

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета инженерно-физического
факультета высоких технологий
от « 18 » мая 2021 г., протокол № 10

Председатель _____ /В.В. Рыбин/
(подпись)
« 18 » мая 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Атомная и ядерная физика
Факультет	Инженерно-физический факультет высоких технологий
Кафедра	Кафедра физического материаловедения
Курс	3

Направление (специальность): **28.03.02 «Наноинженерия»**
код направления (специальности), полное наименование

Направленность
(профиль/специализация) **Нанотехнологии и наноматериалы**
полное наименование

Форма обучения **очная**
очная, заочная, очно-заочная (указать только те, которые реализуются)

Дата введения в учебный процесс УлГУ: **«01» сентября 2021 г.**

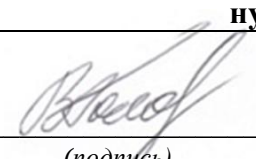
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20____ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20____ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20____ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Калашников Е.Г.	Кафедра физического материала- ловедения	к.ф.-м.н., доцент кафедры

СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой Физического ма- териаловедения, реализующей дисципли- ну
 _____ /В.Н. Голованов/ (подпись) (ФИО)
« 30 » апреля 2021 г.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ
в рабочую программу дисциплины «Атомная и ядерная физика»

Направление (специальность): **28.03.02 «Наноинженерия»**
Направленность (профиль/специализация) **Нанотехнологии и наноматериалы**

Форма обучения: **очная**

№ п/п	Содержание изменения или ссылка на прилагаемый текст изменения	ФИО заведующего кафедрой, реализующей дисциплину/ выпускающей кафедрой	Подпись	Дата

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины: познакомить студентов с физическими основаниями квантовой теории, дать представление о математическом аппарате волновой механики, научить использовать квантовые представления в приложении к атомам и составляющим их элементарным частицам.

Задачи освоения дисциплины: изучение основных экспериментальных результатов и теоретических методов описания явлений, связанных со строением, свойствами и превращениями атомов, электронной оболочки, атомных ядер и элементарных частиц на основании квантово-механических закономерностей и моделей.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Атомная и ядерная физика» относится к базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы (ОПОП), устанавливаемой вузом. Данная дисциплина является одной из основополагающих дисциплин в системе подготовки бакалавра по направлению 28.03.02 «Наноинженерия». В рамках данной дисциплины рассматриваются основы механики материалов и основы надежности и долговечности конструкций. Дисциплина читается в пятом семестре третьего курса студентам очной формы обучения и базируется на отдельных компонентах компетенций, сформированных у обучающихся в ходе изучения предшествующих учебных дисциплин учебного плана:

- Механика
- Химия
- Экология
- Аналитическая геометрия и линейная алгебра
- Математический анализ
- Ознакомительная практика
- Информатика
- Введение в специальность
- Молекулярная физика и термодинамика
- Теория колебаний
- Численные методы и математическое моделирование
- Электричество и магнетизм
- Дифференциальные и интегральные уравнения
- Электротехника и электроника
- Колебания и волны, оптика
- Теория вероятностей и математическая статистика
- Технологическая (проектно-технологическая) практика

Для освоения дисциплины студент должен иметь следующие «входные» знания, умения, навыки и компетенции:

- владеть методами математического анализа и векторной алгебры
- владеть основными понятиями и законами предыдущих разделов общей физики
- уметь пользоваться глобальными информационными ресурсами,
- владеть современными средствами телекоммуникаций,

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

- использовать навыки работы с информацией из различных источников для решения образовательных задач.

Результаты освоения дисциплины будут необходимы для дальнейшего процесса обучения в рамках поэтапного формирования компетенций при изучении следующих специальных дисциплин:

- Физика конденсированного состояния вещества
- Высоковакуумные технологические процессы в нанотехнологии
- Физика активных элементов
- Методы диагностики в нанотехнологиях
- Полупроводниковая электроника
- Физико-химические основы нанотехнологий
- Основы электро- и радиоизмерений
- Распространение электромагнитных волн в однородных, периодических и наноструктурах
- Интегральная и волоконная оптика
- Физика полупроводников
- Физические основы технологии полупроводниковых приборов и интегральных микросхем
- Микро- и наносхемотехника
- Микро- и наноэлектроника
- Моделирование микро- и наносистем
- Оптоэлектронные устройства
- СВЧ полупроводниковые приборы и методы автоматизированного контроля электропараметров СВЧ-модулей
- Композиционные материалы. Металломатричные, с полимерной матрицей.
- Конструкции гибридных интегральных схем и микросборок
- Статистическая радиофизика и нанооптика
- Технологические системы в нанотехнологиях
- Электродинамика СВЧ

а также для прохождения производственной и преддипломной практик, государственной итоговой аттестации.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОПОП

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ОПК-1 - Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и инженерных знаний, ме-	Знать: основные понятия и законы атомной и ядерной физики, границы их применимости, Уметь: - применять законы атомной физики и квантовой механики для описания движения микрочастиц: правильно выбирать системы отсчета, решать задачи на собственные значения для простей-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

тодов математического анализа и моделирования	ших случаев одномерного движения, использовать операторы соответствующих динамических переменных и соотношения между ними; - оперировать физическими величинами различной математической природы, использовать элементы теории операторов и теории вероятности; - применять законы и понятия ядерной физики при рассмотрении вопросов, связанных со строением атомных ядер и их моделях, ядерных реакциях и взаимодействиях элементарных частиц; - использовать для этого методы и знания, полученные при изучении других физических и математических дисциплин. Владеть: - умением решения типовых задач, связанных с экспериментальными основаниями атомной физики, и задач на собственные значения для простейших случаев движения микрочастиц, - навыками расчета средних значений динамических переменных, а также задач, связанных с изучением свойств и моделей атомных ядер, радиоактивным распадом, ядерным синтезом и взаимодействием частиц с веществом.
ОПК-3 - Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	Знать: современные образовательные и информационные технологии Уметь: - самостоятельно планировать и осуществлять учебный и научный эксперимент, организовывать экспериментальную и исследовательскую деятельность; оценивать результаты эксперимента, готовить отчетные материалы о проведенной исследовательской работе; - анализировать информацию по физике из различных источников с разных точек зрения, структурировать, оценивать, представлять в доступном для других виде; - приобретать новые знания по физике, используя современные информационные и коммуникационные технологии; Владеть: навыками практического применения законов и моделей физики к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем
ПК-3 - Использование методик комплексного анализа структуры и физико-химических свойств наноматериалов и наноструктур	Знать: информационную и библиографическую культуру с применением информационно-коммуникационных технологий Уметь: работать с компьютером с применением необходимого программного обеспечения в области профессиональной деятельности; осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных. Владеть: методами информационных технологий, навыками работы с компьютером, навыками практического использования информационных систем и баз данных, оптимизации их работы.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) – 5 ЗЕТ

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

4.2. По видам учебной работы (в часах):

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения – очная)							
	Всего по плану	в т.ч. по семестрам						
		1	2	3	4	5	6	7
Контактная работа обучающихся с преподавателем	108/108	-	-	-	-	108/108	-	-
Аудиторные занятия:								
• Лекции (в т.ч. 0 ПрП)*	36/36	-	-	-	-	36/36	-	-
• практические и семинарские занятия (в т.ч. 0 ПрП)*	36/36	-	-	-	-	36/36	-	-
• лабораторные работы, практикумы (в т.ч. – ПрП)*	36/36	-	-	-	-	36/36	-	-
Самостоятельная работа	36/36	-	-	-	-	36/36	-	-
Текущий контроль (количество и вид: контр. работа, коллоквиум, реферат)	Устный опрос, тестирование, отчеты к лабораторным работам	-	-	-	-	Устный опрос, тестирование, отчеты к лабораторным работам	-	-
Курсовая работа	-	-	-	-	-	-	-	-
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	36/36	-	-	-	-	36/36	-	-
Всего часов по дисциплине	180/180	-	-	-	-	180/180	-	-

*В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий в таблице через слеш указывается количество часов работы ППС с обучающимися для проведения занятий в дистанционном формате с применением электронного обучения.

*часы ПрП по дисциплине указываются в соответствии с УП, в случае, если дисциплиной предусмотрено выполнение отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью обучающихся.

4.3. Содержание дисциплины (модуля). Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения – очная

Название раз- делов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Заня- тия в интер актив	Само- стоятель ная ра-	
		Лекции	Практи- ческие	Лабора- торные			

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

			занятия, семинары	работы, практи- кумы	ной форме	бота	
1	2	3	4	5	6	7	8
Раздел 1. Атомная физика							
Тема 1. Разви- тие квантовых представлений	6	2	2	0		2	тестиро- вание, устный опрос
Тема 2. Кван- товая теория Бора- Зоммерфельда	10	2	2	4		2	тестиро- вание, устный опрос, отчеты к лабора- торным работам
Тема 3. Кор- пускулярно- волновые свойства час- тиц вещества. Основные по- ложения кван- товой механи- ки	10	2	2	4		2	тестиро- вание, устный опрос, отчеты к лабора- торным работам
Тема 4. Атомы с одним ва- лентным элек- троном	10	2	2	4		2	тестиро- вание, устный опрос, отчеты к лабора- торным работам
Тема 5. Мик- рочастицы во внешнем маг- нитном поле	6	2	2	0		2	тестиро- вание, устный опрос
Тема 6. Меха- нические и магнитные моменты мно- гоэлектронных атомов	6	2	2	0		2	тестиро- вание, устный опрос
Тема 7. Теория периодической системы эле- ментов	6	2	2	0		2	тестиро- вание, устный опрос

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

Тема 8. Строение и свойства молекул	6	2	2	0		2	тестирование, устный опрос
Тема 9. Квантовые свойства твердого тела	10	2	2	4		2	тестирование, устный опрос, отчеты к лабораторным работам
Тема 10. Основные характеристики атомных ядер	6	2	2	0		2	тестирование, устный опрос
Тема 11. Радиоактивность	10	2	2	4		2	тестирование, устный опрос, отчеты к лабораторным работам
Тема 12. Ядерные реакции.	6	2	2	0		2	тестирование, устный опрос
Тема 13. Ядерные силы и модели атомных ядер.	6	2	2	0		2	тестирование, устный опрос
Тема 14. Деление и синтез ядер.	6	2	2	0		2	тестирование, устный опрос
Тема 15. Элементарные частицы.	6	2	2	0		2	тестирование, устный опрос
Тема 16. Радиационные воздействия ядерных частиц.	14	2	2	8		2	тестирование, устный опрос, отчеты к лабораторным работам

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

Тема 17. Детекторы ядерных излучений	14	2	2	8		2	тестирование, устный опрос, отчеты к лабораторным работам
Тема 18. Ускорители заряженных частиц.	6	2	2	0		2	тестирование, устный опрос
Экзамен	36						
Итого	180	36	36	36		36	-

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Раздел 1. Атомная физика

Тема 1. Развитие квантовых представлений

Две точки зрения на природу света. Классическая теория излучения черного тела. Формула Рэлея-Джинса. Квантовый характер излучения. Формула Планка. Закон Стефана-Больцмана. Закон Вина. Фотоэлектрический эффект. Законы фотоэффекта. Объяснение фотоэффекта с волновой точки зрения. Формула Эйнштейна для фотоэффекта. Фотон. Рассеяние электромагнитных волн на электронах. Классический подход. Томсоновское рассеяние электромагнитных волн. Эффект Комптона. Объяснение эффекта Комптона. Дифракция света на двух щелях. Объяснение с волновой и корпускулярной точек зрения.

Тема 2. Квантовая теория Бора-Зоммерфельда

Квантование действия. Спектры энергии квантовых систем. Частица в потенциальной яме бесконечной глубины. Квантовый осциллятор. Экспериментальные основания квантовой теории атомов. Атомные спектры. Планетарная модель атома и её несостоятельность. Круговые орбиты водородоподобных атомов. Спектр их энергий. Спектры излучения и поглощения света атомом водорода. Постоянная Ридберга. Изотопический сдвиг. Недостатки старой квантовой теории.

Тема 3. Корпускулярно-волновые свойства частиц вещества. Основные положения квантовой механики

Гипотеза де Бройля. Дифракция электронов. Экспериментальное обнаружение волновых свойств микрочастиц. Мысленный опыт по дифракции электронов на двух щелях. Амплитуда вероятности. Основные положения квантовой механики. Уравнение Шредингера. Волновая функция. Стандартные требования. Решение уравнения Шрёдингера для свободно движущейся частицы. Нормировка плоских волн. Локализованная частица. Принцип суперпозиции. Вероятность найти определённое значение импульса. Соотношение неопределенностей. Средние значения физических величин. Операторы. Основной постулат квантовой механики. Роль собственных значений операторов. Собственные состояния. Задача на собственные значения оператора энергии. Вероятности дозволённых значений физических величин. Условие одновременной измеримости различных динамических переменных. Квантование проекции момента импульса, квадрата момента импульса и энергии ротатора. Решение уравнения Шредингера в задаче о частице в потенциальной яме бесконечной глубины. Спектр энергий частицы. Набор волновых функций. Туннельный

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

эффект. Барьер произвольной формы.

Тема 4. Атомы с одним валентным электроном

Уравнение Шредингера для частицы в центрально-симметричном поле. Орбитальное и магнитное квантовые числа. Понятие о решении радиальной части уравнения Шредингера для частицы в кулоновском поле. Квантовые числа. Вырождение состояний. Радиальная зависимость плотности электронного облака в атоме водорода. Уровни энергии атомов щелочных металлов. Разрешенные переходы. Спектры излучения атомов щелочных металлов.

Тема 5. Микрочастицы во внешнем магнитном поле

Орбитальный магнитный момент электрона. Квантование магнитного момента и его проекции. Магнетон Бора. Магнитный момент во внешнем магнитном поле. Микрочастица во внешнем магнитном поле. Объяснение простого эффекта Зеемана. Гипотеза о спине. Опыт Штерна и Герлаха. Полный момент импульса электрона. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура линий.

Тема 6. Механические и магнитные моменты многоэлектронных атомов

Механические моменты атомов. Правила сложения моментов. Магнитные моменты атомов. Множитель Ланде. Объяснение аномального эффекта Зеемана. Сильное поле. Эффект Пашена-Бака. Экспериментальное измерение магнитных моментов атомов. Магнитный резонанс.

Тема 7. Теория периодической системы элементов

Теория периодической системы элементов. Классификация электронных состояний. Идеальная таблица элементов. Основные термы атомов. Правила Хунда. Рентгеновские спектры. Характеристическое рентгеновское излучение. Определение рентгеновских уровней энергии атома. Определение длин волн рентгеновских лучей.

Тема 8. Строение и свойства молекул

Строение и свойства молекул. Молекула водорода. Природа химических сил. Валентность. Объяснения насыщения и направленности химического взаимодействия. Энергетические уровни двухатомной молекулы. Электронные, колебательные и вращательные движения. Спектры излучения. Флюоресценция и фосфоресценция. Спектры поглощения двухатомных молекул.

Тема 9. Квантовые свойства твердого тела

Проблема определения энергетического спектра электронов в твердом теле. Приближение свободных электронов. Спектр энергий электронов. Энергия Ферми. Распределение Ферми-Дирака. Плотность состояний. Энергетические зоны. Зонные модели проводников, диэлектриков и полупроводников. Примесные полупроводники. Проводимость в полупроводниках.

Раздел 2. Ядерная физика

Тема 10. Основные характеристики атомных ядер.

Опыты Резерфорда. Сечение упругого рассеяния альфа-частиц. Формула Резерфорда. Состав ядра. Массовое число и масса ядра. Изотопы, изобары. Заряды ядер. Опыты Чедвика по определению заряда ядра. Размеры ядер. Методы определения размеров ядра. Энергия связи и устойчивость ядер. Удельная энергия связи и ее зависимость от атомного номера. Магические ядра. Стабильные и радиоактивные ядра. Спин и магнитный

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

момент ядра. Ядерный магнетон. Гиромангнитное соотношение. Методы определения спина ядра. Сверхтонкая структура уровней энергии атомов. Измерение магнитного момента ядер методом ЯМР. Электрический квадрупольный момент ядра. Форма ядер. Четность состояний. Закон сохранения четности.

Тема 11. Радиоактивность.

Естественная и искусственная радиоактивность. Виды радиоактивности. Радиоактивные семейства. Закон радиоактивного распада. Постоянная распада. Период полураспада. Активность. Единицы измерения активности. Среднее время жизни ядра. Альфа-распад. Спектры альфа-частиц. Свойства альфа-распада. Теория альфа-распада. Туннельный эффект. Размеры ядра. Бета-распад ядер. Виды бета-распада. Условия электронного, позитронного превращений и К-захвата. Характер бета-спектра. Гипотеза нейтрино. Слабое взаимодействие. Несохранение четности при бета-распаде. СР-инвариантность. Законы сохранения и правила отбора в бета-распаде. Гамма-излучение ядер. Электрические и магнитные переходы. Правила отбора и понятие о мультипольности излучения. Ядерная изомерия. Внутренняя конверсия электронов. Эффект Мессбауэра и его применение.

Тема 12. Ядерные реакции.

Классификация ядерных реакций. Законы сохранения. Энергии реакции. Эндотермические и экзотермические реакции. Порог реакций. Механизмы реакции. Прямые ядерные реакции. Составное ядро. Энергетическая диаграмма реакций, протекающих через составное ядро. Порог реакции. Сечение реакции. Функция возбуждения реакции. Уровни составного ядра. Резонансные реакции. Формула Брейта-Вигнера. Реакции под действием альфа-частиц, протонов, дейтронов, нейтронов. Фотоядерные реакции. Особенности реакции под действием легких ионов. Получение трансурановых элементов.

Тема 13. Ядерные силы и модели атомных ядер.

Виды взаимодействия в природе. Основные характеристики ядерных сил. Принцип изотопической инвариантности ядерных сил. Изотопический спин. Мезонная теория ядерных сил. Мю-мезоны. Пи-мезоны. Модели атомных ядер. Капельная модель ядра. Формула Вайцзеккера. Модель ядерных оболочек. Коллективные свойства ядер.

Тема 14. Деление и синтез ядер.

Общее описание процесса деления. Деление ядер под действием нейтронов. Нейтроны деления. Цепная реакция деления. Коэффициент размножения нейтронов. Критическая масса. Отражатели нейтронов. Ядерные реакторы на быстрых нейтронах. Роль замедлителей. Ядерные реакторы на тепловых нейтронах. Гетерогенные реакторы. Управление реактором. Роль запаздывающих нейтронов. Ядерная энергетика. Синтез легких ядер. Термоядерные реакции. Ядерные реакции на звездах. Термоядерная бомба. Проблема управляемого термоядерного синтеза.

Тема 15. Элементарные частицы.

Основные характеристики элементарных частиц. Собственная масса. Электрический заряд. Магнитный момент. Спин. Время жизни. Барионный заряд. Сохранение электрического и барионного заряда. Античастицы. Изотопический спин. Сохранение изотопического спина и его проекции. Странность. Сохранение странности. Механизмы взаимодействия элементарных частиц. Виртуальные частицы. Электромагнитные взаимодействия. Испускание и поглощение фотонов. Упругое рассеяние электронов. Сильные взаимодействия. Классификация адронов. Барионы и мезоны. Мультиплеты и супермультиплеты. Кварки и глюоны. Кварковая модель адронов. Новые квантовые числа элемен-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

тарных частиц. Цвет, очарование и истина. Слабые взаимодействия. Мю-мезоны и тау-мезоны. Калибровочные бозоны. Нейтроно и антинейтрино. Спиральность. Лептонный заряд. Сохранение лептонных зарядов. Несохранение четности в слабых взаимодействиях. Экранировка заряда в квантовой электродинамике. Зависимость констант взаимодействия от переданного импульса. Объединение электромагнитных и слабых взаимодействий.

Тема 16. Радиационные воздействия ядерных частиц

Единицы измерения излучений и их воздействий на вещество. Активность. Поток. Поглощенная доза. Эквивалентная доза. Взаимодействие ионов с веществом. Неупругое (электронное) взаимодействие. Формула Бете-Блоха. Упругое (ядерное) взаимодействие. Радиационные дефекты. Пробег ионов в веществе. Взаимодействие электронов с веществом. Взаимодействие гамма-излучения с веществом.

Тема 17. Детекторы ядерных излучений

Основные характеристики детекторов. Трековые детекторы. Камера Вильсона, пузырьковая и искровая камеры. Газонаполненные детекторы. Ионизационная камера. Пропорциональный счетчик. Счетчик Гейгера. Твердотельные детекторы. Сцинтилляционный детектор гамма-излучений. Полупроводниковые детекторы частиц.

Тема 18. Ускорители заряженных частиц.

Электростатический ускоритель ионов. Циклические ускорители протонов. Циклотрон. Фазотрон. Синхротрон и синхрофазотрон. Циклические ускорители электронов. Бетатрон. Микротрон. Линейные ускорители. Ускорители на встречных пучках.

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебной дисциплины и должен дать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньших затратах времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Тема 1. Развитие квантовых представлений

Занятия 1-2

Форма проведения – семинар.

Вопросы по теме: Фотоэлектрический эффект. Формула Эйнштейна для фотоэффекта. Фотоны. Эффект Комптона. Объяснение эффекта Комптона.

Тема 2. Квантовая теория Бора-Зоммерфельда

Занятия 3-4

Форма проведения – семинар.

Вопросы по теме: квантование действия. Частица в потенциальной яме бесконечной глубины. Квантовый осциллятор.

Тема 3. Корпускулярно-волновые свойства частиц вещества. Основные положения квантовой механики

Занятия 5-6

Форма проведения – семинар.

Вопросы по теме: Туннельный эффект. Барьер произвольной формы.

Тема 5. Микрочастицы во внешнем магнитном поле

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

Занятия 7-8

Форма проведения – семинар.

Вопросы по теме: Орбитальный магнитный момент электрона. Квантование магнитного момента и его проекции. Магнетон Бора. Микрочастица во внешнем магнитном поле. Объяснение простого эффекта Зеемана.

Тема 7. Теория периодической системы элементов

Занятия 9-10

Форма проведения – семинар.

Вопросы по теме: Классификация электронных состояний. Основные термы атомов. Правила Хунда. Рентгеновские спектры. Характеристическое рентгеновское излучение. Тормозное рентгеновское излучение.

Тема 11. Основные характеристики атомных ядер.

Занятия 11-12

Форма проведения – семинар.

Вопросы по теме: Закон радиоактивного распада. Активность. Альфа-распад. β^- и β^+ -распады. К-захват.

Занятия 13-14

Форма проведения – семинар.

Вопросы по теме: Гамма-излучение ядер.

Тема 12. Ядерные реакции.

Занятия 15-16

Форма проведения – семинар.

Вопросы по теме: Ядерные реакции. Активация образцов под действием нейтронов.

Тема 14. Деление и синтез ядер.

Занятия 17-18

Форма проведения – семинар.

Вопросы по теме: Деление ядер под действием нейтронов. Термоядерный синтез.

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ)

Лабораторная работа №1.

Изучение внешнего фотоэффекта. Измерение постоянной Планка.

Цель работы: изучение законов внешнего фотоэффекта; определение работы выхода электронов и красной границы для материала, определение постоянной Планка.

Результаты работы: получение характеристик фотоэффекта.

Лабораторная работа 2. Измерение размеров атома ксенона в эффекте Рамзауэра.

Цель работы: исследование проявления волновых свойств электронов при рассеянии на атомах тяжелых благородных газов.

Результаты работы: измерение потенциальной ямы, моделирующей атом ксенона.

Лабораторная работа 3. Изучение спектра атомов водорода.

Цель работы: освоение квантово-механического описания атома водорода

Результаты работы: измерение длин волн спектральных линий серии Бальмера; опреде-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

ление постоянной Ридберга, энергии ионизации, уровней энергии и размеров атома водорода.

Лабораторная работа 4. Изучение спектра атомов натрия

Цель работы: освоение общих принципов систематики состояний атомов. Измерение длин волн и оценка дублетного расщепления наиболее ярких линий в спектре излучения атома натрия. Определение уровней энергии, энергии ионизации и значений квантового дефекта.

Результаты работы: приобретение навыков в построении спектров атома, анализе схемы уровней энергии.

Лабораторная работа 5. Измерение ширины запрещенной зоны в кристаллах CdS по краю собственного поглощения

Цель работы: определение поглощения кристалла CdS в видимой части спектра

Результаты работы: расчетное значение ширины запрещенной зоны в кристаллах CdS.

Лабораторная работа № 6. Ионизационный метод измерения ядерного излучения. Снятие рабочей характеристики счетчика Гейгера-Мюллера.

Цель работы: изучение процессов, происходящих в газе под действием ионизирующего излучения в присутствии постоянного электрического поля; принципов действия газовых счетчиков частиц.

Результаты работы: Снятие рабочей характеристики счетчика Гейгера-Мюллера; определение разрешающей способности счетчика Гейгера-Мюллера, мертвое время счетчика.

Лабораторная работа № 7. Статистический анализ распределения числа частиц, зарегистрированных прибором.

Цель работы: ознакомление с простыми математическими методами обработки результатов измерений, исследование статистического распределения числа импульсов от счетчика Гейгера-Мюллера.

Результаты работы: освоение статистического анализа распределения числа частиц, зарегистрированных прибором.

Лабораторная работа № 8. Измерение пробегов альфа-частиц в веществе.

Цель работы: ознакомление студентов с процессами взаимодействия заряженных частиц с веществом; измерение пробегов альфа-частиц в воздухе

Результаты работы: нахождение среднего пробега альфа-частиц в веществе, определение толщины защитной пленки источника альфа-частиц

Лабораторная работа № 9. Определение верхней границы бета-спектра.

Цель работы: ознакомление с теорией и основными характеристиками бета-распада и бета-источников; исследование поглощения электронов в различных материалах путем измерения зависимости интенсивности потока электронов от толщины поглотителей; определение по кривой поглощения максимальной энергии электронов бета-распада.

Результаты работы: нахождение верхней границы бета-спектра.

На допуск, выполнение, оформление и защиту каждой лабораторной работы отводится от 4 до 6 часов.

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

Данный вид работы не предусмотрен УК.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

- Частицы и волны.** Фотоэлектрический эффект. Эффект Комптона. Дифракция рентгеновских лучей.
- Волновая природа частиц.** Волны де Бройля. Экспериментальное подтверждение теории де Бройля. Волновой пакет. Принцип неопределенности.
- Опыты Резерфорда.** Ядерная модель атома. Экспериментальная установка. Сечения взаимодействия. Размеры ядер. Методы определения размеров ядер.
- Модель Бора.** Планетарная модель. Постулаты Бора. Модель Бора и энергетические состояния.
- Модель Бора.** Постоянная Ридберга и спектральные серии. Водородоподобные атомы.
- Уравнение Шредингера.** Волновые функции. Уравнение Шредингера. Стационарное уравнение Шредингера.
- Уравнение Шредингера.** Гамильтониан. Операторы. Потенциальная яма.
- Некоторые применения уравнения Шредингера.** Гармонический осциллятор в квантовой механике.
- Некоторые применения уравнения Шредингера.** Туннельный эффект.
- Квантовые числа.** Главное квантовое число. Орбитальное квантовое число. Магнитное квантовое число.
- Спин электрона.** Собственный момент электрона. Опыт Штерна-Герлаха.
- Атомные спектры.** Полный момент импульса. Атомные спектры.
- Принцип запрета.** Принцип запрета. Периодическая таблица Менделеева.
- Атомные ядра.** Ядерные силы. Энергия связи ядра.
- Модели ядра.** Фотораспад. Стабильность ядра. Спиновый момент ядра.
- Модели ядра.** Модель жидкой капли.
- Модели ядра.** Модель ядерных оболочек.
- Нейтрон.** Открытие нейтрона. Получение нейтронов. Детектирование нейтронов.
- Ядерные реакции.** Энергетический эффект ядерной реакции. Энергетический эффект и энергия связи.
- Ядерные реакции.** Пороговая энергия эндонейтретической реакции. Вывод формулы для пороговой энергии.
- Ядерные реакции.** Вероятность реакции и ее эффективное сечение.
- Радиоактивность. Постоянная распада. Период полураспада и среднее время жизни.**
- Радиоактивность.** Кривая роста дочерних ядер. Радиоактивные семейства ядер.
- Альфа-распад.
- Позитронный бета-распад. Энергетический спектр бета-распада.
- Электронный бета-распад. Энергетический спектр бета-распада.
- Электронный захват.
- Гамма-распад.
- Деление ядер. Слияние ядер.
- Ядерные реакторы.

10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

Форма обучения: очная

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы	Объем в часах	Форма кон- троля
----------------------------	----------------------------	------------------	---------------------

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

Тема 1. Развитие квантовых представлений	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена.	2	тестирование, устный опрос
Тема 2. Квантовая теория Бора-Зоммерфельда	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка отчета к лабораторному практикуму Подготовка к сдаче экзамена.	2	тестирование, устный опрос, отчеты к лабораторным работам
Тема 3. Корпускулярно-волновые свойства частиц вещества. Основные положения квантовой механики	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка отчета к лабораторному практикуму Подготовка к сдаче экзамена.	2	Тестирование, устный опрос, отчеты к лабораторным работам
Тема 4. Атомы с одним валентным электроном	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка отчета к лабораторному практикуму Подготовка к сдаче экзамена.	2	тестирование, устный опрос, отчеты к лабораторным работам
Тема 5. Микрочастицы во внешнем магнитном поле	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена.	2	Тестирование, устный опрос
Тема 6. Механические и магнитные моменты многоэлектронных атомов	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена.	2	Тестирование, устный опрос
Тема 7. Теория периодической системы элементов	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена.	2	Тестирование, устный опрос
Тема 8. Строение	Проработка учебного материала с ис-	2	Тестирование,

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

и свойства молекул	пользованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена.		устный опрос
Тема 9. Квантовые свойства твердого тела	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка отчета к лабораторному практикуму Подготовка к сдаче экзамена.	2	тестирование, устный опрос, отчеты к лабораторным работам
Тема 10. Основные характеристики атомных ядер	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена.	2	Тестирование, устный опрос
Тема 11. Радиоактивность	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка отчета к лабораторному практикуму Подготовка к сдаче экзамена.	2	тестирование, устный опрос, отчеты к лабораторным работам
Тема 12. Ядерные реакции.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена.	2	Тестирование, устный опрос
Тема 13. Ядерные силы и модели атомных ядер.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена.	2	Тестирование, устный опрос
Тема 14. Деление и синтез ядер.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена.	2	Тестирование, устный опрос
Тема 15. Элементарные частицы.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию;	2	Тестирование, устный опрос

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

	Подготовка к сдаче экзамена.		
Тема 16. Радиационные воздействия ядерных частиц.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка отчета к лабораторному практикуму Подготовка к сдаче экзамена.	2	тестирование, устный опрос, отчеты к лабораторным работам
Тема 17. Детекторы ядерных излучений	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка отчета к лабораторному практикуму Подготовка к сдаче экзамена.	2	тестирование, устный опрос, отчеты к лабораторным работам
Тема 18. Ускорители заряженных частиц.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена.	2	Тестирование, устный опрос

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы

основная литература

1. Сивухин Д.В., Общий курс физики. Атомная и ядерная физика. Том 5. Атомная и ядерная физика [Электронный ресурс] : Учеб. пособие для вузов / Сивухин Д. В. - 3-е изд., стер. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 784 с. - ISBN 978-5-9221-0645-0 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922106450.html>
2. Калашников Евгений Гаврилович. Ядерная физика твердого тела : учеб. пособие / Калашников Евгений Гаврилович, Э. Т. Шипатов. - Ульяновск : УлГУ, 2000. - 505 с. : ил. - ISBN 5-88866-072-8
3. Савельев, Игорь Владимирович. Курс физики : учебник для втузов : в 3 т. Т. 3 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / Савельев Игорь Владимирович. - Москва : Наука, 1989. - 301 с. : ил. - ISBN 5-02-014432-0

дополнительная литература

1. Иродов, Игорь Евгеньевич. Задачи по общей физике : учеб. пособие для вузов / Иродов Игорь Евгеньевич. - 7-е изд., стер. - Москва : БИНОМ : Лаборатория знаний, 2007. - 431 с.
2. Козлов В.Ф., Курс общей физики в задачах. [Электронный ресурс] / Козлов В.Ф., Маношкин Ю. В., Миллер А.Б., Петров Ю. В., Ромишевский Е.А., Стасенко А.Л. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 264 с. - ISBN 978-5-9221-1219-2 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922112192.html>

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

учебно-методическая литература

1. Калашников Е. Г. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Физика атомов и молекул»: для обучающихся по направлениям бакалавриата: 22.03.01 "Материаловедение и технологии материалов", 28.03.02 "Наноинженерия", 03.03.03 "Радиофизика", 03.03.02 "Физика" / Е. Г. Калашников; УлГУ, ИФФВТ. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/6361>
2. Калашников Е. Г. Ядерная физика : методические указания к работам практикума по ядерной физике для обучающихся по направлениям бакалавриата: 22.03.01 "Материаловедение и технологии материалов", 28.03.02 "Наноинженерия", 03.03.03 "Радиофизика" / Е. Г. Калашников; УлГУ, ИФФВТ. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/6362>
3. Василевская Т. М. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Атомная и ядерная физика» для студентов бакалавриата по направлению 03.03.03 «Радиофизика» / Т. М. Василевская; УлГУ, ИФФВТ. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/6134>

Согласовано:

 Должность сотрудника научной библиотеки _____ ФИО _____ Подпись _____

б) Программное обеспечение: МойОфис Стандартный, ОС Альт Рабочая станция 8

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы:

1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. IPRbooks : электронно-библиотечная система : сайт / группа компаний Ай Пи Ар Медиа. - Саратов, [2021]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. ЮРАЙТ : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. - Москва, [2021]. - URL: <https://urait.ru>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. Консультант студента : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Политехресурс. - Москва, [2021]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.4. Консультант врача : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг. - Москва, [2021]. - URL: <https://www.rosmedlib.ru>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Букап. - Томск, [2021]. - URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.6. Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. - Санкт-Петербург, [2021]. - URL: <https://e.lanbook.com>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.7. Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2021]. - URL: <http://znanium.com>. - Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.8. Clinical Collection : коллекция для медицинских университетов, клиник, медицинских библиотек // EBSCOhost : [портал]. - URL:

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

<http://web.b.ebscohost.com/ehost/search/advanced?vid=1&sid=9f57a3e1-1191-414b-8763-e97828f9f7e1%40sessionmgr102> . – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст :

электронный.

1.9. Русский язык как иностранный : электронно-образовательный ресурс для иностранных студентов : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». – Саратов, [2021]. – URL: <https://ros-edu.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2021].

3. Базы данных периодических изданий:

3.1. База данных периодических изданий : электронные журналы / ООО ИВИС. - Москва, [2021]. – URL: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

3.2. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО Научная Электронная Библиотека. – Москва, [2021]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.3. «Grebennikon» : электронная библиотека / ИД Гребенников. – Москва, [2021]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

4. Национальная электронная библиотека : электронная библиотека : федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры РФ ; РГБ. – Москва, [2021]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

5. **SMART Imagebase** // EBSCOhost : [портал]. – URL: <https://ebSCO.smartimagebase.com/?TOKEN=EBSCO-1a2ff8c55aa76d8229047223a7d6dc9c&custid=s6895741>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Изображение : электронные.

6. Федеральные информационно-образовательные порталы:

6.1. **Единое окно доступа к образовательным ресурсам** : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://window.edu.ru/> . – Текст : электронный.

6.2. **Российское образование** : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

7. Образовательные ресурсы УлГУ:

7.1. Электронная библиотека УлГУ : модуль АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

Согласовано:

Зам. начальника
Должность сотрудника УИТиТ

/ Клочкова А.В.
ФИО

/ /
подпись дата

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

Аудитории для проведения лекций, для выполнения лабораторных работ, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

предоставления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе. Перечень оборудования, используемого в учебном процессе, указывается в соответствии со сведениями о материально-техническом обеспечении и оснащенности образовательного процесса, размещенными на официальном сайте УлГУ в разделе «Сведения об образовательной организации».

13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации;

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Разработчик



доцент кафедры ФМ, к.ф.-м.н. Е.Г. Калашников