



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

Короченцев В.В.
(подпись)
«01» сентября 2016г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой
теоретической и ядерной физики

Ширмовский С.Э.
(подпись)
«01» сентября 2016г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Физика фундаментальных взаимодействий»

Направление подготовки – 03.03.02 Физика

Форма подготовки очная

курс 3 семестр 6
лекции 36 час.
практические занятия 18 час.
лабораторные работы не предусмотрены
в том числе с использованием МАО лек. 0 /пр. 18 /лаб. 0 час.
в том числе в электронной форме лек. 0 /пр. 0 /лаб. 0 час.
всего часов аудиторной нагрузки 54 час.
в том числе с использованием МАО 18 час.
в том числе в электронной форме 0 час.
самостоятельная работа 54 час.
в том числе на подготовку к экзамену 27 час.
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены
зачет не предусмотрен
экзамен 6 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно установленного ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 07.07.2015 № 1282.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры теоретической и ядерной физики, протокол № 23 от 01.09.2016 г.

Заведующий кафедрой: к. ф.-м. н., доцент Ширмовский С.Э.

Составитель: к. ф.-м. н., доцент Шульга Д.В.

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

ABSTRACT

Bachelor's degree in 03.03.02 "Physics".

Study profile "Physics".

Course title: "Physics of fundamental interactions".

Variable part of Block 1, 3 credits.

Instructor: Shulga D. V.

At the beginning of the course a student should be able to:

OPC-1 ability to use basic natural science knowledge in professional activities, including knowledge about the subject and objects of study, research methods, modern concepts, achievements and limitations of natural Sciences (primarily chemistry, biology, ecology, earth and human Sciences);

OPC-2 ability to use in professional activity the basic knowledge of fundamental branches of mathematics, to create mathematical models of standard professional tasks and to interpret the received results taking into account borders of applicability of models.

Learning outcomes:

OPC-3 Ability to use in professional activity the basic knowledge of fundamental branches of mathematics, to create mathematical models of standard professional tasks and to interpret the received results taking into account borders of applicability of models.

PC-1 Ability to use specialized knowledge in the field of physics for the development of specialized physical disciplines.

Course description:

There are four types of fundamental interactions in nature: strong, electromagnetic, weak, and gravitational. On the scale of particle physics, the contribution of gravity is insignificant and this interaction is not included in the theoretical scheme of the Standard model of particle physics. The standard model of particle physics is the theory of elementary constituents of matter, fundamental fermions, and fundamental interactions. Fundamental calibration bosons are carriers of these interactions. Feynman diagram technique is usually used for calculations and qualitative discussion of phenomena.

Main course literature:

1. Kapitonov, I. M. Vvedenie v fiziku yadra i chastic [Introduction to the physics of the nucleus and particles] [Tekst] : uchebnik dlya vuzov / I. M. Kapitonov. – M. : Fizmatlit, 2010. – 512 s. (rus)

POK NB DVFU:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:674302>

Access: EHBS «Lan'»:

<https://e.lanbook.com/book/2189>

2. Goncharova, N. G. CHasticy i atomnye yadra. Zadachi s resheniyami i kommentariyami [Particles and atomic nuclei. Problems with solutions and

comments] [EHlektronnyj resurs] : uchebno-metodicheskoe posobie / N.G. Goncharova, B.S. Ishkhanov, I.M. Kapitonov. – M. : Fizmatlit, 2013. – 448 s. (rus)

Access: EHBS «Lan»:

<https://e.lanbook.com/book/59636>

3. Okun', L. B. EHlementarnoe vvedenie v fiziku ehlementarnyh chastic [Elementary introduction to particle physics] [EHlektronnyj resurs] : uchebnoe posobie / L.B. Okun'. – M. : Fizmatlit, 2009. – 128 s. (rus)

Access: EHBS «Lan»:

<https://e.lanbook.com/book/2274>

Form of final control: exam.

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Физика фундаментальных взаимодействий»

Курс «Физика фундаментальных взаимодействий» предназначен для студентов очной формы обучения направления подготовки 03.03.02 «Физика».

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часа. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (36 часа), практические занятия (18 часов), самостоятельная работа (27 часов). Дисциплина реализуется на 3 курсе в 6 семестре.

Дисциплина «Физика фундаментальных взаимодействий» относится к вариативной части профессионального цикла дисциплин (Б1.В.ДВ.2.1).

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах: «Математический анализ», «Электродинамика», «Методы математической физики», «Теоретическая механика».

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин: «Квантовая теория поля», «Квантовая электродинамика».

В природе известно четыре типа фундаментальных взаимодействий: сильное, электромагнитное, слабое и гравитационное. В масштабах физики элементарных частиц вклад гравитации несущественен и данное взаимодействие не входит в теоретическую схему Стандартной Модели физики частиц. Стандартная модель физики частиц представляет собой теорию элементарных составляющих материи, фундаментальных фермионов, и фундаментальных взаимодействий. Переносчиками этих взаимодействий являются фундаментальные калибровочные бозоны. Для расчетов и качественного обсуждения явлений обычно используется техника диаграмм Фейнмана.

Цель изучения дисциплины – приобретение систематизированных знаний по основам физики фундаментальных взаимодействий.

Задачи:

- изучение основных положений Стандартная модель физики частиц;
- изучение свойств фундаментальных фермионов — лептонов и кварков;
- изучение свойств четырех фундаментальных взаимодействий;
- приобретение навыков решения задач физики фундаментальных взаимодействий.

Для успешного изучения дисциплины «Физика фундаментальных взаимодействий» у студентов должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- ОПК-1 способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественно-научные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке);

- ОПК-2 способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей.

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие общекультурные/ общепрофессиональные/ профессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-3 Способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей	Знает	Экспериментальные методы исследования элементарных частиц; иерархию частиц; классификацию частиц;
	Умеет	объяснять физические процессы, происходящие на уровне элементарных частиц.
	Владеет	методами симметричного анализа электромагнитных, сильных и слабых взаимодействий.
ПК-1 Способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	Знает	основные свойства элементарных частиц; характеристики четырех фундаментальных взаимодействий; основные положения стандартной модели;
	Умеет	строить диаграммы реакций элементарных частиц; вычислять квантовые числа частиц для различных реакций;
	Владеет	анализом ключевых экспериментов по определению фундаментальных характеристик элементарных частиц.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Физика фундаментальных взаимодействий» применяются следующие

методы активного/ интерактивного обучения: обсуждение в группах, решение задач с обсуждением.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (36 часов)

Раздел 1. Элементарные частицы (6 часов)

Тема 1. Вводные замечания (2 часа)

Кванты. Корпускулярно-волновой дуализм. Взаимные превращения частиц.

Тема 2. Частицы и античастицы (2 часа)

Позитрон. Нейтрино. Пионы - кванты ядерного поля. Странные частицы. Резонансы.

Тема 3. Стандартная модель (2 часа)

Кварки - частицы, из которых состоят адроны. Калибровочные бозоны. Диаграммы Фейнмана.

Раздел 2. Квантовые свойства частиц (6 часов)

Тема 1. Состояния в классической и квантовой физике (2 часа)

Уравнение движения свободной частицы. Физические величины и операторы. Уравнение Шредингера.

Тема 2. Момент количества движения в квантовой механике (2 часа)

Орбитальный момент количества движения. Спин. Полный момент количества движения. Магнитный момент. Спиральность нейтрино.

Тема 3. Связь спина со статистикой (2 часа)

Пространственная четность. Статистика. Система двух тождественных частиц со спином $1/2$. Изоспин. Квантовые числа.

Раздел 3. Фундаментальные частицы Стандартной модели (6 часов)

Тема 1. Лептоны и кварки (2 часа)

Электрон, электронное нейтрино. Мюон, мюонное нейтрино. Тау-лептон, тау-нейтрино. Свойства лептонов. Характеристики кварков. Адронные струи. Открытие топ-кварка.

Тема 2. Калибровочные бозоны и фундаментальные взаимодействия (2 часа)

Глюоны. Фотон. W- и Z-бозоны. Открытие W- и Z-бозонов. Взаимодействия фундаментальных частиц. Константы связи.

Тема 3. Экранировка и антиэкранировка зарядов (2 часа)

Виртуальные частицы. Асимптотическая свобода.

Раздел 4. Адроны (6 часов)

Тема 1. Мезоны (2 часа)

Зарядовая четность. Кварконии.

Тема 2. Барионы (2 часа)

Антибарионы. Структура адронов. Глубоконеупругое рассеяние электронов на нуклонах

Тема 3. Мультиплеты адронов (2 часа)

Нонет легчайших мезонов. Октет легчайших барионов. Барионный декуплет.

Раздел 5. Распады адронов (6 часов)

Тема 1. Распады пи-мезонов и заряженных каонов (2 часа)

Каналы распада. Правила отбора для слабых распадов.

Тема 2. Резонансы (2 часа)

Метод инвариантных масс. Нуклонные резонансы. Узкие мезонные резонансы.

Тема 3. Законы сохранения (2 часа)

Аддитивные законы сохранения. Мультипликативные законы сохранения. О роли слабых взаимодействий в окружающем мире.

Раздел 6. Нуклеосинтез и Вселенная (6 часов)

Тема 1. Распространенность элементов (2 часа)

Свидетельства Большого взрыва. Отсутствие антивещества во Вселенной. Космологический (дозвездный) нуклеосинтез.

Тема 2. Синтез ядер в звездах (2 часа)

Завершение жизненного цикла звезды. Сверхновые. Нейтронные звезды и черные дыры.

Тема 3. Образование тяжелых элементов (2 часа)

Нуклеосинтез под действием космических лучей. Космические лучи

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (18 часов)

Занятие 1. Введение. Физика микромира. (обсуждение в группах) (2 часа)

Формула Резерфорда. Сечение реакции. Преобразования Лоренца. Системы отсчета. Основные формулы релятивистской физики. Система единиц Гаусса.

Занятие 2. Квантовые свойства излучения и частиц. (решение задач с обсуждением) (2 часа)

Формула Планка. Корпускулярно-волновой дуализм. Принцип неопределенности В. Гейзенберга.

Занятие 3. Фундаментальные взаимодействия. Бозоны. (обсуждение в группах) (2 часа)

Фундаментальные взаимодействия. Диаграммы Фейнмана. Калибровочные бозоны.

Занятие 4. Лептоны. (решение задач с обсуждением) (2 часа)

Электрон, мюон, тау-лептон. Нейтрино. Закон сохранения лептонного числа.

Занятие 5. Кварки и адроны. (обсуждение в группах) (2 часа)

Кварки. Адроны – системы связанных кварков. Размеры адронов. Адроны – бесцветные состояния цветных кварков. Глюоны – переносчики сильного взаимодействия. Адронные струи. Электрический заряд u и d кварков. Мультиплеты. Антибарионы.

Занятие 6. Взаимодействие частиц. Законы сохранения. (решение задач с обсуждением) (2 часа)

Взаимодействия частиц. Законы сохранения. Пространственная четность. Зарядовая четность.

Занятие 7. Распады адронов. (обсуждение в группах) (2 часа)

Вероятность распадов. Распад нейтрона. Слабые распады. Правила отбора.

Занятие 8. Нуклеосинтез. (решение задач с обсуждением) (2 часа)

Распространенность химических элементов. Дозвездный нуклеосинтез. Синтез ядер в звездах. Горение водорода. CNO-цикл. Образование тяжелых элементов.

Занятие 9. Симметрии Природы. (обсуждение в группах) (2 часа)

Операции симметрии. Изоспиновая симметрия. Симметрии пространства-времени. Законы сохранения. Пространственная четность. CP-четность. Теорема CPT. Обращение времени. Объединение взаимодействий.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Квантовая теория поля» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование	
			текущий контроль	промежуточная аттестация

1	Раздел 1. Элементарные частицы	ПК-1	знает: иерархию частиц; классификацию частиц; экспериментальные методы исследования элементарных частиц; умеет: строить диаграммы реакций элементарных частиц; вычислять квантовые числа частиц для различных реакций; владеет: анализом ключевых экспериментов по определению фундаментальных характеристик элементарных частиц.	Работа на семинарских занятиях	Экзамен, вопросы № 3, 24, 25, 27, 34, 35, 36, 37, 38,
2	Раздел 2. Квантовые свойства частиц	ОПК-3	знает: основные свойства элементарных частиц; характеристики четырех фундаментальных взаимодействий; основные положения стандартной модели; умеет: объяснять физические процессы, происходящие на уровне элементарных частиц; владеет: методами симметричного анализа электромагнитных, сильных и слабых взаимодействий.	Работа на семинарских занятиях	Экзамен, вопросы № 2, 7, 8, 15, 16, 17, 28, 29, 42, 45
3	Раздел 3. Фундаментальные частицы Стандартной модели	ПК-1	знает: иерархию частиц; классификацию частиц; экспериментальные методы исследования элементарных частиц; умеет: строить диаграммы реакций элементарных частиц; вычислять квантовые	Работа на семинарских занятиях	Экзамен, вопросы № 1, 5, 9, 11, 12, 18, 19, 26, 30, 31, 32, 41,

			числа частиц для различных реакций; владеет: анализом ключевых экспериментов по определению фундаментальных характеристик элементарных частиц.		
4	Раздел 4. Адроны	ОПК-3	знает: основные свойства элементарных частиц; характеристики четырех фундаментальных взаимодействий; основные положения стандартной модели; умеет: объяснять физические процессы, происходящие на уровне элементарных частиц; владеет: методами симметричного анализа электромагнитных, сильных и слабых взаимодействий.	Работа на семинарских занятиях	Экзамен, вопросы № 6, 10, 13, 14, 43, 44
5	Раздел 5. Распады адронов	ПК-1	знает: иерархию частиц; классификацию частиц; экспериментальные методы исследования элементарных частиц; умеет: строить диаграммы реакций элементарных частиц; вычислять квантовые числа частиц для различных реакций; владеет: анализом ключевых экспериментов по определению фундаментальных характеристик элементарных частиц.	Работа на семинарских занятиях	Экзамен, вопросы № 4, 33, 39, 40, 46

6	Раздел 6. Нуклеосинтез и Вселенная	ОПК-3	знает: основные свойства элементарных частиц; характеристики четырех фундаментальных взаимодействий; основные положения стандартной модели; умеет: объяснять физические процессы, происходящие на уровне элементарных частиц; владеет: методами симметричного анализа электромагнитных, сильных и слабых взаимодействий.	Работа на семинарских занятиях	Экзамен, вопросы № 20, 21, 22, 23
---	---------------------------------------	-------	--	--------------------------------	-----------------------------------

Контрольные и методические материалы, а также критерии и показатели необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Капитонов, И. М. Введение в физику ядра и частиц [Текст] : учебник для вузов / И. М. Капитонов. – М. : Физматлит, 2010. – 512 с.

ПОК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:674302>

ЭБС «Лань»:

<https://e.lanbook.com/book/2189>

2. Гончарова, Н. Г. Частицы и атомные ядра. Задачи с решениями и комментариями [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Н.Г. Гончарова, Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов. – М. : Физматлит, 2013. – 448 с.

ЭБС «Лань»:

<https://e.lanbook.com/book/59636>

3. Окунь, Л. Б. Элементарное введение в физику элементарных частиц [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.Б. Окунь. – М. : Физматлит, 2009. – 128 с.

ЭБС «Лань»:

<https://e.lanbook.com/book/2274>

4. Мухин, К. Н. Экспериментальная ядерная физика [Текст] : учебник [в 3 т.] : т. 3 . Физика элементарных частиц / К. Н. Мухин. – СПб. : Лань, 2008. – 412 с.

ПОК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:281586>

ЭБС «Лань»:

<https://e.lanbook.com/book/280>

5. Мухин, К. Н. Экспериментальная ядерная физика [Текст] : учебник [в 3 т.] : т. 1 . Физика атомного ядра / К. Н. Мухин. – СПб. : Лань, 2008. – 383 с.

ПОК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:281645>

ЭБС «Лань»:

<https://e.lanbook.com/book/277>

Дополнительная литература (электронные и печатные издания)

1. Сарычева, Л. И. Введение в физику микромира – физика частиц и ядер [Электронный ресурс] / Л. И. Сарычева. – М. : 2008. – 221 с.

Портал «Ядерная физика в Интернете»:

<http://nuclphys.sinp.msu.ru/astro/>

2. Хенли, Э. Элементарная квантовая теория поля [Текст] / Э. Хенли, В. Тирринг ; под ред. Ю. В. Новожилова ; пер. с англ. А. А. Ансельма. – М. : Изд-во Иностранной литературы, 1963. – 315 с.

ПОК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:685473>

3. Бьеркен, Дж. Д. Релятивистская квантовая теория в 2 т. [Текст] : т. 2. Релятивистские квантовые поля / Дж. Д. Бьеркен, С. Д. Дрелл ; под ред. В. Б. Берестецкого ; пер. с англ. И. М. Народецкого. – М. : Наука, 1978. – 407 с.

ПОК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:64921>

4. Greiner, W. Field Quantization [Текст] / W. Greiner, J. Reinhardt, D.A. Bromley. – Springer, 1996. – 460 с.

ЭБС «StudMed.ru»:

http://www.studmed.ru/greiner-w-reinhardt-j-bromley-da-field-quantization_fc0903c61bb.html

5. Биленький, С. М. Введение в диаграммы Фейнмана и физику электрослабого взаимодействия [Текст] / С. М. Биленький. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 326 с.

ПОК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:28113>

6. Райдер, Л. Квантовая теория поля [Текст] / Л. Райдер ; пер. с англ. С. И. Азакова. – М. : Мир, 1987 ; Платон, 1998. – 512 ; 509 с.

ПОК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:664720>

ЭБС «StudMed.py»:

http://www.studmed.ru/rayder-l-kvantovaya-teoriya-polya_f5a83ae3111.html

7. Займан, Дж. Современная квантовая теория [Текст] / Дж. Займан ; пер. с англ. И. П. Звягина, А. Г. Миронова. – М. : Мир, 1971. – 288 с.

ПОК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:81665>

8. Пескин, М. Введение в квантовую теорию поля [Текст] / М. Пескин, Д. Шредер ; пер. с англ. А. А. Белавина ; под ред. А. В. Беркова. – М., Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, 2001. – 784 с.

ПОК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:396442>

9. Боголюбов, Н. Н. Квантовые поля [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. Н. Боголюбов, Д. В. Ширков. – М. : Физматлит, 2005. – 384 с.

ЭБС «Лань»:

<https://e.lanbook.com/book/2117>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://nuclphys.sinp.msu.ru/>
2. <http://arxiv.org/archive/hep-th>
3. <http://pdg.lbl.gov/>
4. <http://plato.stanford.edu/entries/quantum-field-theory/>
5. https://www.encyclopediaofmath.org/index.php/Quantum_field_theory
6. http://femto.com.ua/articles/part_1/1562.html
7. <https://elementy.ru/LHC/HEP>
8. <https://postnauka.ru/themes/fizika-elementarnyih-chastits>

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные занятия ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов.

Важной является самостоятельная работа по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. При подготовке к занятиям студенты могут пользоваться рабочей программой учебной дисциплины, а также справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т.п.).

При промежуточной аттестации до экзамена должны сдать все отчетные работы и получить допуск к экзамену.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитория для чтения лекций и проведения практических занятий:
персональный компьютер Lenovo ThinkPad E125 с лицензионным и свободным программным обеспечением – MS PowerPoint 2007 и Acrobat Reader XI;

проектор Benq MP770;

переносной экран.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

НАЗВАНИЕ ШКОЛЫ (ФИЛИАЛА)

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**
по дисциплине «Физика фундаментальных взаимодействий»
Направление подготовки – 14.03.02 Ядерная физика и технологии
Физика атомного ядра и частиц
Форма подготовки очная

Владивосток
2016

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	2 часа	Работа на семинарских занятиях
2	2 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	2 часа	Работа на семинарских занятиях
3	3 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	2 часа	Работа на семинарских занятиях
4	4 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	2 часа	Работа на семинарских занятиях
5	5 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	2 часа	Работа на семинарских занятиях
6	6 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	2 часа	Работа на семинарских занятиях
7	7 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	2 часа	Работа на семинарских занятиях
8	8 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	2 часа	Работа на семинарских занятиях
9	9 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	2 часа	Работа на семинарских занятиях
10	10 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	1 час	Работа на семинарских занятиях
11	11 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	1 час	Работа на семинарских занятиях
12	12 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	1 час	Работа на семинарских занятиях
13	13 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	1 час	Работа на семинарских занятиях
14	14 неделя	Подготовка к	1 час	Работа на семинарских

		семинарским занятиям		занятиях
15	15 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	1 час	Работа на семинарских занятиях
16	16 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	1 час	Работа на семинарских занятиях
17	17 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	1 час	Работа на семинарских занятиях
18	18 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	1 час	Работа на семинарских занятиях

Характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению

Самостоятельная работа помогает студентам:

1) овладеть знаниями:

- чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы и т.д.);

- составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста и т.д.;

- работа со справочниками и др. справочной литературой;

- использование компьютерной техники и Интернета и др.;

2) закреплять и систематизировать знания:

- работа с конспектом лекции;

- обработка текста, повторная работа над учебным материалом учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей;

- подготовка плана;

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности и уровня умений студентов.

Контроль результатов самостоятельной работы студентов должен осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Самостоятельная работа на лекции

Слушание и запись лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента. Краткие записи лекций, их

конспектирование помогает усвоить учебный материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное и сделано это самим студентом. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях. Конспект лекции лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать пункты плана лекции, предложенные преподавателям. Принципиальные места, определения, формулы и другое следует сопровождать замечаниями «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек. Лучше если они будут собственными, чтобы не приходилось просить их у однокурсников и тем самым не отвлекать их во время лекции. Целесообразно разработать собственную «маркографию» (значки, символы), сокращения слов. Не лишним будет и изучение основ стенографии. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

Работа с литературными источниками

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме. Более глубокому раскрытию вопросов способствует знакомство с дополнительной литературой.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Требования к конспекту для практических занятий:

1. Должен быть в отдельной тетради, подписанный.
2. Обязательно писать план занятия с указанием темы, вопросов, списка литературы и источников.
3. Отражать проблематику всех поставленных вопросов (анализ источника, литературы).
4. Иметь по ним аргументированные выводы. Слово «аргументированные» является ключевым. Главное - доказуемость выводов.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Контроль самостоятельной работы студентов предусматривает:

- соотнесение содержания контроля с целями обучения;
- объективность контроля;
- валидность контроля (соответствие предъявляемых заданий тому, что предполагается проверить);
- дифференциацию контрольно-измерительных материалов.

Формы контроля самостоятельной работы:

- Работа на семинарских занятиях .

Критерии оценки результатов самостоятельной работы

Критериями оценок результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентами учебного материала;
- сформированность общеучебных умений;
- умения студента активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями;
- умение ориентироваться в потоке информации, выделять главное;
- умение четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;
- умение показать, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;
- умение сформировать свою позицию, оценку и аргументировать ее.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

НАЗВАНИЕ ШКОЛЫ (ФИЛИАЛА)

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Физика фундаментальных взаимодействий»
Направление подготовки – 14.03.02 Ядерная физика и технологии
Физика атомного ядра и частиц
Форма подготовки очная

Владивосток
2016

Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-3 способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	Знает	основные свойства элементарных частиц; характеристики четырех фундаментальных взаимодействий; основные положения стандартной модели.
	Умеет	объяснять физические процессы, происходящие на уровне элементарных частиц.
	Владеет	методами симметричного анализа электромагнитных, сильных и слабых взаимодействий.
ПК-1 способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	Знает	иерархию частиц; классификацию частиц; экспериментальные методы исследования элементарных частиц;
	Умеет	строить диаграммы реакций элементарных частиц; вычислять квантовые числа частиц для различных реакций.
	Владеет	анализом ключевых экспериментов по определению фундаментальных характеристик элементарных частиц.

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел 1. Элементарные частицы	ПК-1	знает: иерархию частиц; классификацию частиц; экспериментальные методы исследования элементарных частиц; умеет: строить диаграммы реакций элементарных частиц; вычислять квантовые числа частиц для различных реакций; владеет: анализом ключевых экспериментов по определению фундаментальных характеристик	Работа на семинарских занятиях	Экзамен, вопросы № 3, 24, 25, 27, 34, 35, 36, 37, 38,

			элементарных частиц.		
2	Раздел 2. Квантовые свойства частиц	ОПК-3	знает: основные свойства элементарных частиц; характеристики четырех фундаментальных взаимодействий; основные положения стандартной модели; умеет: объяснять физические процессы, происходящие на уровне элементарных частиц; владеет: методами симметричного анализа электромагнитных, сильных и слабых взаимодействий.	Работа на семинарских занятиях	Экзамен, вопросы № 2, 7, 8, 15, 16, 17, 28, 29, 42, 45
3	Раздел 3. Фундаментальные частицы Стандартной модели	ПК-1	знает: иерархию частиц; классификацию частиц; экспериментальные методы исследования элементарных частиц; умеет: строить диаграммы реакций элементарных частиц; вычислять квантовые числа частиц для различных реакций; владеет: анализом ключевых экспериментов по определению фундаментальных характеристик элементарных частиц.	Работа на семинарских занятиях	Экзамен, вопросы № 1, 5, 9, 11, 12, 18, 19, 26, 30, 31, 32, 41,
4	Раздел 4. Адроны	ОПК-3	знает: основные свойства элементарных частиц; характеристики четырех фундаментальных	Работа на семинарских занятиях	Экзамен, вопросы № 6, 10, 13, 14, 43, 44

			<p>взаимодействий;</p> <p>основные положения стандартной модели;</p> <p>умеет: объяснять физические процессы, происходящие на уровне элементарных частиц;</p> <p>владеет: методами симметричного анализа электромагнитных, сильных и слабых взаимодействий.</p>		
5	Раздел 5. Распады адронов	ПК-1	<p>знает: иерархию частиц; классификацию частиц;</p> <p>экспериментальные методы исследования элементарных частиц;</p> <p>умеет: строить диаграммы реакций элементарных частиц; вычислять квантовые числа частиц для различных реакций;</p> <p>владеет: анализом ключевых экспериментов по определению фундаментальных характеристик элементарных частиц.</p>	Работа на семинарских занятиях	Экзамен, вопросы № 4, 33, 39, 40, 46
6	Раздел 6. Нуклеосинтез и Вселенная	ОПК-3	<p>знает: основные свойства элементарных частиц; характеристики четырех фундаментальных взаимодействий;</p> <p>основные положения стандартной модели;</p> <p>умеет: объяснять физические процессы, происходящие на уровне элементарных частиц;</p> <p>владеет: методами симметричного анализа</p>	Работа на семинарских занятиях	Экзамен, вопросы № 20, 21, 22, 23

		электромагнитных, сильных и слабых взаимодействий.	
--	--	--	--

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели	баллы
ОПК-3 способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	Знает	основные свойства элементарных частиц; характеристики четырех фундаментальных взаимодействий; основные положения стандартной модели.	Знание основных свойств элементарных частиц, характеристик четырех фундаментальных взаимодействий, основных положений стандартной модели.	Способность охарактеризовать основные свойства элементарных частиц; перечислить характеристики четырех фундаментальных взаимодействий и основные положения стандартной модели.	45-64
	Умеет	объяснять физические процессы, происходящие на уровне элементарных частиц.	Умение объяснять физические процессы, происходящие на уровне элементарных частиц.	Способность объяснять физические процессы, происходящие на уровне элементарных частиц.	65-84
	Владеет	методами симметричного анализа электромагнитных, сильных и слабых взаимодействий.	Владение методами симметричного анализа электромагнитных, сильных и слабых взаимодействий.	Способность применить методы симметричного анализа электромагнитных, сильных и слабых взаимодействий.	85-100
ПК-1 способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных	Знает	иерархию частиц; классификацию частиц; экспериментальные методы исследования элементарных частиц.	Знание иерархии частиц, классификации частиц, экспериментальных методов исследования элементарных частиц.	Способность разъяснить иерархию и классификацию частиц; перечислить и охарактеризовать экспериментальные методы исследования элементарных частиц.	45-64

физических дисциплин	Умеет	объяснять строить диаграммы реакций элементарных частиц; вычислять квантовые числа частиц для различных реакций.	Умение строить диаграммы реакций элементарных частиц; вычислять квантовые числа частиц для различных реакций.	Способность строить диаграммы реакций элементарных частиц; вычислять квантовые числа частиц для различных реакций.	65-84
	Владеет	методами анализа ключевых экспериментов по определению фундаментальных характеристик элементарных частиц.	Владение методами анализа ключевых экспериментов по определению фундаментальных характеристик элементарных частиц.	Способность анализировать ключевые эксперименты по определению фундаментальных характеристик элементарных частиц.	85-100

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Промежуточная аттестация обучающихся по учебной дисциплине осуществляется в рамках завершения изучения данной дисциплины и позволяет определить качество и уровень ее освоения. Предметом оценки освоения являются умения и знания.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме экзамена и позволяет определить развитие общих компетенций, предусмотренных для ОПОП. Условием допуска к экзамену является успешное освоение обучающимися всех элементов дисциплины (выполнение и сдача всех коллоквиумов и контрольных работ).

Текущий контроль успеваемости осуществляется в ходе повседневной учебной работы по курсу дисциплины. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины, овладению общими компетенциями.

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ по дисциплине «Физика фундаментальных взаимодействий»

1. Фундаментальные частицы Стандартной модели.
2. Законы сохранения в физике частиц.
3. Частицы и античастицы.

4. Резонансные частицы.
5. Электромагнитные взаимодействия.
6. Структура нуклона.
7. Изоспин. Изоспиновые мультиплеты.
8. Странность. Рождение и распад странных частиц.
9. Сильные взаимодействия. Кварки. Глюоны. Цвет.
10. Кварковая структура адронов. Барионы. Мезоны.
11. Слабые взаимодействия. Промежуточные бозоны.
12. Слабые распады лептонов и кварков.
13. Свойства нуклон-нуклонного взаимодействия.
14. Мезонная теория ядерных сил.
15. Пространственная инверсия. P-четность.
16. Зарядовое сопряжение. Зарядовая четность. CP-инверсия.
17. Обращение времени. CPT-теорема.
18. Фундаментальные взаимодействия.
19. Объединение взаимодействий.
20. Проблема нестабильности протона.
21. Нуклеосинтез во Вселенной.
22. Ядерные реакции в звездах.
23. Космические лучи. Состав и происхождение.
24. Связь между частотой, длиной волны, волновым вектором импульсом и энергией фотона.
25. Что такое коллайдер? Привести примеры образования частиц на коллайдере.
26. Сравнить константы сильного, слабого и электромагнитного взаимодействия при низких энергиях.
27. Каков характерный радиус действия слабых сил?
28. В каких взаимодействиях сохраняется пространственная четность?
29. В каких взаимодействиях может нарушаться пространственная четность?
30. Какие частицы переносят сильное взаимодействие?
31. Какие частицы переносят слабое взаимодействие?
32. Какая частица переносит электромагнитное взаимодействие?
33. Нарисовать кварковую диаграмму распада нейтрона.
34. Привести примеры возможных элементарных узлов диаграмм Фейнмана с испусканием γ -кванта.
35. Привести примеры возможных элементарных узлов диаграмм Фейнмана с испусканием Z-бозона.
36. Привести примеры возможных элементарных узлов диаграмм Фейнмана с испусканием W^+ -бозона.

37. Нарисовать диаграмму Фейнмана распада мюона.
38. Привести примеры аннигиляции пары частица-античастица.
39. Нарисовать кварковую диаграмму распада π^0 .
40. Нарисовать кварковую диаграмму распада Δ^- .
41. Выписать фундаментальные частицы стандартной модели.
42. Какие квантовые числа совпадают, а какие не совпадают у фундаментальных частиц и античастиц?
43. Кварковый состав протона, нейтрона.
44. Привести примеры кварковых составов странного мезона и странного бариона.
45. Привести примеры истинно нейтральных частиц.
46. Как связаны между собой время жизни и ширина резонанса?

Критерии оценки на экзамене по дисциплине «Квантовая механика»

Оценка **«отлично»** ставится, если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

Оценка **«хорошо»** ставится, если ответ обнаруживает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

Оценка **«удовлетворительно»** ставится, если ответ свидетельствует в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличается недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

Оценка «**неудовлетворительно**» ставится, если ответ обнаруживает незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

Комплект заданий для контрольной работы

Тема 1. Стандартная модель.

Вариант 1.

Кванты. Корпускулярно-волновой дуализм. Взаимные превращения частиц.

Вариант 2.

Позитрон. Нейтрино. Пионы - кванты ядерного поля. Странные частицы. Резонансы.

Вариант 3.

Кварки - частицы, из которых состоят адроны. Калибровочные бозоны. Диаграммы Фейнмана.

Тема 2. Квантовые свойства частиц.

Вариант 1.

Уравнение движения свободной частицы. Физические величины и операторы. Уравнение Шредингера.

Вариант 2.

Орбитальный момент количества движения. Спин. Полный момент количества движения. Магнитный момент. Спиральность нейтрино.

Вариант 3.

Пространственная четность. Статистика. Система двух тождественных частиц со спином $1/2$. Изоспин. Квантовые числа.

Тема 3. Фундаментальные частицы Стандартной модели.

Вариант 1.

Электрон, электронное нейтрино. Мюон, мюонное нейтрино. Тау-лептон, тау-нейтрино. Свойства лептонов. Характеристики кварков. Адронные струи. Открытие топ-кварка.

Вариант 2.

Глюоны. Фотон. W- и Z-бозоны. Открытие W- и Z-бозонов. Взаимодействия фундаментальных частиц. Константы связи.

Вариант 3.

Виртуальные частицы. Асимптотическая свобода.

Тема 4. Адроны.

Вариант 1.

Зарядовая четность. Кварконии.

Вариант 2.

Антибарионы. Структура адронов. Глубоконеупругое рассеяние электронов на нуклонах

Вариант 3.

Нонет легчайших мезонов. Октет легчайших барионов. Барионный декуплет.

Тема 5. Распады адронов.

Вариант 1.

Каналы распада. Правила отбора для слабых распадов.

Вариант 2.

Метод инвариантных масс. Нуклонные резонансы. Узкие мезонные резонансы.

Вариант 3.

Аддитивные законы сохранения. Мультипликативные законы сохранения. О роли слабых взаимодействий в окружающем мире.

Тема 6. Нуклеосинтез и Вселенная.

Вариант 1.

Свидетельства Большого взрыва. Отсутствие антивещества во Вселенной. Космологический (дозвездный) нуклеосинтез.

Вариант 2.

Завершение жизненного цикла звезды. Сверхновые. Нейтронные звезды и черные дыры.

Вариант 3.

Нуклеосинтез под действием космических лучей. Космические лучи

Критерии оценки выполнения контрольной работы

Отметка "Отлично"

Верно выполнено более 85% заданий.

Отметка "Хорошо"

Верно выполнено 75-85% заданий.

Отметка "Удовлетворительно"

Верно выполнено 60-75% заданий.

Отметка "Неудовлетворительно"

Верно выполнено менее 60% заданий.