорий устойчивости атмосферы. Способ Пасквилла—Гиффорда. Условия выброса. Выбросы из высоких труб. Гауссова модель рассеяния примеси в атмосфере. Изменение содержания примеси в облаке и выпадение на поверхность земли. Расчет дозы излучения от выбросов радионуклидов в атмосферу.
5	Внутреннее облучение человека	Пути поступления радиоактивных веществ в организм. Модель респираторного тракта человека (Публикации МКРЗ 66 и 130). Физиология респираторного тракта. Отложение аэрозолей в респираторном тракте. Выведение из респираторного тракта. Модель желудочно-кишечного тракта. Модель МКРЗ 100 желудочно-кишечного тракта человека. Всасывание через кожу. Кинетика обмена, распределения и выведения радионуклидов. Общие положения. Методы снижения содержания радионуклидов в организме. Йодная профилактика при радиационных авариях. Хелатная терапия (пентацин). Биокинетические модели. Расчет эквивалентных доз на органы и ткани человека при внутреннем облучении. Расчет доз на отделы респираторного тракта при ингаляционном поступлении радионуклидов. Оценка поступления радионуклидов в организм человека по результатам индивидуального мониторинга. Источники неопределенности при оценке поступления и дозы. Специализированный программный пакет WinAct. Специализированный программный пакет IDAC Dose 2.1.
6	Биокинетические модели отдельных, радиологически значимых радионуклидов	Биокинетическая модель для трития. Биокинетическая модель для углерода-14. Биокинетическая модель для 18F-ФДГ и 18F-холина. Биокинетические модели для серы, железа, стронция, технеция, йода, цезия, полония, урана.
7	Биологические основы радиационной безопасности	История развития радиационной безопасности. Основы биологического действия ионизирующих излучений. Первичные процессы при действии ионизирующих излучений. Принцип попадания и концепция мишени. Непрямое действие ионизирующего излучения. Действие ионизирующих излучений на клетку. Гибель клеток. Изменение клеток. Реакция ткани на изменение клеток. Определение стохастических и детерминированных эффектов. Детерминированные эффекты. Гибель клеток и

		детерминированные эффекты в тканях и органах. Стохастические эффекты. Канцерогенез. Индуцирование рака. Индуцирование рака излучением с малой ЛПЭ: зависимости доза - эффект. Соотношение между дозой общего облучения и величиной выборки необходимой для достоверного эпидемиологического выявления эффекта. Коэффициент эффективности дозы и мощности дозы (DDREF). Риски возникновения генетических (наследуемых) эффектов. Воздействие ионизирующего излучения на развивающийся плод человека.
8	Методология оценки радиационного риска для стохастических эффектов	Понятие риска. Общие аспекты оценки риска. Базовые величины. Функция дожития до определенного возраста. Показатели риска. Оценка радиационного риска при различных условиях облучения. Оценка риска возникновения рака легких при воздействии дочерних продуктов распада радона. Методика организации и анализа данных эпидемиологических исследований.
9	Методы биологической дозиметрии	Отклик кроветворной системы. ЭПР дозиметрия зубной эмали. Цитогенетическая дозиметрия. Нестабильные аберрации. Стабильные аберрации.

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

Дозиметрия внутреннего облучения

Электронные ресурсы (издания)

1. ; Радиобиология, радиационная физиология и медицина : словарь-справочник.; Фолиант, Санкт-Петербург; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/90218.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Голубев, Б. П., Столярова, Е. Л.; Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений : Учебник для вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1986 (9 экз.)

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

3. Жуковский, М. В.; Радон: измерение, дозы, оценка риска; Б. и., Екатеринбург; 1997 (4 экз.)

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

5. Голубев, Б. П., Столярова, Е. Л.; Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений : Учебник для вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1986 (9 экз.)

6. Ильин, Б. Н.; Отдаленные биологические эффекты комбинированного действия радионуклидов

различной тропности; Энергоатомиздат, Москва; 1991 (2 экз.)

7. Ярмоненко, С. П., Вайнсон, А. А.; Радиобиология человека и животных : учеб. пособие для студентов мед. и биол. специальностей вузов.; Высшая школа, Москва; 2004 (1 экз.)

8. Ильин, Л. А., Кириллов, В. Ф., Коренков, И. П.; Радиационная безопасность и защита : Справочник.; Медицина, Москва; 1996 (5 экз.)

9. , Ильин, Л. А., Филов, В. А.; Вредные химические вещества. Радиоактивные вещества : справочник.; Химия, Ленинград; 1990 (4 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. Российская национальная библиотека. Режим доступа: <http://www.rsl.ru>
3. Публичная электронная библиотека. Режим доступа: <http://www.gpntb.ru>
4. Библиотека нормативно-технической литературы. Режим доступа: <http://www.tehлит.ru>
5. Электронная библиотека нормативно-технической документации. Режим доступа: <http://www.technormativ.ru>
6. Библиотека В. Г. Белинского. Режим доступа: <http://book.uraic.ru>
7. База и Генератор Образовательных Ресурсов. Режим доступа <http://bigor.bmstu.ru/>
8. Зональная научная Библиотека УрФУ. Режим доступа: <http://lib.urfu.ru>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дозиметрия внутреннего облучения

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 Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Не требуется

		<p>соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
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>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Не требуется
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 Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
6	Курсовая работа/ курсовой проект	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM