

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Волкова Валентина Ивановна
Должность: декан Физико-технического факультета
Дата подписания: 17.06.2026 16:30:24
Уникальный программный ключ:
c973b0192bb96e0e4a132bd03e033754508b4cc0

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан физико-технического факультета,
канд. физ.-мат. наук, доц. Волкова В.И.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физика атомного ядра и элементарных частиц

Направление подготовки
Направленность (профиль)
Год начала обучения
Форма обучения
Реализуется в семестре

03.03.02 Физика
Фундаментальная и прикладная физика
2026
очная
7

Разработано

доцент кафедры
экспериментальной физики, канд.
физ.-мат. наук, доц.
Гладких Д.В.

Ставрополь 2026 г.

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Специфика курса связана с необходимостью изложения большого фактического материала, подчас непривычного. Сама описываемая наука во многих основополагающих аспектах не завершена и стремительно развивается, становясь все более сложной и насыщенной. В особенности это касается физики частиц.

Основными целями изучения курса являются:

- освоение основных положений ядерной физики, физики элементарных частиц, а также их космологические аспекты;
- овладение навыками экспериментальной ядерной физики и физики частиц;
- развитие интеллектуальных и творческих способностей, самостоятельности при решении физических задач и выполнении экспериментальных исследований;
- воспитание убежденности в возможности познания природы, в необходимости разумного использования достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества, уважения к творцам науки и техники

Главной задачей курса является понимание студентами принципов строения материи на основании стандартной модели.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физика атомного ядра и элементарных частиц» относится к дисциплинам обязательной части.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
УК- 1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИД-2 _{УК-1} осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации.	Владеет навыками осуществления поиска, отбора и систематизации информации для определения альтернативных вариантов решений в проблемной ситуации.
	ИД-3 _{УК-1} определяет и оценивает риски возможных вариантов решений проблемной ситуации, выбирает оптимальный вариант её решения.	Способен определять и оценивать риски возможных вариантов решений проблемной ситуации, выбирает оптимальный вариант её решения.
ОПК-1 Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ИД-1 _{ОПК-1} использует знания физических законов, процессов, явлений, а также поведение физических объектов при различных внешних условиях, при решении задач в своей профессиональной деятельности.	Знает теоретические основы, основные понятия, законы и модели ядерной физики. Умеет понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию, пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями ядерной физики
	ИД-2 _{ОПК-1} использует математический аппарат и методы математического и численного моделирования для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования физических систем,	Владеет современными методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации. Владеет навыками применения стандартных и

	явлений и процессов в своей профессиональной деятельности.	специальных программных средств в области ядерной физики и физики элементарных частиц.
	ИД-3 _{ОПК-1} способен сформулировать и решить задачу в своей профессиональной деятельности, опираясь на свои знания в области физико-математических и естественных наук.	Понимает целостную картину ядерной физики, владеет навыками формулирования и решения задач, используя взаимосвязь ядерной физики и физики элементарных частиц с другими естественно научными дисциплинами.
ОПК-2 Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ИД-1 _{ОПК-2} проводит научные исследования физических объектов и процессов с помощью экспериментальных методов исследования, а также с использованием теоретического анализа и математического и численного моделирования.	Владеет навыками проведения научных исследований в области ядерной физики и физики элементарных частиц с помощью экспериментальных методов, а также с использованием теоретического анализа и математического и численного моделирования.
	ИД-2 _{ОПК-2} проводит обработку полученных экспериментальных данных с использованием методов теории обработки результатов экспериментальных измерений, а также согласно требований нормативных документов.	Обладает умением и навыками проведения обработки полученных экспериментальных данных с использованием методов обработки результатов экспериментальных измерений.
	ИД-3 _{ОПК-2} проводит анализ полученных результатов, а также составляет отчет по учебно-исследовательской деятельности, с учетом требований представления результатов исследований, сопоставляя их с известными аналогами.	Владеет навыками проведения анализа полученных результатов, а также составления отчета по учебно-исследовательской деятельности в области ядерной физики и физики элементарных частиц.
	ИД-4 _{ОПК-2} грамотно представляет результаты теоретического и экспериментального исследования в отчетных материалах.	Способен грамотно представлять результаты теоретического и экспериментального исследования в отчетных материалах.
ПК-1 Способен применять фундаментальные знания в области физики и математики для постановки и решения научно-исследовательских и прикладных задач в своей профессиональной деятельности	ИД-1 _{ПК-1} способен оценить актуальность решаемой задачи на основе анализа научной литературы и информационных материалов по тематике исследования.	Способен понимать и критически анализировать специальную физическую информацию, оценивать актуальность решаемой задачи на основе анализа научной литературы и информационных материалов.

4. Объем учебной дисциплины и формы контроля *

Объем занятий: всего: 5 з.е. 180 акад.ч.	ОФО, в акад. часах
Контактная работа:	108.00
Лекции/из них практическая подготовка	36.00
Лабораторных работ/из них практическая подготовка	
Практических занятий/из них практическая подготовка	72.00
Самостоятельная работа	36.00
Формы контроля	

Экзамен	36.00
Зачет	
Зачет с оценкой	
Расчетно-графические работы	
Курсовые работа	
Контрольные работы	

* Дисциплина предусматривает применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием количества часов и видов занятий

№	Раздел (тема) дисциплины и краткое содержание	Формируемые компетенции, индикаторы	очная форма				Формы текущего контроля успеваемости
			Контактная работа обучающихся с преподавателем /из них в форме практической подготовки, часов			Самостоятельная работа, часов	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
1	Масштабы явлений в микромире. Масштабы явлений микромира. Единицы измерения величин в субатомной физике. Константа конверсии. Основные соотношения релятивистской физики.	ИД-2 _{УК-1} ИД-3 _{УК-1} ОПК-1 ОПК-2 ИД _{ПК-1}	2.00	4.00		2.00	
2	Свойства атомных ядер. Опыт Резерфорда. Размеры ядер. Ядро как совокупность протонов и нейтронов. Распределение заряда в ядре. Масса и энергия связи ядра. Энергия отделения нуклонов и кластеров от ядра. Спин ядра и моменты импульсов составляющих ядро нуклонов. Четность ядерных состояний. Изоспин нуклонов и ядер. Спектры ядер. Электромагнитные моменты ядра и нуклонов.	ИД-2 _{УК-1} ИД-3 _{УК-1} ОПК-1 ОПК-2 ИД _{ПК-1}	2.00	8.00		4.00	

3	Модели атомных ядер. Модель заряженной жидкой капли. Формула Вайцзеккера. Модель оболочек. Физическое обоснование оболочечной модели ядра. Потенциал среднего ядерного поля. Спин-орбитальное взаимодействие. Одночастичные состояния в ядерном потенциале. Модель оболочек для средних и тяжелых ядер. Роль кулоновского взаимодействия. Модель коллективных ядерных колебаний. Вращательные спектры ядер.	ИД-2 _{УК-1} ИД-3 _{УК-1} ОПК-1 ОПК-2 ИД _{ПК-1}	2.00	8.00		2.00	
4	Радиоактивность. Статистический характер распада. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Активность. Радиоактивные семейства. Искусственная радиоактивность. Виды распада. α -Распад. Туннельный эффект. Зависимость периода α -распада от энергии α -частиц. β -Распад. Экспериментальное доказательство существования нейтрино. Разрешенные и запрещенные β -переходы. Несохранение четности в β -распаде. γ -Излучение ядер. Электрические и магнитные переходы. Ядерная изомерия. Внутренняя конверсия. Эффект Мёссбауэра.	ИД-2 _{УК-1} ИД-3 _{УК-1} ОПК-1 ОПК-2 ИД _{ПК-1}	2.00	16.00		2.00	
5	Нуклон-нуклонное взаимодействие и свойства ядерных сил. Система двух нуклонов. Дейтрон-связанное состояние в п-р системе. Тензорный характер ядерных сил. Зарядовая независимость ядерных сил. Спин-орбитальные силы. Обменный характер нуклон-нуклонных сил. Мезонная теория нуклон-нуклонного взаимодействия. Изоспин частиц и ядер.	ИД-2 _{УК-1} ИД-3 _{УК-1} ОПК-1 ОПК-2 ИД _{ПК-1}	2.00			4.00	Коллоквиум

6	Ядерные реакции. Методы изучения ядерных реакций. Детекторы частиц. Принципы работы ускорителей. Сечения реакций. Каналы реакций. Законы сохранения в ядерных реакциях. Кинематика ядерных реакций. Механизмы ядерных реакции. Модель составного ядра. Резонансные ядерные реакции. Формула Брейта-Вигнера. Прямые ядерные реакции. Оптическая модель ядра. Взаимодействие фотонов и электронов с ядрами. Деление ядер. Деление изотопов урана нейтронами. Цепная реакция деления. Ядерные взрывы. Ядерные реакторы. Реакции синтеза лёгких ядер. Термоядерная энергия. Трансурановые элементы. Сверхтяжёлые ядра.	ИД-2 _{ук-1} ИД-3 _{ук-1} ОПК-1 ОПК-2 ИД _{пк-1}	2.00	8.00		4.00	
7	Взаимодействие ядерного излучения с веществом. Взаимодействие заряженных частиц со средой. Потери энергии на ионизацию и возбуждение атомов. Пробеги заряженных частиц. Взаимодействие нейтронов с веществом. Замедление нейтронов. Прохождение γ -излучения через вещество. Биологическое действие излучения и защита от него.	ИД-2 _{ук-1} ИД-3 _{ук-1} ОПК-1 ОПК-2 ИД _{пк-1}	2.00	4.00		2.00	
8	Свойства частиц и взаимодействий. Четыре типа фундаментальных взаимодействий. Константы и радиусы взаимодействий. Принципы описания взаимодействий частиц в квантовой теории поля. Переносчики взаимодействий. Понятие о диаграммах Фейнмана. Классификация частиц. Фундаментальные частицы. Квантовые числа частиц и законы сохранения. Античастицы. Возбужденные состояния адронов. Резонансы.	ИД-2 _{ук-1} ИД-3 _{ук-1} ОПК-1 ОПК-2 ИД _{пк-1}	4.00	4.00		2.00	
9	Эксперименты в физике высоких энергий. Экспериментальные методы в физике высоких энергий. Ускорители. Встречные пучки. Пучки вторичных частиц. Детекторы. Реакции с частицами. Взаимодействия и распады частиц.	ИД-2 _{ук-1} ИД-3 _{ук-1} ОПК-1 ОПК-2 ИД _{пк-1}	2.00			2.00	

10	Электромагнитное взаимодействие. Основные свойства электромагнитного взаимодействия. Испускание и поглощение фотонов. Электромагнитное рассеяние лептонов. Взаимодействие фотонов с адронами. Векторные мезоны. Упругое рассеяние электронов Формула Мотта. Формфакторы нуклонов и частиц.	ИД-2 _{ук-1} ИД-3 _{ук-1} ОПК-1 ОПК-2 ИД _{ПК-1}	2.00			2.00	Коллоквиум
11	Сильные взаимодействия. Классификация адронов. Барионы и мезоны. Супермультиплеты адронов. Странность и другие адронные квантовые числа. Адронные свойства фотона. Глубоконеупругие процессы. Кварки. Глюоны. Кварковая модель адронов. Тяжелые кварки s, b, t . Цвет кварков и глюонов. Потенциал сильного взаимодействия. Асимптотическая свобода и невылетание кварков (конфайнмент).	ИД-2 _{ук-1} ИД-3 _{ук-1} ОПК-1 ОПК-2 ИД _{ПК-1}	4.00	8.00		2.00	
12	Слабые взаимодействия. Слабые взаимодействия. Лептонные заряды. Типы нейтрино. Слабые распады. Заряженные и нейтральные слабые токи. Промежуточные бозоны W, Z . Закон сохранения четности. Р-симметрия. Несохранение четности в слабых взаимодействиях. Спиральность.	ИД-2 _{ук-1} ИД-3 _{ук-1} ОПК-1 ОПК-2 ИД _{ПК-1}	4.00	8.00		2.00	
13	Дискретные симметрии. Симметрии и законы сохранения. Пространственная инверсия. Зарядовое сопряжение. Обращение времени. Несохранение пространственной и зарядовой четности в слабых взаимодействиях. СРТ-инвариантность. Экспериментальная проверка инвариантности различных типов фундаментальных взаимодействий. СР-преобразование. K^0 - мезоны. Нарушение СР-симметрии в распаде K^0 - мезонов.	ИД-2 _{ук-1} ИД-3 _{ук-1} ОПК-1 ОПК-2 ИД _{ПК-1}	2.00			2.00	

14	Объединение взаимодействий. Экранировка заряда в квантовой электродинамике. Зависимость констант взаимодействия от переданного импульса. Объединение электромагнитных и слабых взаимодействий Великое объединение. Поиск неустойчивости протона.	ИД-2 _{ук-1} ИД-3 _{ук-1} ОПК-1 ОПК-2 ИД _{ПК-1}	2.00			2.00	
15	Современные астрофизические представления. Эволюция и состав Вселенной. Реликтовое излучение. Космологический нуклеосинтез в горячей Вселенной. Нуклеосинтез в звездах. Распространенность химических элементов. Нейтринная астрономия. Сверхновые. Нейтронные звезды. Черные дыры. Космические лучи.	ИД-2 _{ук-1} ИД-3 _{ук-1} ОПК-1 ОПК-2 ИД _{ПК-1}	2.00	4.00		2.00	Коллоквиум
	ИТОГО за 7 семестр		36.00	72.00		36.00	
	ИТОГО		36.00	72.00		36.00	

- 1 Иродов, И. Е. (-2002). Задачи по общей физике: учеб. пособие для студентов вузов / И.Е. Иродов. - 3-е изд., перераб. - М. : БИНОМ : НТЦ "ВЛАДИС", 1997. - 447 с. : ил. ; 22. - Гриф: Рек. МО. - ISBN 5-89528-001-3. - ISBN 5-7989-0054-1
- 2 Чертов, А. Г. Задачник по физике : [учеб. пособие] / А.Г. Чертов, А.А. Воробьев. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1981. - 496 с. : ил. - Прил.: с. 433-448

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:

- 1 <http://cds.cern.ch/collection/CERN%20PhotoLab?ln=ru> – коллекция фотографий ЦЕРН;
- 2 <http://elementy.ru/> – образовательный портал;
- 3 <http://home.web.cern.ch/> – сайт европейской организации по ядерным исследованиям;
- 4 <http://nuclphys.sinp.msu.ru/> – проект кафедры общей ядерной физики физического факультета МГУ;
- 5 <http://webbook.nist.gov/> – сайт национального института стандартов и технологий;
- 6 <http://www.e-science.ru/physics/> – раздел Физики Портала Естественных Наук;
- 7 <http://www.sciencephoto.com/> – сайт с историческими и современными фото и видео материалами из различных областей науки и техники;
- 8 <http://www.youtube.com/user/AKhodus> – обучающие видео по физике;
- 9 <https://twiki.cern.ch/twiki/bin/view/AtlasPublic/HiggsPublicResults> – страница научных результатов коллаборации ATLAS.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Информационные справочные системы:

Информационно-справочные и информационно-правовые системы, используемые при изучении дисциплины:

1. <http://www.e-science.ru/physics/> – раздел Физики Портала Естественных Наук;
2. <http://nuclphys.sinp.msu.ru/> – проект кафедры общей ядерной физики физического факультета МГУ;
3. <http://www.youtube.com/user/AKhodus> – обучающие видео по физике;

Программное обеспечение:

1	Альт Рабочая станция 10
2	Альт Рабочая станция К
3	Альт «Сервер»
4	Пакет офисных программ - Р7-Офис

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием и техническими средствами обучения.
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием и техническими средствами обучения.
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и возможностью доступа к электронной информационно-образовательной среде университета

11. Особенности освоения дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а также в отдельных группах.

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),

- письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,

- специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),

- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,

- при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента задания могут выполняться в устной форме.

12. Особенности реализации дисциплины с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения

Согласно части 1 статьи 16 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» под электронным обучением понимается организация образовательной деятельности с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников. Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

Реализация дисциплины может быть осуществлена с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично. Компоненты УМК дисциплины (рабочая программа дисциплины, оценочные и методические материалы, формы аттестации), реализуемой с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения, содержат указание на их использование.

При организации образовательной деятельности с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения могут предусматриваться асинхронный и синхронный способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

При применении дистанционных образовательных технологий и электронного обучения в расписании по дисциплине указываются: способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (ВКС-видеоконференцсвязь, ЭТ – электронное тестирование); ссылки на электронную информационно-образовательную среду СКФУ, на образовательные платформы и ресурсы иных организаций, к которым предоставляется открытый доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет»; для синхронного обучения - время проведения онлайн-занятий и преподаватели; для асинхронного обучения - авторы онлайн-курсов.

При организации промежуточной аттестации с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения используются Методические рекомендации по применению технических средств, обеспечивающих объективность результатов при проведении промежуточной и государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры с применением дистанционных образовательных технологий (Письмо Минобрнауки России от 07.12.2020 г. № МН-19/1573-АН "О направлении методических рекомендаций").

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется с использованием электронной информационно-образовательной среды СКФУ, к которой обеспечен доступ обучающихся через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет», или с использованием ресурсов иных организаций, в том числе платформ, предоставляющих сервисы для проведения видеоконференций, онлайн-встреч и дистанционного обучения (МТС-Линк), а также с использованием возможностей социальных сетей для осуществления коммуникации обучающихся и преподавателей.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины, реализуемой с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, включает представленные в электронном виде рабочую программу, учебно-методические пособия или курс лекций, методические указания к выполнению различных видов учебной деятельности обучающихся, предусмотренных дисциплиной, и прочие учебно-методические материалы, размещенные в информационно-образовательной среде СКФУ.