

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ФИЗИКИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/0821-573.1

от 31.08.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

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, экс./зач./КР/КП
1	3-4	108- 144	32	16	0	24-60	0	Э
Итого	3-4	108- 144	32	16	0	24-60	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
--------------------------------	--

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

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
организационно-управленческий			
организация работы коллектива исполнителей, принятие исполнительских решений в условиях спектра мнений, определение порядка выполнения работ; поиск оптимальных	Исследовательская работа в области физики элементарных частиц и космологии	ПК-1 [1] - Способен планировать и управлять работой производственных и научных коллективов. <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-1[1] - Знать методы управления работой производственных и научных коллективов и современную законодательную и нормативно-

<p>решений с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды; профилактика производственного травматизма, профессиональных заболеваний, предотвращения экологических нарушений; подготовка заявок на патенты, изобретения и промышленные образцы и оценка стоимости объектов интеллектуальной деятельности; организация в подразделении работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых приборов, их элементов и по разработке проектов стандартов и сертификатов; организация работы по осуществлению авторского надзора при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых приборов и установок; поддержка единого информационного пространства планирования и управления предприятием на всех этапах жизненного цикла производимой продукции; участие в проведении маркетинга и подготовка бизнес-</p>			<p>правовую базу. ; У-ПК-1[1] - уметь применять методы управления работой производственных и научных коллективов на основе современной законодательной и нормативно-правовой базы.; В-ПК-1[1] - владеть методами управления работой производственных и научных коллективов на основе современной законодательной и нормативно-правовой базы.</p>
--	--	--	--

<p>планов выпуска и реализации перспективных и конкурентно способных приборов и установок; разработка планов и программ организации инновационной деятельности на предприятии, координация работы персонала для комплексного решения инновационных проблем;</p>			
<p>формирование целей проекта (программы) решения 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, планирование реализации проекта; использование информационных технологий при разработке новых установок, материалов и изделий; разработка проектов технических условий, стандартов и технических описаний новых установок, материалов и изделий;</p>	<p style="text-align: center;">проектный</p> <p>Исследовательская работа в области физики элементарных частиц и космологии</p>	<p>ПК-5 [1] - Способен проводить расчет и проектирование физических установок и приборов с использованием современных информационных технологий</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-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 пакетами используемыми при моделировании физических процессов и установок</p>
экспертный			

анализ технических и расчетно-теоретических разработок, учет их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии и безопасности и другим нормативным актам; оценка соответствия предлагаемого решения достигнутому мировому уровню;	Исследовательская работа в области физики элементарных частиц и космологии	ПК-12 [1] - Способен объективно оценить предлагаемое решение или проект по отношению к современному мировому уровню, подготовить экспертное заключение <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	3-ПК-12[1] - Знать основные критерии оценки предлагаемого решения или проекта по отношению к современному мировому уровню ; У-ПК-12[1] - Уметь оценивать предлагаемые решения на соответствие современному мировому уровню, подготовить 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/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>1 Семестр</i>						
1	Раздел 1	1-8	16/8/0		25	СК-8	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12,

							3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5
2	Раздел 2	9-16	16/8/0		25	КИ-16	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5
	<i>Итого за 1 Семестр</i>		32/16/0		50		
	Контрольные мероприятия за 1 Семестр				50	Э	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5

* – сокращенное наименование формы контроля

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

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
СК	Семестровый контроль
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>1 Семестр</i>	32	16	0
1-8	Раздел 1	16	8	0
1 - 2	Кварк-лептонная физика Понятия о кварках, их основные свойства. Типы взаимодействий, их основные характеристики. Лептонные семейства, их характеристики. Постановка нейтринных экспериментов на ускорителях. Спиральность нейтрино. Правило $dQ=dS$ в распадах странных частиц.	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	Симметрии в физике элементарных частиц Сохранение барионного заряда. Сохранение лептонного заряда. Теорема о спине и статистике частиц. Фермионы и бозоны. Изотопический спин и мультиплеты частиц. 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 CP-четности в распадах В-мезонов.	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 8	Тяжелые кварки Ароматы кварков и семейства частиц. Угол Кабибо - смешивание кварков в слабых взаимодействиях. Понятие о матрице смешивания в кварковых перепадах (матрица Кабибо - Кабаяши- Маскава). Очарованный кварк - открытие существования. J/ψ частицы- экспериментальное обнаружение в адронных взаимодействиях. J/ψ частицы - эксперимент обнаружения в e^+e^- взаимодействиях. J/ψ частицы: основные характеристики. Семейство (cc) - мезонов. Открытие (bb) частицы. Правило Цвейга для распадов кварков.	Всего аудиторных часов		
		8	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Раздел 2	16	8	0
9 - 12	Важнейшие эксперименты в ФЭЧ Аномальный магнитный момент электрона и мюона. Опыты по измерению (g-2) фактора для мюона. Спиральность нейтрино. Эксперименты по CP-несохранению и их интерпретация. Каоны и их основные характеристики. Экспериментальное подтверждение несохранения зарядовой четности в слабых взаимодействиях. Явление осцилляции странности. K_0 - мезоны, их характеристики. Распады нейтральных каонов. Явление регенерации в распадах нейтральных каонов. Несохранение комбинированной четности при	Всего аудиторных часов		
		8	4	0
		Онлайн		
		0	0	0

	распаде нейтральных К – мезонов.			
13 - 16	Физика нейтрино Взаимодействие нейтрино с веществом. Электрический дипольный момент нейтрона. Типы нейтрино и их число. Нейтринные осцилляции. Масса нейтрино. Проблема солнечных нейтрино. Будущее нейтринной физики и астрофизики.	Всего аудиторных часов		
		8	4	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

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

ТЕМЫ СЕМИНАРОВ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>1 Семестр</i>
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: суперсимметрия Проблема радиационных поправок в хиггсовском секторе Стандартной модели: тонкая настройка параметров для массы бозоны Хиггса, стабильность вакуума. Суперсимметричное решение проблемы. Введение в суперсимметрию (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).
9 - 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	З-ПК-1	Э, СК-8, КИ-16
	У-ПК-1	Э, СК-8, КИ-16
	В-ПК-1	Э, СК-8, КИ-16
ПК-12	З-ПК-12	Э, СК-8, КИ-16
	У-ПК-12	Э, СК-8, КИ-16
	В-ПК-12	Э, СК-8, КИ-16
ПК-5	З-ПК-5	Э, СК-8, КИ-16
	У-ПК-5	Э, СК-8, КИ-16
	В-ПК-5	Э, 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 балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению 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	4 – «хорошо»	В	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		С	
70-74		Д	
65-69	3 – «удовлетворительно»	Е	Оценка «удовлетворительно» 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.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	Ф	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 М92 Экспериментальная ядерная физика Т. 3 Физика элементарных частиц, , : Лань, 2008
2. ЭИ Е60 Лекции по основам электрослабой модели и новой физике : учебное пособие для вузов, В. М. Емельянов, К. М. Белоцкий, Москва: МИФИ, 2007
3. 539.1 О-52 Лептоны и кварки : , Л. Б. Окунь, Москва: ЛКИ, 2008
4. 539.1 П27 Введение в физику высоких энергий : , Перкинс Д., М.: Энергоатомиздат, 1991

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ М91 Electroweak Physics at the LHC : , Cham: Springer International Publishing, 2016
2. ЭИ Н19 Hadron Structure in Electroweak Precision Measurements : , 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.

