Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ КАФЕДРА ФИЗИКИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ (КВАРК-ПАРТОННАЯ МОДЕЛЬ, ФИЗИКА НЕЙТРИНО)

Направление подготовки (специальность)

[1] 14.04.02 Ядерные физика и технологии

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
3	2	72	16	32	0		24	0	3
Итого	2	72	16	32	0	32	24	0	

АННОТАЦИЯ

Целями освоения учебной дисциплины является — развитие понимания у студентов экспериментального значения законов физики элементарных частиц и их свойств, умения предлагать принципиальную схему эксперимента по измерению какой-либо величины, проверки какого-либо закона физики частиц.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины является — развитие понимания у студентов экспериментального значения законов физики элементарных частиц и их свойств, умения предлагать принципиальную схему эксперимента по измерению какой-либо величины, проверки какого-либо закона физики частиц.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

К моменту изучения дисциплины студенты уже должны освоить следующие курсы: экспериментальные методы ядерной физики, квантовая механика, ядерная физика, и др. Изучение данного курса необходимо для научной работы в рамках НИРС и, главное, в рамках работы над дипломом.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-1 [1] – Способен	3-УК-1 [1] – Знать: методы системного и критического
осуществлять критический анализ	анализа; методики разработки стратегии действий для
проблемных ситуаций на основе	выявления и решения проблемной ситуации
системного подхода,	У-УК-1 [1] – Уметь: применять методы системного
вырабатывать стратегию	подхода и критического анализа проблемных ситуаций;
действий	разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные
	решения для ее реализации
	В-УК-1 [1] – Владеть: методологией системного и
	критического анализа проблемных ситуаций; методиками
	постановки цели, определения способов ее достижения,
	разработки стратегий действий

Профессиональные компетенции в соотвествии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача	Объект или область	Код и наименование	Код и
профессиональной	знания	профессиональной	наименование
деятельности (ЗПД)		компетенции;	индикатора
		Основание	достижения
		(профессиональный	профессиональной

		стандарт-ПС, анализ опыта)	компетенции
	организационно-у	правленческий	
организация работы коллектива исполнителей, принятие исполнительских решений в условиях спектра мнений, определение порядка выполнения работ; поиск оптимальных решений с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды; составление рефератов, написание и оформление научных статей; участие в организации семинаров, конференций; участие в организации инфраструктуры предприятий, в том числе информационной и технологической	организационно-у управление работой коллектива, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных объектов	правленческий ПК-1 [1] - Способен планировать и управлять работой производственных и научных коллективов. Основание: Профессиональный стандарт: 40.008	3-ПК-1[1] - Знать методы управления работой производственных и научных коллективов и современную законодательную и нормативноправовую базу.; У-ПК-1[1] - уметь применять методы управления работой производственных и научных коллективов на основе современной законодательной и нормативноправовой базы.; В-ПК-1[1] - владеть методами управления работой производственных и научных коллективов на основе современной законодательной и нормативнопроизводственных и научных коллективов на основе современной законодательной и нормативноправовой базы.
	научно-исследо	рвательский	
проведение научных исследований поставленных проблем; формулировка новых задач, возникающих в ходе научных исследований; работа с научной литературой с использованием новых информационных технологий, слежение за научной периодикой; разработка методов и приборов для регистрации ионизирующих и электромагнитных излучений; выбор	атомное ядро, элементарные частицы и космические лучи, математические модели для теоретического и экспериментального исследований явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, космических лучей	ПК-3 [1] - Способен оценивать перспективы развития атомной отрасли, использовать ее современные достижения и передовые технологии в научно-исследовательской деятельности Основание: Профессиональный стандарт: 40.008	3-ПК-3[1] - Знать достижения научнотехнического прогресса; У-ПК-3[1] - Уметь применять полученные знания к решению практических задач.; В-ПК-3[1] - владеть методами моделирования физических процессов.

технических средств, подготовка оборудования, работа на экспериментальных физических установках; выбор необходимых методов исследования; анализ получаемой физической информации с использованием современной вычислительной техники проведение научных ПК-4 [1] - Способен 3-ПК-4[1] - Знать: атомное ядро, исследований элементарные самостоятельно цели и задачи поставленных проблем; частицы и выполнять проводимых формулировка новых космические лучи, экспериментальные и исследований; задач, возникающих в математические теоретические основные методы и ходе научных модели для исследования для средства проведения теоретического и исследований; работа с решения научных и экспериментальных научной литературой с экспериментального производственных и теоретических использованием новых исследований залач исследований; информационных явлений и методы и средства технологий, слежение математической закономерностей в Основание: за научной периодикой; области физики ядра, Профессиональный обработки разработка методов и стандарт: 40.011 частиц, космических результатов приборов для лучей экспериментальных регистрации данных; ионизирующих и У-ПК-4[1] - Уметь: электромагнитных применять методы излучений; выбор проведения технических средств, экспериментов; подготовка использовать оборудования, работа математические на экспериментальных методы обработки физических установках; результатов выбор необходимых исследований и их обобщения; методов исследования; анализ получаемой оформлять физической результаты научноинформации с исследовательских использованием работ; В-ПК-4[1] - Владеть: современной вычислительной навыками техники самостоятельного выполнения экспериментальных и теоретических исследования для решения научных и

производственных

			задач
	проект		2 1117 211 2
использование информационных технологий при разработке новых установок, материалов и изделий; разработка проектов технических условий, стандартов и технических описаний новых установок, материалов и изделий	разработка ядерно- физических установок, обеспечение ядерной и радиационной безопасности, систем контроля и автоматизированного управления ядерно- физическими установками, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных объектов	ПК-5 [1] - Способен проводить расчет и проектирование физических установок и приборов с использованием современных информационных технологий Основание: Профессиональный стандарт: 40.008	3-ПК-5[1] - Знать основные физические законы и стандартные прикладные пакеты используемые при моделировании физических процессов и установок; У-ПК-5[1] - Уметь применять стандартные прикладные пакеты используемые при моделировании физических процессов и установок; В-ПК-5[1] - Владеть стандартными прикладными прикладными пакетами используемыми при моделировании физических процессов и установок; В-ПК-5[1] - Владеть стандартными прикладными пакетами используемыми при моделировании физических процессов и
формирование целей проекта (программы), задач, критериев и показателей достижения целей, построение структуры их взаимосвязей, выявление приоритетов решения задач с учетом всех аспектов деятельности; разработка обобщенных вариантов решения проблемы, анализ этих вариантов, прогнозирование последствий, нахождение компромиссных решений в условиях многокритериальности, неопределенности,	современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядернофизическими установками, разработка и технологии применения приборов и установок для проведения исследований	ПК-6 [1] - Способен оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения Основание: Профессиональный стандарт: 40.008	установок 3-ПК-6[1] - Знать основные нормативные документы по регулированию рисков возникающих в процессе эксплуатации новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения; У-ПК-6[1] - Уметь оценивать риск и

плонировоние			опродолять меры
планирование			определять меры
реализации проекта			безопасности для
			новых установок и
			технологий,
			составлять и
			анализировать
			сценарии
			потенциально
			возможных аварий,
			разрабатывать
			методы уменьшения
			риска их
			возникновения;
			В-ПК-6[1] - Владеть
			методами оценки
			рисков и определять
			меры безопасности
			для новых установок
			и технологий,
			составлять и
			анализировать
			сценарии
			потенциально
			возможных аварий,
			разрабатывать
			методы уменьшения
			риска их
			возникновения
	производственно-т		D FHC 0[1] D
применение ядерно-	современная	ПК-9 [1] - Способен	3-ПК-9[1] - Знать
физических методик в	электронная	эксплуатировать,	регламент
решении	схемотехника,	проводить испытания	эксплуатации и
технологических	электронные системы	и ремонт	ремонта
проблем; использование	ядерных и	современных	современных
результатов	физических	физических	физических
проводимых	установок, системы	установок, выполнять	установок;
исследований и	автоматизированного	технико-	У-ПК-9[1] - Уметь
разработок в	управления ядерно-	экономические	эксплуатировать,
технологических и	физическими	расчеты	проводить
производственных	установками,		испытания и ремонт
целях; реализация	разработка и	Основание:	современных
цепочки: исследование,	технологии	Профессиональный	физических
развитие, технология,	применения приборов	стандарт: 40.011	установок;
производство	и установок для		В-ПК-9[1] - Владеть
•	проведения		навыками
	исследований		эксплуатации,
	7.1		проведения
			испытаний и
			ремонта
			современных
			физических
			•
			установок

	эксперт	гный	
анализ технических и	исследования,	ПК-11 [1] - Способен	3-ПК-11[1] - Знать
расчетно-теоретических	разработка и	к анализу	законодательные и
разработок, учет их	технологии,	технических и	нормативные акты
соответствия	направленные на	расчетно-	регулирующие
требованиям законов в	регистрацию и	теоретических	деятельность в
области	обработку	разработок, к учету	области
промышленности,	информации,	их соответствия	промышленности,
экологии и	разработку теории,	требованиям законов	экологии,
безопасности и другим	создание и	в области	технической,
нормативным актам;	применение	промышленности,	радиационной и
оценка соответствия	установок и систем в	экологии,	ядерной
предлагаемого решения	области физики ядра,	технической,	безопасности;
достигнутому мировому	частиц, космических	радиационной и	У-ПК-11[1] - Уметь
уровню;	лучей, астрофизики,	ядерной безопасности	проводить анализ
рецензирование	распространения и	и другим	технических и
проектов, заявок,	взаимодействия	нормативным актам	расчетно-
просктов, заявок, технических заданий,	излучения с	пормативным актам	теоретических
отчетов	веществом	Основание:	разработок с учетом
0140106	веществом	Профессиональный	их соответствия
		стандарт: 40.011	требованиям
		Стандарт. 40.011	законов в области
			промышленности,
			экологии,
			технической,
			радиационной и
			ядерной безопасности и
			другим
			нормативным актам;
			В-ПК-11[1] -
			владеть методами
			анализа технических
			и расчетно-
			теоретических
			разработок, и учета
			их соответствия
			требованиям
			законов в области
			промышленности,
			экологии,
			технической,
			радиационной и
			ядерной
			безопасности и
			другим
		TT 10 11 2 2 2	нормативным актам
анализ технических и	исследования,	ПК-12 [1] - Способен	3-ПК-12[1] - Знать
расчетно-теоретических	разработка и	объективно оценить	основные критерии
разработок, учет их	технологии,	предлагаемое	оценки
соответствия	направленные на	решение или проект	предлагаемого
требованиям законов в	регистрацию и	по отношению к	решения или

_			
области	обработку	современному	проекта по
промышленности,	информации,	мировому уровню,	отношению к
экологии и	разработку теории,	подготовить	современному
безопасности и другим	создание и	экспертное	мировому уровню;
нормативным актам;	применение	заключение	У-ПК-12[1] - Уметь
оценка соответствия	установок и систем в		оценивать
предлагаемого решения	области физики ядра,	Основание:	предлагаемые
достигнутому мировому	частиц, космических	Профессиональный	решения на
уровню;	лучей, астрофизики,	стандарт: 40.011	соответствие
рецензирование	распространения и		современному
проектов, заявок,	взаимодействия		мировому уровню,
технических заданий,	излучения с		подготовить
отчетов	веществом		экспертное
			заключение;
			В-ПК-12[1] -
			Владеть навыками
			подготовки
			экспертных
			заключений по
			предлагаемым
			проектам

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	3 Семестр						
1	Раздел 1	1-8	8/16/0		25	CK-8	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, У-ПК-9, У-ПК-9,

2 Раздел 2 9-16 8/16/0 25 КИ-16 3-ПК-11, У-ПК-1, В-ПК-12, З-УК-1, У-У-К-1, В-ПК-12, З-УК-1, У-У-К-1, В-ПК-1, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-5, З-ПК-6, З-ПК-9, З-ПК-1, З-ПК-9, З-ПК-11, З-ПК-1, З-ПК-3, З-ПК-4, З-ПК-4, З-ПК-4, З-ПК-4, З-ПК-4, З-ПК-4, З-ПК-4, З-ПК-5,			•	•	,		
В-ПК-11, 3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1 В-УК-1 В-УК-1 В-ПК-1, 3-ПК-13, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-6, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-9, У-ПК-1, В-ПК-11, 3-ПК-12, З-УК-1, У-ГК-11, В-ПК-11, 3-ПК-12, 3-УК-1 У-ГК-11, В-ПК-12, 3-УК-1 В-УК-1 В-ГК-13, З-ПК-13, З-ПК-14, З-ПК-13, З-ПК-13, З-ПК-13, З-ПК-13, З-ПК-13, З-ПК-13, З-ПК-3, З-ПК-3, З-ПК-3, З-ПК-4, З-ПК-3, З-ПК-4, З-ПК-5, В-ПК-5, В-ПК-1, В-ПК-1							
2 Раздел 2 9-16 8/16/0 25 КИ-16 3-ПК-12, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1 3-ПК-1, 3-ПК-3, 3-ПК-4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4							
2 Раздел 2 9-16 8/16/0 25 КИ-16 3-IIK-1, y-V-K-1, B-VK-1 2 Раздел 2 9-16 8/16/0 25 КИ-16 3-IIK-1, y-IIK-1, B-IIK-1, 3-IIK-3, 3-IIK-4, y-IIK-3, B-IIK-3, 3-IIK-4, y-IIK-3, B-IIK-3, 3-IIK-4, y-IIK-4, B-IIK-5, 3-IIK-6, B-IIK-6, 3-IIK-6, y-IIK-6, B-IIK-6, 3-IIK-9, y-IIK-9, B-IIK-9, y-IIK-9, B-IIK-9, y-IIK-11, B-IIK-11, 3-IIK-12, y-IIK-11, B-IIK-11, y-IIK-11, B-IIK-11, y-IIK-12, 3-IIK-12, y-IIK-12, 3-IIK-12, y-IIK-1, y-IIK-1, B-IIK-1, y-IIK-1, B-IIK-1, y-IIK-1, B-IIK-1, y-IIK-1, B-IIK-1, y-IIK-1, B-IIK-1, y-IIK-1, B-IIK-1, 3-IIK-3, y-IIK-3, B-IIK-3, y-IIK-3, B-IIK-3, y-IIK-3, B-IIK-3, y-IIK-3, B-IIK-4, y-IIK-4, B-IIK-4, 3-IIK-5, y-IIK-5, B-IIK-5,							
В-ЛК-12, 3-УК-1, В-УК-1 В-УК-1 В-УК-1 В-ЛК-1, 3-ЛК-1, В-ЛК-1, В-ЛК-1, 3-ЛК-3, 3-ЛК-4, У-ЛК-6, В-ЛК-6, 3-ЛК-9, У-ЛК-9, В-ЛК-12, 3-УК-1, У-УК-1, В-ЛК-12, 3-ЛК-12, 3-ЛК-13, 3-Л							
2 Раздел 2 9-16 8/16/0 25 КИ-16 3-ПК-1, У-УК-1, В-УК-1 3-ПК-1, Ч-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-4, 3-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-11, 3-ПК-12, У-ПК-11, В-ПК-11, 3-ПК-12, У-ПК-11, В-ПК-12, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1 Итого за 3 Семестр Контрольные мероприятия за 3 Семестр 50 3 3-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, В-ПК-4, В-ПК-4, В-ПК-4, В-ПК-4, В-ПК-4, В-ПК-4, В-ПК-5, В-							У-ПК-12,
2 Раздел 2 9-16 8/16/0 25 КИ-16 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, З-ПК-5, З-ПК-6, З-ПК-5, З-ПК-6, З-ПК-6, З-ПК-6, З-ПК-9, З-ПК-11, З-ПК-11, З-ПК-12, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1 Итого за 3 Семестр 16/32/0 50 Контрольные мероприятия за 3 Семестр 50 3-ПК-1, З-ПК-1, З-ПК-1, З-ПК-1, З-ПК-1, З-ПК-1, З-ПК-3, З-ПК-1, З-ПК-3, З-ПК-1, З-ПК-3, З-ПК-4, З-ПК-3, З-ПК-4, З-ПК-3, З-ПК-4, З-ПК-5, У-ПК-5, У-ПК							В-ПК-12,
2 Раздел 2 9-16 8/16/0 25 КИ-16 3-ПК-1, 3-ПК-1, 9-ПК-1, 9-ПК-1, 3-ПК-3, 3-ПК-3, 3-ПК-4, 4-ПК-4, 4-ПК-4, 4-ПК-4, 4-ПК-4, 4-ПК-5, 3-ПК-5, 5-ПК-5, 3-ПК-6, 4-ПК-5, 3-ПК-6, 4-ПК-9, 3-ПК-9, 3-ПК-1, 4-ПК-11, 3-ПК-12, 4-ПК-11, 3-ПК-12, 4-ПК-11, 3-ПК-12, 4-ПК-12, 3-YK-1, 4-Y-ПК-12, 3-YK-1, 4-Y-ПК-1, 3-ПК-13, 3-ПК-14, 3-ПК-13, 3-ПК-14, 4-ПК-13, 3-ПК-13, 4-ПК-13, 3-ПК-14, 4-ПК-3, 3-ПК-4, 4-ПК-4, 4-ПК-4, 4-ПК-4, 4-ПК-5, 3-ПК-4, 4-ПК-5, 3-ПК-5, 4-ПК-5,							3-УК-1,
2 Раздел 2 9-16 8/16/0 25 KU-16 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-5, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, 3-ПК-6, 3-ПК-9, 3-ПК-11, 3-ПК-11, 3-ПК-11, 3-ПК-11, 3-ПК-12, 3-УК-11, 3-ПК-12, 3-УК-11, 3-ПК-12, 3-УК-11, 3-ПК-12, 3-УК-1, 3-ПК-13, 3-ПК							У-УК-1,
Итого за 3 Семестр 16/32/0 50 Контрольные мероприятия за 3 Семестр 16/32/0 50 В-ПК-1, 3-ПК-3, 3-ПК-1, 3-ПК-1, 3-ПК-1, 3-ПК-12, 3-УК-1, 3-ПК-12, 3-УК-1, 3-ПК-12, 3-УК-1, 3-ПК-12, 3-УК-1, 3-ПК-12, 3-ГК-12, 3-ГК-12, 3-ГК-12, 3-ГК-12, 3-ГК-12, 3-ГК-13, 3-ГК-14, 3-ГК-13, 3-ГК-14, 3-ГК-13, 3-ГК-14, 3-ГК-14, 3-ГК-14, 3-ГК-15, 3-ΓК-15,							В-УК-1
Итого за 3 Семестр 16/32/0 50 Контрольные мероприятия за 3 Семестр 16/32/0 50 В-ПК-1, 3-ПК-3, 3-ПК-1, 3-ПК-1, 3-ПК-1, 3-ПК-12, 3-УК-1, 3-ПК-12, 3-УК-1, 3-ПК-12, 3-УК-1, 3-ПК-12, 3-УК-1, 3-ПК-12, 3-ГК-12, 3-ГК-12, 3-ГК-12, 3-ГК-12, 3-ГК-12, 3-ГК-13, 3-ГК-14, 3-ГК-13, 3-ГК-14, 3-ГК-13, 3-ГК-14, 3-ГК-14, 3-ГК-14, 3-ГК-15, 3-ΓК-15,	2	Раздел 2	9-16	8/16/0	25	КИ-16	3-ПК-1,
В-ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-11, 3-ПК-12, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, 3-ПК-12, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1 В-УК-1 В-УК-1 В-ТК-1, 3-ПК-1, 3-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5,							
3-IIK-3,							· ·
Итого за 3 Семестр 16/32/0 50 Контрольные мероприятия за 3 Семестр 50 3 - IIK-1, У-IIK-1, В-IIK-1, З-IIK-1, Ч-IIK-1, В-IIK-1, З-IIK-3, Ч-IIK-3, З-IIK-4, Ч-IIK-4, В-IIK-4, З-IIK-3, З-IIK-4, Ч-IIK-4, В-IIK-5, Ч-IIK-5, В-IIK-5, В-I							
В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, 3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12, 3-УК-1, У-У-К-1, У-У-К-1, В-УК-1 Итого за 3 Семестр Контрольные мероприятия за 3 Семестр 16/32/0 50 3 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-3, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5,							
3-ПК-4,							
Итого за 3 Семестр 16/32/0 50 Контрольные мероприятия за 3 Семестр 50 3 -ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-1, З-ПК-1, З-ПК-3, У-ПК-1, З-ПК-1, З-ПК-1, З-ПК-1, З-ПК-1, З-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5,							
В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, 3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1 В-УК-1 Мого за 3 Семестр 16/32/0 50 Контрольные мероприятия за 3 Семестр 50 3 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5,							
3-ПК-5,							
V-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, Y-ПК-6, В-ПК-6, Y-ПК-6, В-ПК-9, Y-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-11, Y-ПК-11, В-ПК-11, 3-ПК-12, Y-ПК-12, В-ПК-12, 3-УК-1, Y-УК-1, В-УК-1 Итого за 3 Семестр							
В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, В-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1 Мтого за 3 Семестр Контрольные мероприятия за 3 Семестр Контрольные мероприятия за 3 Семестр В-ПК-1, З-ПК-1, З-ПК-1, З-ПК-1, З-ПК-1, З-ПК-3, З-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5,							
3-ПК-6,							
V-ПК-6, B-ПК-6, 3-ПК-9, V-ПК-9, B-ПК-9, 3-ПК-11, V-ПК-11, B-ПК-11, 3-ПК-12, V-ПК-12, B-ПК-12, 3-УК-1, V-УК-1, B-УК-1 Итого за 3 Семестр							
В-ПК-6, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1							
3-ПК-9,							
У-ПК-9, В-ПК-9, З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, З-ПК-11, З-ПК-11, З-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1 Итого за 3 Семестр 16/32/0 50 Контрольные мероприятия за 3 Семестр 50 3 З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, З-ПК-4, З-ПК-4, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5,							
В-ПК-9, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, 3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12, 3-УК-1, У-У-К-1, В-УК-1 Итого за 3 Семестр Контрольные мероприятия за 3 Семестр 50 3 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-3, В-ПК-4, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5,							
3-ПК-11, Y-ПК-11, B-ПК-11, 3-ПК-12, Y-ПК-12, 3-ПК-11, 3-ПК-12, 3-VK-1, Y-УК-1, B-VK-1 B-УК-1 B-ПК-1, 3-ПК-1, B-ПК-1, 3-ПК-3, Y-ПК-3, 3-ПК-3, 3-ПК-3, 3-ПК-3, 3-ПК-3, 3-ПК-3, 3-ПК-4, Y-ПК-4, Y-ПК-4, B-ПК-4, Y-ПК-4, B-ПК-4, Y-ПК-4, B-ПК-4, Y-ПК-5, B-ПК-5, Y-ПК-5, Y-П							· ·
Итого за 3 Семестр 16/32/0 50 Контрольные мероприятия за 3 Семестр 50 3 З-ПК-1, У-У-К-1, В-УК-1 В-ПК-1, З-ПК-3, У-ПК-1, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5,							
В-ПК-11, 3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1 Итого за 3 Семестр 16/32/0 50 Контрольные мероприятия за 3 Семестр 50 3 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-4, У-ПК-5, В-ПК-5,							
3-ПК-12, Y-ПК-12, B-ПК-12, 3-УК-1, Y-УК-1, B-УК-1							
Итого за 3 Семестр 16/32/0 50 Контрольные мероприятия за 3 Семестр 50 3 З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5,							
В-ПК-12, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1 Итого за 3 Семестр Контрольные мероприятия за 3 Семестр Бо з з-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5,							
Итого за 3 Семестр 16/32/0 50 Контрольные мероприятия за 3 Семестр 50 3 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5,							
Итого за 3 Семестр 16/32/0 50 Контрольные мероприятия за 3 Семестр 50 3 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, В-ПК-5,							
Итого за 3 Семестр 16/32/0 50 Контрольные мероприятия за 3 Семестр 50 3 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, В-ПК-5,							
Итого за 3 Семестр 16/32/0 50 Контрольные мероприятия за 3 Семестр 50 3 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, В-ПК-5,							
Контрольные мероприятия за 3 Семестр 50 3 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-4, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5,							В-УК-1
мероприятия за 3 У-ПК-1, Семестр В-ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, B-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, B-ПК-5, У-ПК-5,				16/32/0			
Семестр В-ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5,		Контрольные			50	3	
3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5,							
У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5,		Семестр					· ·
В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5,							
3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5,							
У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5,							
В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5,							
3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5,							
У-ПК-5, В-ПК-5,							
В-ПК-5,							
							· ·
							В-ПК-5,
							3-ПК-6,
У-ПК-6,							
В-ПК-6,							

			3-ПК-9,
			У-ПК-9,
			В-ПК-9,
			3-ПК-11,
			У-ПК-11,
			В-ПК-11,
			3-ПК-12,
			У-ПК-12,
			В-ПК-12,
			3-УК-1,
			У-УК-1,
			В-УК-1

^{* –} сокращенное наименование формы контроля

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
СК	Семестровый контроль
КИ	Контроль по итогам
3	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем.,	Лаб., час.
	3 Семестр	16	32	0
1-8	Раздел 1	8	16	0
1 - 2	Кварк-лептонная физика	Всего а	аудиторных	часов
	Понятия о кварках, их основные свойства. Типы	2	4	0
	взаимодействий, их основные характеристики. Лептонные	Онлайі	H	
	семейства, их характеристики. Постановка нейтринных	0	0	0
	экспериментов на ускорителях. Спиральность нейтрино.			
	Правило dQ=dS в распадах странных частиц.			
3 - 4	Симметрии в физике элементарных частиц	Всего аудиторных часов		часов
	Сохранение барионного заряда. Сохранение лептонного	2	4	0
	заряда. Теорема о спине и статистике частиц. Фермионы и	Онлайі	Н	
	бозоны. Изотопический спин и мультиплеты частиц.	0	0	0
	Пространственная четность и ее нарушение. Зарядовая			
	четность и ее нарушение. Комбинированная четность и ее			
	нарушение. Временная четность – экспериментальная			
	проверка. СРТ – теорема и ее следствия. Нарушение СР-			
	четности в распадах В-мезонов.			
5 - 8	Тяжелые кварки	Всего а	аудиторных	часов
	Ароматы кварков и семейства частиц. Угол Кабибо -	4	8	0
	смешивание кварков в слабых взаимодействиях. Понятие о	Онлайі	Н	
	матрице смешивания в кварковых перепадах (матрица	0	0	0
	Кабибо - Кабаяши- Маскава). Очарованный кварк -			
	открытие существования. J/psi частицы-			

^{**} – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

	экспериментальное обнаружение в адронных			
	взаимодействиях. J/psi частицы - эксперимент			
	обнаружения в e+e- взаимодействиях. J/psi частицы:			
	основные характеристики. Семейство (сс) - мезонов.			
	Открытие (bb) частицы. Правило Цвейга для распадов			
	кварков.			
9-16	Раздел 2	8	16	0
9 - 12	Важнейшие эксперименты в ФЭЧ	Всего а	аудиторных	х часов
	Аномальный магнитный момент электрона и мюона.	4	8	0
	Опыты по измерению (g-2) фактора для мюона.	Онлайі	H	•
	Спиральность нейтрино. Эксперименты по СР-	0	0	0
	несохранению и их интерпретация. Каоны и их основные			
	характеристики. Экспериментальное подтверждение			
	несохранения зарядовой четности в слабых			
	взаимодействиях. Явление осцилляции странности. К0 -			
	мезоны, их характеристики. Распады нейтральных			
	каонов. Явление регенерации в распадах нейтральных			
	каонов. Несохранение комбинированной четности при			
	распаде нейтральных К – мезонов.			
13 - 16	Физика нейтрино	Всего а	аудиторных	х часов
	Взаимодействие нейтрино с веществом. Электрический	4	8	0
	дипольный момент нейтрона. Типы нейтрино и их число.	Онлайі	H	
	Нейтринные осцилляции. Масса нейтрино. Проблема	0	0	0
	солнечных нейтрино. Будущее нейтринной физики и			
	астрофизики.			

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
BM	Видео-материалы
AM	Аудио-материалы
Прз	Презентации
T	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ СЕМИНАРОВ

Недели	Темы занятий / Содержание
	3 Семестр
1 - 4	Стандартная модель
	Основы перенормировок в КЭД. Уравнения для точных пропагаторов фотона,
	электрона, вершинного фактора.
	Степени расходимости в КЭД. Перенормировка электрического заряда. Условия
	перенормируемости теории. Бегущие константы Стандартной Модели
	(коэффициенты Гелл-Манна-Лоу).
5 - 8	Расширения Стандартной модели: суперсиметрия
	Проблема радиационных поправок в хиггсовском секторе Стандартной модели:

	тонкая настройка параметров для массы бозоны Хиггса, стабильность вакуума.
	Суперсимметричное решение проблемы.
	Введение в суперсиметрию (SUSY). Суперпартнеры. Юкавская часть лагранжиана,
	два поля Хиггса. Члены, нарушающие R-четность; члены, нарушающие SUSY.
	Сохранение R-четности, LSP, свойства нейтралино. Минимальная модель SUSY
	(MSSM), подход top-down.
	Типы нарушения SUSY: SUGRA, GMSB, с помощью аномалии. Выделенные точки
	(benchmark points) в пространстве параметров модели. Бегущие константы
	взаимодействий Стандартной модели с учетом SUSY (коэффициенты Гелл-Манна-
	Лоу).
8 - 16	Расширения Стандартной модели: многомерие
	Многомерные модели. Модели Калуца-Клейна (КК), КК-состояния. Модель ADD,
	решение проблемы иерархии. Браны, модели типа RS.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Занятия проводятся в интерактивной форме. Даже во время лекции лектор постоянно обращается к аудитории с вопросами как на знание пройденного материала, так и озадачивающими студентов поднимаемой проблемой в рамках обсуждаемой темы.

Раз в несколько занятий проводятся тесты.

На семинарах выдаются домашние задания, которые студенты рассказывают потом перед аудиторией, отвечают на вопросы.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие
	-	(КП 1)
ПК-1	3-ПК-1	3, СК-8, КИ-16
	У-ПК-1	3, СК-8, КИ-16
	В-ПК-1	3, СК-8, КИ-16
ПК-11	3-ПК-11	3, СК-8, КИ-16
	У-ПК-11	3, СК-8, КИ-16
	В-ПК-11	3, СК-8, КИ-16
ПК-12	3-ПК-12	3, СК-8, КИ-16
	У-ПК-12	3, СК-8, КИ-16
	В-ПК-12	3, СК-8, КИ-16
ПК-3	3-ПК-3	3, СК-8, КИ-16
	У-ПК-3	3, СК-8, КИ-16
	В-ПК-3	3, СК-8, КИ-16
ПК-4	3-ПК-4	3, СК-8, КИ-16
	У-ПК-4	3, СК-8, КИ-16
	В-ПК-4	3, СК-8, КИ-16
ПК-5	3-ПК-5	3, СК-8, КИ-16

	У-ПК-5	3, СК-8, КИ-16
	В-ПК-5	3, СК-8, КИ-16
ПК-6	3-ПК-6	3, СК-8, КИ-16
	У-ПК-6	3, СК-8, КИ-16
	В-ПК-6	3, СК-8, КИ-16
ПК-9	3-ПК-9	3, СК-8, КИ-16
	У-ПК-9	3, СК-8, КИ-16
	В-ПК-9	3, СК-8, КИ-16
УК-1	3-УК-1	3, СК-8, КИ-16
	У-УК-1	3, СК-8, КИ-16
	В-УК-1	3, СК-8, КИ-16

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех	Оценка	Требования к уровню освоению
	балльной шкале	ECTS	учебной дисциплины
90-100	5 — «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89		В	Оценка «хорошо» выставляется студенту,
75-84	1	С	если он твёрдо знает материал, грамотно и
70-74 4 – «xopouo»		D	по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
65-69			Оценка «удовлетворительно»
60-64	3 — «удовлетворительно»	Е	выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
Ниже 60	2 — «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- 1. 539.1 П27 Введение в физику высоких энергий: , Перкинс Д., М.: Энергоатомиздат, 1991
- 2. ЭИ Е60 Лекции по основам электрослабой модели и новой физике : учебное пособие для вузов, Емельянов В.М., Белоцкий К.М., Москва: МИФИ, 2007
- 3. 539.1 О-52 Лептоны и кварки: , Окунь Л.Б., Москва: ЛКИ, 2008
- 4. 539.1 M92 Экспериментальная ядерная физика Т. 3 Физика элементарных частиц, Мухин К.Н., : Лань, 2008

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- 1. ЭИ M91 Electroweak Physics at the LHC:, Mozer, Matthias U., Cham: Springer International Publishing, 2016
- 2. ЭИ H19 Hadron Structure in Electroweak Precision Measurements : , Hall, Nathan L. , Cham: Springer International Publishing, 2016

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

https://online.mephi.ru/

http://library.mephi.ru/

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционная аудитория ()

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Очень важно ходить на лекции, т.к. много излагаемого материала не доступно ни в одном учебнике. При подготовке к экзамену или опросу на лекции важно обратить внимание не столько на технические детали различных экспериментов, сколько на положенные в их основу физические принципы, идею, схему. На объяснении последних делается основной акцент на лекциях. На семинарах приводится весь необходимый материал для решения БДЗ, и даются комментарии по каждой из задач о степени ее сложности, подходе к ее решению. Это говорит об особой важности посещения всех практических занятий.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Общие рекомендации.

Для лучшего усвоения материала студентами каждую лекцию следует начинать с напоминания предыдущей лекции (можно в виде вопросов) и пояснения ее связи с предстоящей.

На протяжении лекции полезно поддерживать интерактивность между лектором и студентами в виде вопросов в аудиторию. Также важно постоянно задавать вопросы, озадачивающие студентов поднимаемой проблемой в рамках обсуждаемой темы.

Материал.

Основным учебником по курсу следует считать Д. Перкинс, «Введение в физику высоких энергий», Москва. Однако он содержит не более половины всего лекционного материала. В качестве вспомогательного материала по некоторым лекциям можно рекомендовать оригинальные статьи (и обзоры с ресурса arXiv). Основным пособием для семинаров следует считать ученик Л.Б. Окунь, «Лептоны и кварки», а также Д.Перкинса.

Автор(ы):

Белоцкий Константин Михайлович, к.ф.-м.н.