

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
1144087	Теоретическая физика

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Ядерные физика и технологии	Код ОП 1. 14.03.02/33.01
Направление подготовки 1. Ядерные физика и технологии	Код направления и уровня подготовки 1. 14.03.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Байтимиров Дамир Рафисович	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	Физики высокоэнергетических процессов

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Теоретическая физика

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «Теоретическая физика» состоит из трех дисциплин «Электродинамика», «Квантовая механика» и «Ядерная физика», изучается на 5-6 семестрах. Дисциплины, входящие в модуль, позволяют студентам ознакомиться с основными понятиями и фундаментальными положениями специальных разделов физики, необходимых для дальнейшего профильного обучения. Дисциплина «Электродинамика» предполагает изучение законов движения электромагнитного поля, взаимодействующего с веществом. Курс «Квантовой механики» предполагает изучение основных понятий, положений и принципов квантовой механики, рассматривает ее применение на примерах простых модельных задач. Курс «Ядерной физики» состоит из лекционных, практических и лабораторных занятий и является базой для понимания процессов, протекающих на уровне ядерной подсистемы, и являющихся источниками формирования физических полей ионизирующих излучений.

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	Квантовая механика	4
2	Электродинамика	4
3	Ядерная физика	4
ИТОГО по модулю:		12

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

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

Квантовая механика	ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества	<p>З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и решении задач профессиональной деятельности знаний</p> <p>У-1 - Использовать понятийный аппарат и терминологию основных закономерностей развития природы, человека и общества при формулировании и решении задач профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Работая в команде, формулировать и решать задачи в рамках поставленного задания, относящиеся к области профессиональной деятельности</p> <p>Д-1 - Демонстрировать умение эффективно работать в команде</p>
Электродинамика	ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества	<p>З-1 - Привести примеры основных закономерностей развития природы, человека и общества</p> <p>У-2 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности на основе фундаментальных естественнонаучных знаний</p> <p>П-1 - Работая в команде, формулировать и решать задачи в рамках поставленного задания, относящиеся к области профессиональной деятельности</p> <p>Д-1 - Демонстрировать умение эффективно работать в команде</p>
Ядерная физика	ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества	<p>З-1 - Привести примеры основных закономерностей развития природы, человека и общества</p> <p>З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и решении задач профессиональной деятельности знаний</p> <p>У-1 - Использовать понятийный аппарат и терминологию основных закономерностей развития природы, человека и общества при формулировании и решении задач профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности на</p>

		<p>основе фундаментальных естественнонаучных знаний</p> <p>П-1 - Работая в команде, формулировать и решать задачи в рамках поставленного задания, относящиеся к области профессиональной деятельности</p> <p>Д-1 - Демонстрировать умение эффективно работать в команде</p>
--	--	---

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Квантовая механика

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Кислов Алексей Николаевич	доктор физико- математических наук, доцент	Заведующий кафедрой	строительной механики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 9 от 14.05.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Кислов Алексей Николаевич, Заведующий кафедрой, строительной механики

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 (Предпосылки к созданию квантовой механики)	Исторический обзор фундаментальных экспериментов, сыгравших важную роль в становлении квантовой теории. Корпускулярно-волновой дуализм и дискретность значений некоторых физических величин.
P2	Математический аппарат квантовой механики	Абстрактное гильбертово пространство. Линейные операторы. Собственные векторы и собственные значения оператора. Представления векторов и операторов. Изменение представления.
P3	Основные понятия и положения квантовой механики	Постулаты квантовой механики. Правила квантования. Соотношение неопределенностей для физических величин. Координатное представление. Импульсное представление.
P4	Квантовая динамика	Изменение квантовых состояний во времени. Зависимость физических величин от времени. Уравнение Шредингера. Стационарные состояния.

P5	Элементарные применения квантовой механики (на примере одномерного движения частицы)	Свободное движение частицы. Частица в потенциальном силовом поле прямоугольной формы. Линейный гармонический осциллятор. Движение частицы в периодическом поле.
P6	Момент количества движения	Общие свойства оператора углового момента. Векторное сложение двух моментов. Кoeffициенты Клебша-Гордона. Орбитальный момент и сферические функции. Собственный момент и матрицы Паули. Полный угловой момент.
P7	Движение в сферически симметричном поле	Особенности движения частицы в поле центральных сил. Свободное вращательное движение частицы. Движение электрона в кулоновском поле. Спектр энергии и вид волновых функций стационарных состояний водородоподобного атома.
P8	Приближенные методы решения уравнения Шредингера	Стационарная теория возмущений. Простейшие приложения стационарной теории возмущений. Нестационарная теория возмущений и элементы теории квантовых переходов. Вариационный метод.
P9	Принцип тождественности частиц	Принцип тождественности частиц: бозоны и фермионы. Многочастичные волновые функции для систем бозонов и фермионов.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология самостоятельной работы	ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы,	Д-1 - Демонстрировать умение эффективно работать в команде

			человека и общества	
--	--	--	---------------------	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Квантовая механика

Электронные ресурсы (издания)

1. Елютин, П. В.; Квантовая механика с задачами : сборник задач и упражнений.; Физматлит, Москва; 2001; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68967> (Электронное издание)
2. Котельников, В. А.; Модельная нерелятивистская квантовая механика; Физматлит, Москва; 2008; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68964> (Электронное издание)
3. Соколов, А. А.; Введение в квантовую механику : монография.; Физматгиз, Москва; 1958; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=257427> (Электронное издание)
4. Киселёв, В. В.; Квантовая механика: курс лекций : курс лекций.; МЦНМО, Москва; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=62965> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Ландау, Л. Д., Берестецкий, В. Б., Лифшиц, Е. М., Питаевский, Л. П.; Теоретическая физика : Учеб. пособие для физ. спец. ун-тов: В 10 т. Т. 4. Квантовая электродинамика; Наука, Москва; 1989 (32 экз.)
2. Валишев, М. Г., Повзнер, А. А., Сидоренко, Ф. А.; Курс общей физики : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по техническим направлениям подготовки и специальностям. Ч. 6. Квантовая оптика. Квантовая механика. Атом водорода. Многоэлектронные атомы; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2007 (25 экз.)
3. Ландау, Л. Д., Пиастровский, Л. П.; Теоретическая физика : Учеб. пособие для физ. спец. ун-тов : В 10 т. Т. 3. Квантовая механика. Нерелятивистская теория.- 4-е изд., испр. ; Наука, Москва; 1989 (34 экз.)
4. Кислов, А. Н., Зверев, В. В.; Нерелятивистская квантовая механика : учебник для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 14.03.02 - Ядерная физика и технологии и по специальности 14.05.04 - Электроника и автоматика физических установок.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020 (10 экз.)
5. Зелевинский, В. Г.; Лекции по квантовой механике : Учеб. пособие.; Сибирское университетское издательство, Новосибирск; 2002 (6 экз.)
6. Блохинцев, Д. И.; Основы квантовой механики : Учеб. пособие для вузов.; Наука, Москва; 1983 (21 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

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. <http://window.edu.ru/library> Электронная библиотека Федерального портала по российскому образованию.
2. <http://www.bibliorossica.com>. Тестовый доступ к ресурсам библиотеки «БиблиоРоссика» от американского издательства Academic Studies Press (Бостон, США).
3. <http://lib2.urfu.ru/rus/news/> Зональная научная библиотека УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина.
4. <http://www.informika.ru/projects/infotech/window/> Федеральный портал «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»
5. <http://www.valley.ru/-nicr/listrum.htm> Список библиотек, доступных в Интернет и входящих в проект «Либнет».
6. <http://elementy.ru/law/vuz.htm> Научно-популярный проект «Элементы»
7. <http://atomicexpert.com> Журнал «Атомный эксперт», электронный ресурс

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Квантовая механика

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 Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Matlab R2015a + Simulink

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Электродинамика

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Зверев Владимир Владимирович	д.ф.-м.н., доцент	профессор	Теоретической физики и прикладной математики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 9 от 14.05.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Зверев Владимир Владимирович, профессор, Теоретической физики и прикладной математики

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	Уравнения Максвелла	Уравнения Максвелла в дифференциальной форме в абсолютной (гауссовой) системе единиц СГС. Связь между напряженностями электрического и магнитного полей и соответствующими индукциями. Электрическая и магнитная поляризации. Случай линейной связи между напряженностями полей и индукциями, электрическая и магнитная восприимчивости. Выражение для силы Лоренца. Уравнения Максвелла в интегральной форме. Уравнения Максвелла в рационализованной системе единиц МКСА (системе СИ). Электрическая и магнитная проницаемости вакуума. Правила перехода между системами единиц.
P2	Обобщенные функции	Обращение преобразования разложения в ряд Фурье; идея введения дельта-функции. Использование дельта-функции для представления пространственной плотности заряда и плотности тока в случае системы точечных частиц. Использование дельта-функции при интегрировании по

		<p>пространственным переменным. Примеры выполнения действий с использованием обобщенных функций, построенных на основе дельта-функции. Правила "снятия" интегралов для случаев, когда подынтегральная функция содержит дельта-функцию, аргументом которой является линейная функция; дифференцируемая функция, обращающаяся в ноль.</p>
P3	<p>Электрическая поляризация в диэлектриках</p>	<p>Физическая природа электрической поляризации диэлектриков. Коэффициент поляризации (диэлектрическая восприимчивость) и диэлектрическая проницаемость. Плотность нескомпенсированного (связанного) заряда, ее связь с плотностью поляризации.</p>
P4	<p>Магнитная поляризация и магнитная проницаемость</p>	<p>Физическая природа магнитной поляризации магнетиков. Магнитные моменты атомов с точки зрения классической и квантовой физики. Орбитальные и собственные (спиновые) моменты электронов. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Плотность тока поляризации и плотность тока намагничения. Уравнение непрерывности для плотности тока поляризации. Связь между полем намагничения и распределением магнитных моментов атомов. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость.</p>
P5	<p>Закон Ома в дифференц. форме</p>	<p>Закон Ома в дифференциальной форме. Поле сторонних сил; ЭДС. Проводимость изотропной и анизотропной среды.</p>
P6	<p>Условия на границах раздела сред</p>	<p>Условия на границе раздела сред; их вывод из уравнений Максвелла в интегральной форме. Поверхностные плотность зарядов и плотность токов.</p>
P7	<p>Плотность силы Лоренца. Энергия поля</p>	<p>Плотности силы Лоренца, выраженная через плотность зарядов и плотность токов. Плотность мощности, связанной с работой силы Лоренца; полная мощность для некоторой области. Уравнение баланса энергии, учитывающее поток энергии через граничную поверхность. Плотность энергии электромагнитного поля. Вектор Умова-Пойнтинга.</p>
P8	<p>Электростатическое поле</p>	<p>Уравнения электростатики. Введение скалярного потенциала электростатического поля; уравнение Пуассона для</p>

		<p>потенциала. Решение в случае одиночного точечного заряда; системы зарядов. Представление уравнения Пуассона в форме уравнения для функции Грина. Решение уравнения для функции Грина. Выражение для потенциала, создаваемого непрерывным распределением зарядов. Энергия электростатического взаимодействия зарядов (случаи непрерывного распределения зарядов, системы точечных зарядов).</p> <p>Мультипольное разложение для электростатического потенциала. Член, связанный с наличием нескомпенсированного заряда, дипольный и квадрупольный члены. Общий вид мультипольного разложения, записанного с использованием полиномов и присоединенных полиномов (функций) Лежандра; с помощью сферических функций. Мультипольное разложение для энергии системы зарядов, находящихся во внешнем поле; силы, действующей на систему зарядов. Энергия взаимодействия двух систем зарядов.</p> <p>Потенциал двойного слоя. Связь между потенциалом в некоторой точке пространства и телесным углом, под которым поверхность видна из этой точки. Скачок потенциала на поверхности двойного слоя.</p> <p>Потенциал поля связанных зарядов; его связь с поляризацией среды. Вектор Герца.</p> <p>Решение уравнения Лапласа в сферических координатах. Запись общего решения в виде ряда с использованием присоединенных полиномов (функций) Лежандра. Асимптотическое поведение отдельных членов ряда при стремлении радиальной переменной к нулю; к бесконечности.</p> <p>Проводник во внешнем электростатическом поле. Электрическое поле, скалярный потенциал, плотность зарядов внутри проводника. Поверхностное распределение зарядов. Граничное условие на поверхности проводника. Задача о проводящем шаре, помещенном во внешнее</p>
--	--	---

		<p>электрическое поле, которое вдали от шара является однородным. Потенциал вблизи шара, распределение заряда на поверхности шара, дипольный момент шара.</p> <p>Задача о шаре из диэлектрика, помещенном во внешнее электрическое поле, являющееся вдали от шара однородным. Граничные условия на поверхности диэлектрика. Потенциал вблизи шара, во внутренних точках шара. Плотность поляризации диэлектрика, дипольный момент шара, поверхностный заряд.</p> <p>Метод отражений. Поле, создаваемое точечным зарядом, находящимся вблизи плоской граничной поверхности проводника, который заполняет полупространство.</p>
P9	<p>Векторный потенциал.</p> <p>Калибровочная инвариантность</p>	<p>Введение векторного потенциала. Калибровочное преобразование и калибровочная инвариантность.</p> <p>Калибровка Кулона и калибровка Лоренца.</p>
P10	<p>Магнитостатическое поле</p>	<p>Уравнения магнитостатики. Векторный потенциал. Уравнение Пуассона для векторного потенциала; его решение. Закон Био-Савара.</p> <p>Мультипольное разложение для векторного потенциала в магнитостатическом приближении. Магнитно-дипольный вклад в векторный потенциал. Магнитный момент системы движущихся зарядов; его связь с механическим моментом.</p> <p>Силы, действующие на магнитный диполь. Уравнение движения магнитного момента, находящегося во внешнем магнитном поле. Ларморовская прецессия. Гиромагнитное отношение. Добавление в уравнение движения членов релаксации (трения). Магнитный резонанс.</p> <p>Векторный потенциал, описывающий поле однородно намагниченной среды. Уравнение Пуассона для магнитного вектора Герца; его решение. Скалярный магнитный потенциал. Магнитные заряды. Энергия магнитного поля и энергия взаимодействия стационарных токов.</p>
P11	<p>Волновые решения уравнений Максвелла</p>	<p>Волновые решения уравнений Максвелла. Волновые уравнения для электрического и магнитного полей. Плоская волна в пространстве. Волновой вектор; его связь с частотой</p>

		<p>колебаний (случай волны в вакууме). Связь между направлениями волнового вектора, векторов электрического и магнитного поля.</p> <p>Волновые уравнения для потенциалов. Поле, создаваемое неподвижным точечным зарядом, величина которого зависит от времени. Сферические волны. Опережающее и запаздывающее решения. Отбор решения, удовлетворяющего принципу причинности. Общие выражения для скалярного и векторного потенциалов, создаваемых зависящими от времени распределениями зарядов и токов, с учетом эффекта запаздывания.</p> <p>Поле, создаваемое точечным зарядом, движущимся по заданной траектории. Потенциалы Лиенара-Вихерта. Связь между спектральными компонентами потенциалов и плотностей зарядов (плотностей токов). Спектральные функции (фурье-образы) потенциалов полей, создаваемых одиночным движущимся зарядом. Явные выражения для напряженностей полей, создаваемых движущимся зарядом.</p> <p>Поле, создаваемое зарядом, движущимся равномерно. Поле излучения, порождаемое зарядом, движущимся ускоренно.</p> <p>Поле, создаваемое системой движущихся зарядов, вдали от области локализации. Отбор члена мультипольного разложения, убывающего с ростом расстояния наиболее медленно. Электрическое и магнитное поле, выраженные через скорость изменения векторного потенциала. Напряженности поля излучения в дипольном приближении.</p> <p>Перенос энергии при дипольном излучении: энергия, излучаемая в заданный телесный угол в единицу времени; полная мощность (интенсивность) излучения.</p> <p>Электрическое квадрупольное и магнитное дипольное излучение; соответствующие вклады в векторный потенциал, электрическое и магнитное поле, полную интенсивность излучения.</p> <p>Значения электрического и магнитного полей с точки зрения неподвижного наблюдателя и наблюдателя, движущегося с</p>
--	--	---

		<p>постоянной скоростью. Постулаты теории относительности. Инерционные системы отсчета; преобразование Лоренца. Формулы, связывающие значения полей, соответствующие различным инерционным системам отсчета. Инвариантность некоторых условий, налагаемых на значения полей.</p>
P12	<p>Переменное электромагнитное поле в однородной среде</p>	<p>Переменное электромагнитное поле в однородной среде. Приближение линейного отклика. Диэлектрическая и магнитная проницаемости, зависящие от частоты. Вещественная и мнимая части диэлектрической проницаемости. Связь между мнимой частью диэлектрической проницаемости и проводимостью среды. Соотношения Крамерса-Кронига. Монохроматическое электромагнитное поле и плоская волна в среде. Связь между волновым вектором и частотой. Коэффициент преломления, фазовая скорость волны. Отражение и преломление электромагнитных волн на границе раздела двух сред: равенство углов падения и отражения, закон Снеллиуса, явные выражения для амплитуд электрического поля отраженной и преломленной волн. Метаматериалы. Скин-эффект.</p>
P13	<p>Электродинамика и теория относительности</p>	<p>Скорость распространения взаимодействия. Принцип относительности в классической физике. Инерциальные системы отсчета. Преобразование Галилея. Гипотеза эфира. Опыт Майкельсона-Морли. Принцип относительности Эйнштейна. Интервал. Преобразования Лоренца. Световой конус. 4-векторы и 4-тензоры. Релятивистские энергия и импульс. Уравнение движения релятивистской заряженной частицы в электромагнитном поле. Связь между энергией и импульсом частицы. Зависимость энергии от времени. 4-тензор электромагнитного поля. Законы сохранения. Волновые уравнения для потенциалов в 4-векторной форме. Уравнения Максвелла. Закон сохранения заряда. Закон сохранения энергии-импульса.</p>

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология самостоятельной работы	ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества	Д-1 - Демонстрировать умение эффективно работать в команде

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электродинамика

Электронные ресурсы (издания)

1. Барыбин, А. А.; Электродинамика волноведущих структур: теория возбуждения и связи волн : монография.; Физматлит, Москва; 2007; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76669> (Электронное издание)
2. Сивухин, Д. В.; Общий курс физики : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2005; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82978> (Электронное издание)
3. Яворский, Б. М., Дик, Ю. И.; Основы физики : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2003; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76738> (Электронное издание)
4. Гуревич, Л. Э.; Электродинамика 1. Микроскопическая электродинамика; Издание Ленинградского государственного университета, Ленинград; 1940; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=114098> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Савельев, И. В.; Основы теоретической физики : В 2 т. Т. 1. Механика. Электродинамика; Наука, Москва; 1991 (38 экз.)
2. Терлецкий, Я. П., Рыбаков, Ю. П.; Электродинамика : Учеб. пособие.; Высшая школа, Москва; 1990 (14 экз.)
3. Иродов, И. Е.; Электромагнетизм. Основные законы : Учеб. пособие для студентов вузов.; Физматлит, Москва; 2000 (46 экз.)

4. Ландау, Л. Д., Берестецкий, В. Б., Лифшиц, Е. М., Питаевский, Л. П.; Теоретическая физика : Учеб. пособие для физ. спец. ун-тов: В 10 т. Т. 4. Квантовая электродинамика; Наука, Москва; 1989 (32 экз.)
5. Бредов, М. М., Топтыгин, И. Н.; Классическая электродинамика : Учеб. пособие для студентов физ. спец. вузов.; Наука, Москва; 1985 (52 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

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. <http://window.edu.ru/library> Электронная библиотека Федерального портала по российскому образованию.
2. <http://www.bibliorossica.com>. Тестовый доступ к ресурсам библиотеки «БиблиоРоссика» от американского издательства Academic Studies Press (Бостон, США).
3. <http://lib2.urfu.ru/rus/news/> Зональная научная библиотека УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина.
4. <http://www.informika.ru/projects/infotech/window/> Федеральный портал «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»
5. <http://www.valley.ru/-nicr/listrum.htm> Список библиотек, доступных в Интернет и входящих в проект «Либнет».
6. <http://elementy.ru/law/vuz.htm> Научно-популярный проект «Элементы»
7. <http://atomicexpert.com> Журнал «Атомный эксперт», электронный ресурс

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электродинамика

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	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		Периферийное устройство	
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Matlab R2015a + Simulink</p>

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Ядерная физика

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

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

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 9 от 14.05.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **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
P1	Введение	История развития ядерной физики. Краткая характеристика дисциплины, ее цели, задачи, объем, содержание, порядок изучения материала, связь с другими дисциплинами учебного плана и место в подготовке бакалавров по направлению биотехнические системы и технологии. Формы контроля самостоятельной работы. Характеристика учебной литературы.
P2	Свойства атомных ядер	2.1. Масса, энергия, заряд ядер. Связь массы и энергии. 2.2. Энергия связи и устойчивость ядер. Удельная энергия связи. Энергия связи ядра относительно составных частей. Нуклоностабильные ядра. 2.3. Радиус ядра. Анализ формулы Вейцеккера. Рассеяние быстрых нейтронов на ядрах. Мезоатомы. Рассеяние быстрых электронов на ядрах. 2.4. Спин и магнитный момент нуклонов и ядер. Эффекты Пашена – Бака и Зеемана. Определение спина ядра методом

		молекулярных пучков. Метод магнитного резонанса Раби.
P3	Модели ядер	3.1. Капельная модель ядра. 3.2. Модель ядерных оболочек. 3.3. Обобщённая модель ядра.
P4	Радиоактивные превращения ядер	4.1. Общие закономерности распада ядер 4.2. α -распад ядер. 4.3. β -распад ядер. 4.4. γ -излучение ядер.
P5	Взаимодействие излучения с веществом	5.1. Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Формула Бете-Блоха. Связь пробега с энергией. Тормозное излучение. Излучение Вавилова-Черенкова. Переходное излучение. Синхротронное излучение. Упругое рассеяние заряженных частиц. Формула Резерфорда. Многократное рассеяние. Особенности ослабления β - излучения в веществе. 5.2. Взаимодействие γ -квантов с веществом. Фотоэффект. Комптоновский эффект. Эффект образования пар. Ослабление γ - излучения в веществе.
P6	Ядерные взаимодействия (реакции)	6.1. Обозначение и классификация, основные параметры ядерных реакций. 6.2. Законы сохранения, кинематика и порог ядерных реакций. 6.3. Механизмы протекания ядерных реакций. Прямые ядерные реакции. Механизм составного ядра (Боровская теория ядерных реакций). Уровни энергии промежуточного ядра. Сечение образования промежуточного ядра в нерезонансной области. Принцип детального равновесия. Сечение образования ядра в резонансной области (формулы Брейта – Вигнера). 6.4. Особенности ядерных реакций под действием заряженных частиц 6.5. Роль центробежного барьера в ядерных реакциях 6.6. Роль процесса ионизации в ядерных реакциях 6.7. Ядерные реакции под действием заряженных частиц. Реакции под действием α - частиц. Реакции под действием

		<p>протонов.</p> <p>6.8. Ядерные реакции под действием нейтронов. Радиационный захват нейтронов. Реакции с образованием протонов. Реакции с образованием α - частиц. Реакции деления. Реакции с образованием нуклонов. Неупругое рассеяние нейтронов. Упругое рассеяние нейтронов.</p> <p>6.9. Замедление нейтронов.</p> <p>6.10. Реакция деления ядер. Элементарная теория деления ядер. Механизм реакции деления.</p> <p>6.11. Ядерные реакции под действием гамма – квантов.</p> <p>6.12. Термоядерные реакции.</p>
Р7	Физика элементарных частиц	<p>7.1. Сведения об элементарных частицах.</p> <p>7.2. Экспериментальные исследования структуры элементарных частиц.</p> <p>7.3. Кванты полей взаимодействия.</p> <p>7.4. Кварки.</p> <p>7.5. Лептоны.</p> <p>7.6. Сбегающиеся константы и великое объединение.</p> <p>7.7. Симметрия в мире элементарных частиц.</p>

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология самостоятельной работы	ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества	Д-1 - Демонстрировать умение эффективно работать в команде

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Ядерная физика

Электронные ресурсы (издания)

1. Сивухин, Д. В.; Общий курс физики : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2005; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82978> (Электронное издание)
2. Широков, Ю. М., Мамонтова, Н. А.; Ядерная физика : учебное пособие.; Наука, Москва; 1980; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450094> (Электронное издание)
3. Ракобольская, И. В., Петухов, В. А.; Ядерная физика; Московский университет, Москва; 1971; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483311> (Электронное издание)
4. ; Общая физика: молекулярная физика и термодинамика. Атомная, квантовая и ядерная физика. Физика твёрдого тела : учебное пособие.; Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), Тамбов; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277709> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Радченко, В. И., Рябухин, О. В., Петров, В. Л.; Ядерная физика : учебное пособие. Ч. 1. ; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2007 (49 экз.)
2. Сивухин, Д. В.; Общий курс физики : Учеб. пособие для вузов: В 5 т. Т. 5. Атомная и ядерная физика, ч. 1: Атомная физика; Наука, Москва; 1986 (11 экз.)
3. Широков, Ю. М.; Ядерная физика : учеб. пособие для физ. специальностей вузов.; Наука, Москва; 1980 (33 экз.)
4. Климов, А. Н.; Ядерная физика и ядерные реакторы : Учеб. для инж.-физ. спец. вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1985 (22 экз.)
5. Мухин, К. Н., Алферов, Ж. И.; Экспериментальная ядерная физика : учебник : [в 3 т.]. Т. 1. Физика атомного ядра; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2008 (18 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

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. <http://window.edu.ru/library> Электронная библиотека Федерального портала по российскому образованию.
2. <http://www.bibliorossica.com>. Тестовый доступ к ресурсам библиотеки «БиблиоРоссика» от американского издательства Academic Studies Press (Бостон, США).
3. <http://lib2.urfu.ru/rus/news/> Зональная научная библиотека УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина.

4. <http://www.informika.ru/projects/infotech/window/> Федеральный портал «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»
5. <http://www.valley.ru/-nicr/listrum.htm> Список библиотек, доступных в Интернет и входящих в проект «Либнет».
6. <http://elementy.ru/law/vuz.htm> Научно-популярный проект «Элементы»
7. <http://atomicexpert.com> Журнал «Атомный эксперт», электронный ресурс

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Ядерная физика

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 Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
--	--	--	--