

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.Г. Князев
2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля
1152612

Модуль

[Современные ядерные технологии]

Екатеринбург, 2020__

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа Физика высокоэнергетических процессов	Код ОП 14.04.02/33.02
Направление подготовки Ядерные физика и технологии	Код направления и уровня подготовки 14.04.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Байтимиров Дамир Рафисович	К.ф.-м.н.	доцент	Кафедра Физики высоко энергетических процессов

Руководитель модуля

[Д.Р. Байтимиров]

Рекомендовано учебно-методическим советом физико-технологического института
Протокол № 3 от 12.11.2020 г.

Согласовано:

Управление образовательных программ



Р.Х.Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ [Современные ядерные технологии]

1.1. Аннотация содержания модуля

В результате освоения модуля студенты получают теоретические знания и практические навыки в моделировании физических и биологических систем методом молекулярной динамики. В рамках изучаемой дисциплины рассматриваются особенности компьютерного моделирования молекулярных и атомных систем на базе параллельных вычислений

При реализации дисциплины модуля используется традиционная технология обучения. В процессе изучения разделов дисциплин активно применяется обучение в сотрудничестве (командная, групповая работа), исследовательские методы в обучении.

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 и часах
1.	Метод молекулярной динамики	3/108
2	Теория переноса излучений	5/180
3	Физические основы лазерных технологий	4/144
4	Ядерная медицина	3/108
ИТОГО по модулю:		[15/540]

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Фундаментальные основы ядерных технологий
Постреквизиты и корреквизиты модуля	Специальные главы физики высоких плотностей энергии

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

Изучение дисциплин модуля предусматривает формирование компетенций посредством последовательного освоения результатов обучения на определенном уровне сложности содержания.

Результаты обучения по дисциплине – это конкретные знания, умения, опыт и другие результаты (содержательные компоненты компетенций), которых планируется достичь на этапе изучения дисциплины модуля и которые должны будут продемонстрированы обучающимися и оценены преподавателем по индикаторам/измеряемым критериям. Результаты обучения формулируются глаголами в активной форме или отглагольным существительным, должны содержать индикатор/измеряемый критерий (например, самостоятельно формулировать предложения...; понимать/понимание; рассчитывать необходимое количество материалов.../ расчет необходимого количества материалов... и т.д.). При выборе глаголов полезно опираться на таксономию Блума.

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины.

Индикаторы должны учитываться при выборе и составлении заданий контрольно-оценочных мероприятий (оценочных средств) текущей и промежуточной аттестации.

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Метод молекулярной динамики	ПК-5 - Способен разрабатывать и применять математические модели процессов и объектов в своей предметной области, анализ технических и расчетно-теоретических разработок	Объяснить выбор математической модели для проведения анализа технических и расчетно-теоретических разработок Объяснить методики проведения исследований и разработок Обработать и анализировать результаты проведенного анализа технических и расчетно-теоретических разработок Применять математические модели процессов и объектов в своей предметной области Иметь практические навыки составления научно-технической и другой служебной документации Иметь практические навыки применения различных методов физических исследований в избранной предметной области: экспериментальных методов, статистических методов обработки экспериментальных данных, методов теоретической физики, вычислительных методов, современных методов математического и компьютерного моделирования объектов и процессов.

	<p>ПК-6 - Способен применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок</p>	<p>Характеризовать методы, средства и практику планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ядерной физики и технологий</p> <p>Определять порядок проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p> <p>Применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ядерной физики и технологий</p> <p>Пользоваться методами учета и оценки погрешностей экспериментальных данных.</p> <p>Организовать или участвовать в организации внедрения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области ядерной физики и технологий</p>
<p>Теория переноса излучений</p>	<p>ПК-2 - Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы</p> <p>ПК-5 - Способен разрабатывать и применять математические модели процессов и объектов в своей предметной области, анализ технических и расчетно-теоретических разработок</p>	<p>Определять-современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы;</p> <p>Применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы</p> <p>Иметь навыки применения современных методов исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы</p> <p>Объяснить выбор математической модели для проведения анализа технических и расчетно-теоретических разработок</p> <p>Объяснить методики проведения исследований и разработок</p> <p>Обработать и анализировать результаты проведенного анализа технических и расчетно-теоретических разработок</p> <p>Применять математические модели процессов и объектов в своей предметной области</p> <p>Иметь практические навыки составления научно-технической и другой служебной</p>

		<p>документации</p> <p>Иметь практические навыки применения различных методов физических исследований в избранной предметной области: экспериментальных методов, статистических методов обработки экспериментальных данных, методов теоретической физики, вычислительных методов, современных методов математического и компьютерного моделирования объектов и процессов.</p>
<p>Физические основы лазерных технологий</p>	<p>ПК-1 - Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач</p> <p>ПК-6 - Способен применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок</p>	<p>Формулировать-цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; основные источники научной информации и требования к представлению информационных материалов</p> <p>Составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов, проводить исследования по согласованному с руководителем плану, представлять полученные результаты</p> <p>Иметь систематические знания по направлению деятельности; углубленные знания по выбранной направленности подготовки, базовые навыки проведения научно-исследовательских работ по предложенной теме.</p> <p>Характеризовать методы, средства и практику планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ядерной физики и технологий</p> <p>Определять порядок проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p> <p>Применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ядерной физик и технологий</p> <p>Пользоваться методами учета и оценки погрешностей экспериментальных</p>

		<p>данных.</p> <p>Организовать или участвовать в организации внедрения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области ядерной физики и технологии</p>
Ядерная медицина	<p>ПК-4 - Способен самостоятельно осваивать и применять современные математические методы исследования, анализа и обработки данных, научно-исследовательскую, измерительно-аналитическую и технологическую аппаратуру в области ядерной физики и технологий</p> <p>ПК-6 - Способен применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок</p>	<p>Формулировать научную проблематику в области ядерной физики и технологий</p> <p>Характеризовать цели и задачи производимых исследований;</p> <p>Описывать методы и средства математической обработки результатов расчетных и экспериментальных данных.</p> <p>Анализировать новую научную проблематику соответствующей области знаний</p> <p>Применять методы математической и графической обработки результатов исследования, анализа и обработки данных</p> <p>Обоснованно предлагать новые направления исследований и анализа в области ядерной физики и технологий</p> <p>Иметь практические навыки экспертной оценки результатов исследовательских работ и применения современных методов исследования</p> <p>Характеризовать методы, средства и практику планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ядерной физики и технологий</p> <p>Определять порядок проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p> <p>Применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ядерной физики и технологий</p> <p>Пользоваться методами учета и оценки погрешностей экспериментальных данных.</p> <p>Организовать или участвовать в организации внедрения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области ядерной физики и технологии</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля осуществляется в очной форме

2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН МОДУЛЯ

[для каждой дисциплины модуля разрабатывается отдельная программа].

[Для одной и той же дисциплины модуля разными авторами может быть разработано несколько версий программ, отличающихся составителями (авторским коллективом), результатами обучения и содержанием, а также разными уровнями сложности содержания]

ПРОГРАММА МОДУЛЯ
[Современные ядерные технологии]

РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН
МОДУЛЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ 1
[Метод молекулярной динамики]

[

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Байtimiров Дамир Рафисович	К.ф-м.н.	доцент	Кафедра Физики высоко энергетических процессов

Рекомендовано учебно-методическим советом института [полное наименование
института, в котором разработана программа дисциплины]

Протокол № 3 от 12.11.2020 г.

2. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ 1 [Метод молекулярной динамики]

2.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология (*ориентирована на передачу знаний и умений, обеспечивающая усвоение обучающимися содержания обучения, проверку и оценку его качества на репродуктивном уровне*);

2.2. Содержание дисциплины 1

Таблица 1.3

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Основная идея метода молекулярной динамики	Основная идея метода, математический аппарат, используемые приближения. Пространственные и временные масштабы метода.
2	Потенциалы взаимодействия	Виды потенциалов взаимодействия. Применение потенциалов взаимодействия в зависимости от типа задач
3	Численное интегрирование уравнений движения	Численное интегрирование уравнений движения. Алгоритмы вычисления взаимодействий
4	Учет влияния внешней среды.	Виды термостатов и их применение в зависимости от типа задачи. Термостат Андерсена, Берендсена и др. Виды баростатов. Баростат Берендсена и др..
5	Постановка задачи.	Построение модели молекулярно-динамического расчета. Интерпретация и проверка физичности полученных результатов. Выбор раз-мера системы и количества шагов в зависимости от типа задачи
6	Перспективы раз-вития метода. Обзор программных кодов и баз потенциалов	Обзор бесплатных программных кодов для использования в различных физических и биологических задачах. Базы готовых потенциалов в открытом доступе. Перспективные направления развития метода

2.3. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации

2.4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

[Метод молекулярной динамики 1 модуля]

Электронные ресурсы (издания)

1. Амосов, А.А. Вычислительные методы : учебное пособие / А. А. Амосов, Ю. А. Дубинский, Н. В. Копченова .— 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2014 .— 672 с. : ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература) .— Библиогр.: с. 648-654 (150 назв.) .— Предм. указ.: с. 655-666 .— ISBN 978-5-8114-1623-3.
2. Швыдкий, В.С. Методы численного решения инженерных задач : учеб. пособие для

студентов специальностей направления 270100 "Стр-во" всех форм обучения / В. С. Швыдкий, В. Я. Дзюзер ; под общ. ред. В. Я. Дзюзера .— Екатеринбург : АМБ, 2010 .— 400 с. : ил. ; 21 см .— Библиогр.: с. 396. — Допущено в качестве учебного пособия .— ISBN 978-5-8057-0721-7.

Печатные издания

1. Хеерман, Дитер В. Методы компьютерного эксперимента в теоретической физике. Вып. 1 / Д. В. Хеерман ; Под ред. С. А. Ахманова .— М. : Наука, 1990 .— 176 с. —(Компьютеры в физике) .
2. Башкирцева, Ирина Адольфовна. Компьютерное моделирование нелинейной динамики. Непрерывные модели : учебное пособие для студентов, обучающихся по программе бакалавриата по направлениям подготовки 01.03.01 "Математика", 02.03.01 "Математика и компьютерные науки", 02.03.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии", 09.03.03 "Прикладная информатика" / И. А. Башкирцева, Т. В. Рязанова, Л. Б. Ряшко ; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, Ин-т естеств. наук и математики .— Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2017

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. www.study.urfu.ru Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ
2. www.google.com
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека: <http://www/gpntb.ru>
4. Библиотека УрФУ: <http://lib.urfu.ru>

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. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ (www.study.urfu.ru).
2. Портал **proCAE** (<http://www.procae.ru>).
3. Федеральный образовательный портал (<http://www.edu.ru/>).
4. Электронные образовательные Интернет-ресурсы нового поколения (<http://eor-np.ru/>).
5. Русская виртуальная библиотека (<http://www.rvb.ru/>).

2.5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

[Метод молекулярной динамики]

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

[*текст с перечнем типов аудиторий, специализированного и лабораторного оборудования, программного обеспечения (при наличии) и т.д. (Табл. 3.1)*]

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Ф429

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекционные занятия Практические занятия, Самостоятельная работа студентов	Столы письменные (малые) - 11 шт., столы письменные (большие) - 6 шт., стулья - 34 шт., шкафы для бумаг - 2 шт., рабочее место преподавателя (стол, стул) - 1 шт., кафедра презентационная - 1 шт., Компьютер (HP 8200 Elite MidiTower Core i3-2120 2GB DDR3 PC3-10600, 500GB SATA, DVD+ / -RW, keyboard, mouse, GigLAN, Win7Pro 32bit) - 1 шт., Монитор (DELL ST2220T 17") - 1 шт.,Проектор (NEC U310W) - 1 шт., Интерактивная доска (polyvision epo classic 2810 96") - 1 шт., Телевизионная панель (Samsung ME46B) - 1 шт., Документ-камера (AVerVision CP135) - 1 шт., Звуковое оборудование (Aparit MAS). Неограниченный доступ к сети Интернет, аптечка, огнетушитель ОУ-5	Операционная система Windows XP – лицензия № 41251593, срок действия с 01.02.2017 по 01.02.2019; Браузер Google Chrome – свободное ПО; MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с.

ПРОГРАММА МОДУЛЯ
[Современные ядерные технологии]

РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН
МОДУЛЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ 2
[Теория переноса излучений]

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Сурнев Виктор Борисович	д.ф.-м.н.	Профессор	Кафедра Физики высоко энергетических процессов

Рекомендовано учебно-методическим советом физико-технологического института
Протокол № 3 от 12.11.2020 г.

2. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ 2 [Теория переноса излучений]

2.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология (*ориентирована на передачу знаний и умений, обеспечивающая усвоение обучающимися содержания обучения, проверку и оценку его качества на репродуктивном уровне*);

2.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.3

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Уравнения переноса нейтронов, фотонов	Основные определения, вывод уравнений, переход в различные системы координат, приближения диффузии и квазидиффузии, метод сферических гармоник, P1-приближение, системы нейтронных констант, пробеги фотонов
2	Базовые методы решения уравнений переноса	Метод Монте-Карло, схема первого порядка точности, DSn-метод, TVD методы, угловые коэффициенты
3	Критические параметры и алгоритмы их определения	Приближение однократного рассеяния при расчете радиационных характеристик. Двухпоточные методы расчета радиационных характеристик. Метод статистического моделирования в теории переноса излучения
4	Итерационные методы для решения системы уравнений энергии и переноса излучения	Методы решения уравнения переноса прямой радиации. Закон Бугера. Асимптотические формулы теории переноса

2.3. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации

2.4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

[Теория переноса излучений]

Электронные ресурсы (издания)

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. Режим доступа:
<http://eor.edu.ru/>

Печатные издания

1. Смелов В.В. Лекции по теории переноса нейтронов. Атомиздат, 1978.

2. Зельдович Я.Б., Райзер Ю.П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. Наука. 1966.
3. Гусев В.Ю., Козманов М.Ю. Рачилов Е.Б. Метод решения неявных разностных уравнений, аппроксимирующих системы уравнений переноса и диффузии излучения. Наука, «Журнал вычислительной математики и математической физики», т.24, вып.12, 1984год
4. Михайлов, А.В. Войтишек. Численное статистическое моделирование. Методы Монте-Карло. М., Издательский центр «Академия», 2006.
5. А.Д.Гаджиев, В.Н.Селезнев, А.А.Шестаков. Dsn-метод с искусственной диссипацией и ВДМ-метод ускорения итераций для численного решения двумерного уравнения переноса теплового излучения в кинетической модели. ВАНТ, вып.4, с.33-46, 2003

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Информационная база данных по биомедицинской инженерии: <http://www.physionet.org>
2. Информационный портал Российского атомного сообщества: <http://www.atomic-energy.ru>
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека: <http://www.gpntb.ru>
4. Федеральный портал «Российское образование»: <http://www.edu.ru>
5. Библиотека УрФУ: <http://lib.urfu.ru>

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. Федеральный портал «Российское образование»: <http://www.edu.ru>
2. Библиотека УрФУ: <http://lib.urfu.ru>

2.5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 2

[Теория переноса излучений]

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Ф429

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1.	Лекционные	Столы письменные (малые) - 11 шт.,	Операционная система Windows

	<p>занятия, Практические занятия, Самостоятельная работа студентов</p>	<p>столы письменные (большие) - 6 шт., стулья - 34 шт., шкафы для бумаг - 2 шт., рабочее место преподавателя (стол, стул) - 1 шт., кафедра презентационная - 1 шт., Компьютер (HP 8200 Elite MidITower Core i3-2120 2GB DDR3 PC3-10600, 500GB SATA, DVD+ / -RW, keyboard, mouse, GigLAN, Win7Pro 32bit) - 1 шт., Монитор (DELL ST2220T 17") - 1 шт.,Проектор (NEC U310W) - 1 шт., Интерактивная доска (polyvision eno classic 2810 96") - 1 шт., Телевизионная панель (Samsung ME46B) - 1 шт., Документ-камера (AVerVision CP135) - 1 шт., Звуковое оборудование (Apar MAS). Неограниченный доступ к сети Интернет, аптечка, огнетушитель ОУ-5</p>	<p>XP– лицензия № 41251593, срок действия с 01.02.2017 по 01.02.2019; Браузер Google Chrome – свободное ПО; MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с.</p>
--	--	--	---

РАЗДЕЛ 2. ПРОГРАММЫ МОДУЛЯ
Современные ядерные технологии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ 3
Ядерная медицина

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Бажукова Ирина Николаевна	к.ф.-м.н.	доцент	Кафедра экспериментальной физики

2. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ 3 «ЯДЕРНАЯ МЕДИЦИНА»

2.1 Вариант реализации дисциплины

2.1.1. Читающее подразделение

Кафедра экспериментальной физики Физико-технологического института

2.1.2. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля

- Смешанная модель обучения с использованием онлайн-курса (ОК) УрФУ «Ядерная медицина» <https://openedu.ru/course/urfu/NUCMED/> и итоговой аттестацией в формате ОК/НТК;

2.1.3. Уровень реализуемой дисциплины Разноуровневое (дифференцированное) обучение (*организация образовательного процесса путем включения в учебный процесс заданий различного уровня сложности или различных типов задач (базовый, продвинутый) на основе учета индивидуально-типологических особенностей обучающихся*):

- Продвинутый уровень

2.1.4. Язык реализации:

- Русский

2.3. 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 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	Методы регистрации и детекторы ионизирующих

	средства ядерной медицины	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.
--	----------------------------------	--

2.4.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Ядерная медицина»:

Электронные ресурсы (издания)

1. Онлайн-курс УрФУ «Ядерная медицина» <https://openedu.ru/course/urfu/NUCMED/>
2. Электронный учебный курс, размещенный на LMS-платформе УрФУ (Moodle) <https://elearn.urfu.ru/>

Печатные издания

1. Е.И. Денисов. Производство радиоактивных изотопов для медицинского применения / Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2015. 94 с. (4 экз. в ЗНБ).

Основная литература

1. Кодина Г. Е., Красикова Р. Н. Методы получения радиофармацевтических препаратов и радионуклидных генераторов для ядерной медицины. М. : Издательский дом МЭИ, 2019. 281 с.
2. Скуридин В. С. Методы и технологии получения радиофармпрепаратов. Томск : Изд-во ТПУ, 2013 . 140 с.
3. Богородская М. А., Кодина Г. Е. Химическая технология радиофармацевтических препаратов. М. : ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2010. 454 с.
4. Климанов В.А. Радионуклидная диагностика: физические принципы и технологии. М. : ИД Интеллект, 2014. 328 с.
5. Беляев В.Н., Климанов В.А. Физика ядерной медицины. М.: НИЯУ МИФИ, 2012. 553 с.

Дополнительная литература

1. Линденбратен Л.Д., Королюк И.П. Медицинская радиология (основы лучевой диагностики и лучевой терапии). М: Медицина, 2000. 672 с.
2. Л.В. Жорина, Г.Н. Змиевской. Основы взаимодействия физических полей с биообъектами. Использование излучений в биологии и медицине: учебник для бакалавров вузов, обучающихся по направлению 201000 «Биотехнические системы и технологии». Москва: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. 376 с.
3. Нормы радиационной безопасности (НРБ-2009/99). М.: Минздрав России, 2009. 115 с.
4. Эмиссионная томография: основы ПЭТ и ОФЭКТ / под ред. Д. Арсвольда, М. Верника; пер. с англ. А. А. Хуторненко под ред. А. А. Лушниковой. Москва: Техносфера, 2009. 599 с.

5. Национальное руководство по радионуклидной диагностике (National Guide on Radionuclide Diagnostics) / под ред. Ю. Б. Лишманова, В. И. Чернова. Томск: STT, 2010. 688 с.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. База ядерно-физических данных. справочные данные по периодам полураспада, изотопным составам, атомным весам и относительным атомным массам элементов (<http://www.nist.gov/pml/data/nuclearphys.cfm>).
2. База данных по рентгеновскому и гамма-излучениям. справочные данные по величинам, характеризующим взаимодействие рентгеновского и гамма-излучений с элементарными и составными веществами (http://www.nist.gov/pml/data/xray_gammaray.cfm).
3. Интерактивная таблица нуклидов (<https://www-nds.iaea.org/relnsd/vcharthtml/VChartHTML.html>).

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.

2. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Ядерная медицина»:

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. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Аудитории интерактивных средств обучения (Ф-182, Ф-349)	<i>Не требуется</i>
2	Практические занятия	<ul style="list-style-type: none"> – Специализированная лаборатория по ядерной физике (Ф-246). – Специализированная лаборатория по дозиметрии излучений (Ф-250). – Ускорители заряженных частиц (кафедра экспериментальной физики). – Лабораторный стенд с гамма-камерой (кафедра экспериментальной физики). – Специализированное оборудование 	<i>Не требуется</i>

		Циклотронного центра ядерной медицины (кафедра экспериментальной физики).	
3	Самостоятельная работа студентов	Зональная научная библиотека УрФУ	<i>Не требуется</i>

**РАЗДЕЛ 2. ПРОГРАММЫ МОДУЛЯ
Современные ядерные технологии**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ 4
Физические основы лазерных технологий

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Байтимиров Дамир Рафисович	К.ф-м.н.	доцент	Кафедра Физики высоко энергетических процессов

2. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ 4

Физические основы лазерных технологий

2.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология (*ориентирована на передачу знаний и умений, обеспечивающая усвоение обучающимися содержания обучения, проверку и оценку его качества на репродуктивном уровне*);

2.3. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Спонтанное и вынужденное излучение Лазер.	Создание лазера. Спонтанное и вынужденное излучение, поглощение излучения, инверсия населенности. Лазер, трех- и четырехуровневые лазеры. Свойства лазерных пучков.
2	Оптические постоянные.	Оптические постоянные. Показатель преломления, показатель поглощения, коэффициент поглощения. Прохождение излучения через границу двух сред, формулы Френеля. Полное внутреннее отражение (ПВО), нарушенное ПВО.
3	Классическая и полуклассическая теория восприимчивости и поглощения излучения веществом	Классическая теория формы линии, понятие о временной и пространственной дисперсии. Соотношения Крамерса-Кронига. Полуклассическая теория взаимодействия электромагнитного излучения с веществом. Вероятности переходов. Разрешенные и запрещенные переходы в электродипольном приближении.
4	Квантовая теория восприимчивости	Квантовая теория восприимчивости в отсутствие и при наличии затухания. Сравнение с классической теорией. Коэффициенты Эйнштейна. Силы осцилляторов. Правило сумм. Теория простых оптических процессов. Поглощение и усиление излучения в среде. Механизмы уширения линии.
5	Теория поглощения и усиления излучения в среде.	Теория поглощения и усиления излучения в среде. Механизмы уширения линии. Связь коэффициентов Эйнштейна и коэффициента поглощения. Инверсия населенностей. Лазер. Накачка. Естественная ширина линии. Однородное и неоднородное уширение. Допплеровское уширение. Гауссова и лоренцева функции формы линии. Ударное (столкновительное) уширение. Ширина линии в твердом теле газе, жидкости. Свертка функций. Ширина линии для различных механизмов уширения.
6	Многослойные диэлектрические покрытия. Интерферометр Фабри-Перо.	Уравнения Максвелла. Граничные условия, Вектор Пойнтинга. Пропускание, отражение фазовая толщина. Просветления оптики, интерференционные зеркала, применение в лазерной технике. Интерферометр Фабри-Перо, его спектральная характеристика, зона дисперсии,

		резкость, разрешающая способность, свободная спектральная зона.
7	Оптические резонаторы	Пассивные оптические резонаторы. Закрытые и открытые резонаторы, поле в резонаторах. Время жизни фотона, добротность резонатора, спектр излучения. Приближенная теория плоскопараллельного резонатора. Стационарная конфигурация поля, мода. Особенности лазерных резонаторов. Плотность мод. Резонатор Фабри-Перо. Концентрический, конфокальный, резонаторы. Устойчивые и неустойчивые резонаторы. Время жизни фотона, добротность резонатора. Спектр излучения резонатора. Плоскопараллельный резонатор. Стоячая волна. Продольные и поперечные моды.
8	Волновая и матричная теория оптического резонатора, классификация мод.	Принцип Гюйгенса-Френеля. Формула Кирхгофа, приближенная форма уравнения Кирхгофа. Теория Фокса и Ли для плоскопараллельного резонатора число Френеля, классификация мод. Решение для конфокального резонатора, пространственное распределение поля, гауссовы пучки. Применение матричной формулировки геометрической оптики к формированию и распространению лазерных пучков, закон АВСД. Рэлеевская длина, комплексный параметр пучка, фокусировка гауссова пучка тонкой линзой. Обобщенный сферический резонатор, устойчивость резонаторов.
9	Режимы работы лазеров.	Скоростные уравнения. Четырех- и трехуровневый лазер. Режимы работы. Оптимальная связь на выходе лазера. Перестройка частоты генерации. Одно- и многомодовая генерация. Селекция мод. Эталон Фабри-Перо. Затягивание частоты. Предел монохроматичности. Провал Лэмба. Стабилизация частоты. Релаксационные колебания. Пичковый режим. Модуляция добротности. Синхронизация мод. Режимы генерации. Разгрузка резонатора.
10	Процессы накачки	Процессы накачки; оптическая, электрическая, химическая и газодинамическая накачка. Реализация оптической накачки в твердотельных и жидкостных лазерах, электрическая накачка в полупроводниковых и газовых лазерах
11	Основные типы лазеров.	Твердотельные, газовые лазеры, лазеры на красителях, химические, полупроводниковые, лазеры на центрах окраски, лазеры на свободных электронах, гамма- и рентгеновские лазеры.
12	Нелинейные эффекты. Применение лазеров.	Нелинейные эффекты, наблюдающиеся в сильных световых полях. Применение лазеров в спектроскопии, фотохимии, биологии, медицине, термоядерном синтезе, обработке материалов, метрологии, передаче информации, голографии, военном деле.

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина **Физические основы лазерных технологий:**

Электронные ресурсы (издания)

1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики / Д.В. Сивухин .— 5-е изд., стер. — Москва:

Физматлит, 2009 .— 655 с. — ISBN 978-5-9221-0673-3 .—

<URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82998>>.

2. Вейко, В. П. Взаимодействие лазерного излучения с веществом / В.П. Вейко; М.Н. Либенсон; Г.Г. Червяков; Е.Б. Яковлев.— Москва: Физматлит, 2008.— 308 с. — ISBN 978-5-9221-0934-5 — <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68145>>.

3. Ландсберг, Г. С. Оптика / Г.С. Ландсберг .— 6-е изд., стереот. — Москва: Физматлит, 2010. — 848 с. — ISBN 978-5-9221-0314-5 .—

<URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82969>>.

4. Ремпель, С. В. Основы оптики / Ремпель С.В. — УМК .— 2013 .— В рамках указанной дисциплины предполагается изучение основных физических принципов излучения, распространения и взаимодействия с веществом электромагнитного поля оптического диапазона. Подробно изучаются явления интерференции, дифракции, поляризации и рассеяния света. Уделяется внимание основным эффектам нелинейной оптики и их применениям в технике. Эти знания позволят понять принципы работы и изготовления оптических приборов и систем. — в корпоративной сети УрФУ .—

<URL:http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=11833>.

Печатные издания

1. Звелто, Орацио. Принципы лазеров = Principles of lasers / О. Звелто; Пер. с англ. Е. В. Сорокина и др.; Под ред. Т. А. Шмаонова .— 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Мир, 1990 .— 558 с.: ил. — Парал. загл. англ. — ISBN 5-03-001053-X : 4-00 .— 35-00.

2. Стафеев, Сергей Константинович. Основы оптики : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям "Физика" (510400), "Приклад. математика и физика" (511600), "Оптотехника" (551900), "Приборостроение" (551500) и др. физ. и техн. направлениям подгот. / С. К. Стафеев, К. К. Боярский, Г. Л. Башнина .— Москва ; Санкт-Петербург ; Нижний Новгород [и др.] : Питер, 2006 .— 336 с. — Рекомендовано в качестве учебного пособия .— ISBN 5-469-00846-0.

3. Карлов, Николай Васильевич. Лекции по квантовой электронике / Н. В. Карлов .— 2-е изд., испр. и доп. — М.: Наука, 1988 .— 335с. — без грифа .— 2.20.

4. Прикладная физическая оптика : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Оптотехника" / И. М. Нагибина, В. А. Москалев, Н. А. Полушкина, В. Л. Рудин .— 2-е изд., испр. и доп. — М. : Высшая школа, 2002 .— 565 с. : ил. ; 21 см .— Библиогр.: с. 562-563. — ISBN 5-06-004039-9 : 172.80.

5. Сивухин, Д. В. Общий курс физики / Д.В. Сивухин .— 2-е изд., стереот. — Москва : Физматлит, 2002 .— 783 с. ISBN 5-9221-0230-3 .—

<URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82991>>

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

4. База ядерно-физических данных. справочные данные по периодам полураспада, изотопным составам, атомным весам и относительным атомным массам элементов (<http://www.nist.gov/pml/data/nuclearphys.cfm>).

5. База данных по рентгеновскому и гамма-излучениям. справочные данные по величинам, характеризующим взаимодействие рентгеновского и гамма-излучений с элементарными и составными веществами (http://www.nist.gov/pml/data/xray_gammaray.cfm).

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

- Зональная научная библиотека УрФУ со свободным доступом по студенческому билету для студентов УрФУ (<http://lib.urfu.ru/>);
- Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ (<http://study.urfu.ru/>);

4. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Ядерная медицина»:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Ф429

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. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекционные занятия Практические занятия, Самостоятельная работа студентов	Столы письменные (малые) - 11 шт., столы письменные (большие) - 6 шт., стулья - 34 шт., шкафы для бумаг - 2 шт., рабочее место преподавателя (стол, стул) - 1 шт., кафедра презентационная - 1 шт., Компьютер (HP 8200 Elite MidITower Core i3-2120 2GB DDR3 PC3-10600, 500GB SATA, DVD+ / -RW, keyboard, mouse, GigLAN, Win7Pro 32bit) - 1 шт., Монитор (DELL ST2220T 17") - 1 шт., Проектор (NEC U310W) - 1 шт., Интерактивная доска (polyvision eno classic 2810 96") - 1 шт., Телевизионная панель (Samsung ME46B) - 1 шт., Документ-камера (AVerVision CP135) - 1 шт., Звуковое оборудование (Apart MAS). Неограниченный доступ к сети Интернет, аптечка, огнетушитель ОУ-5	Операционная система Windows XP– лицензия № 41251593, срок действия с 01.02.2017 по 01.02.2019; Браузер Google Chrome – свободное ПО; MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с.