

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»**

**Физический факультет
Кафедра физики элементарных частиц**



Рабочая программа дисциплины
ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ
Направление подготовки: 03.03.02 Физика
направленность (профиль): **Общая и фундаментальная физика**
Форма обучения
Очная

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7	72	16	16		18	18	2			2
Всего 72 часов / 2 зачётная единица, из них: - контактная работа 36 часов										
Компетенции ПК-1										

Ответственный за образовательную программу
д.ф.-м.н., профессор

С.В. Цыбуля

Новосибирск, 2022

Оглавление

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.	3
3.Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	5
5. Перечень учебной литературы.	7
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.	7
7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	7
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	8
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	8
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.....	8

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

Дисциплина «Физика элементарных частиц» предназначена для обучения студентов-физиков основам современных представлений об элементарных частицах и их взаимодействиях.

Основной целью освоения дисциплины является введение в квантовую теорию поля, описание скалярных, спинорных, векторных частиц и их взаимодействий в теории возмущений, описание электромагнитных, слабых и сильных взаимодействий в стандартной модели, получение практических навыков в расчете простых процессов с участием элементарных частиц.

Для достижения поставленной цели выделяются задачи курса

- 1.1. Изучение описания элементарных частиц и их взаимодействий в теории поля.
- 1.2. Изучение стандартной модели электрослабых взаимодействий.
- 1.3. Изучение физики состояний с тяжелыми кварками c и b , осцилляций нейтральных D и B мезонов и нарушения CP симметрии в их распадах.
- 1.4. Изучение физики в электрон-позитронная аннигиляция в адроны, в глубоко-неупругом рассеянии и адрон-адронных столкновениях при высоких энергиях.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующей профессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способность использовать специализированные знания в области физики при построении теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования	<p>ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при воспроизведении учебного материала с требуемой степенью научной точности и полноты.</p> <p>ПК 1.2 Использует специализированные знания при проведении научных изысканий в избранной области</p> <p>ПК 1.3. Выбирает наиболее эффективные методы построения теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования</p>	<p>Знать основные элементы Стандартной Модели и ее расширения; знать базовые разделы квантовой теории поля; Уметь производить расчеты матричных элементов основных процессов на установках со встречными электрон-позитронными пучками; уметь применять знания по законам сохранения симметрий в квантовой теории поля для анализа результатов физических экспериментов.</p> <p>Владеть техникой расчетов диаграмм Фейнмана процессов с участием различных типов взаимодействий; владеть навыками использования теоретических физики элементарных частиц.</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Физика элементарных частиц» является частью профессионального цикла обучения программы бакалавриата по направлению подготовки 03.03.02-Физика.

3.Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.

Семестр	Общий Объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)					
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем				
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
7	72	16	16		18	18	2			2	
Всего 72 часа / 2 зачётные единицы, из них:											
- контактная работа 36 часов											
Компетенции ПК-1											

Реализация дисциплины предусматривает практическую подготовку при проведении следующих видов занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью: лекции, практические занятия, консультации, самостоятельная работа студента, экзамен. Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль: решение задач из задания для самостоятельного решения.
Промежуточная аттестация: экзамен.

Общая трудоёмкость рабочей программы дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

- занятия лекционного типа – 16 часов;
- практические занятия– 16 часов;
- самостоятельная работа в течение семестра, не включая период сессии – 18 часов;
- промежуточная аттестация (подготовка к сдаче экзамена, консультации и экзамен) – 22 часа;

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа, практические занятия, групповые консультации, экзамен) составляет 36 часов.

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.

Дисциплина «Физика элементарных частиц» представляет собой полугодовой курс, читаемый для бакалавров физического факультета НГУ в 7-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа в течение семестра (не включая период сессии)	
				Лекции (кол-во часов)	Практические занятия (кол-во часов)		
1	2	3	4	5	6	7	10
1	Квантовая теория поля. Скалярные, спинорные и векторные частицы. Теория возмущений.	1-2	6	2	2	2	
2	Пропагаторы скалярных, спинорных и векторных частиц. Основные процессы.	3-6	8	2	2	4	
3	Стандартная модель.	7-8	12	4	4	4	
4	Осцилляции нейтральных K, D, B мезонов и несохранение CP четности.	9-12	12	4	4	4	
5	Электрон-позитронная аннигиляция в адроны, глубоко-неупругое ер рассеянии и адрон-адронные столкновения. Формфакторы протона и нейтрона.	13-16	12	4	4	4	
6	Групповая консультация		2				2
7	Самостоятельная подготовка обучающегося к экзамену		18				18
8	Экзамен		2				2
	Итого по курсу:		72	16	16	18	22

Программа лекций

1. Квантовая теория поля. Одновременные скобки Пуассона. Одновременные коммутаторы.
2. Лагранжиан для свободного скалярного поля. Действительное скалярное поле. Коммутационное соотношение для a и a^+ . Внутренние симметрии лагранжиана. Комплексное скалярное поле. Частицы и античастицы.

3. Лагранжиан для спинорного поля. Коммутационные соотношения для операторов рождения и уничтожения.
4. Лагранжиан для векторного массивного поля. Уравнение Прока. Вектор поляризации. Лагранжиан для электромагнитного поля. Кулоновская калибровка для электромагнитного поля.
5. Взаимодействующие поля. Представление взаимодействия. S- матрица. Теория возмущений. T- произведение, нормальное произведение, хронологическое спаривание. Теорема Вика.
6. Пропагаторы для скалярной и спинорной частиц и электромагнитного поля.
7. Вычисление амплитуды $e^- \mu^- \rightarrow e^- \mu^-$. Нерелятивистский предел. Связь между α и зарядом.
8. Рождение короткоживущих частиц, формула Брейта-Вигнера. Оптическая теорема.
9. Стандартная модель электрослабых взаимодействий. Спонтанное нарушение симметрии и массы частиц. Бозон Хиггса.
10. Взаимодействие между векторными бозонами и их взаимодействие с фермионами. Взаимодействие Хиггса с фермионами, векторными бозонами и самим собой.
11. Спектроскопия состояний с тяжелыми кварками c и b. Изучение осцилляций B- мезонов и нарушения CP симметрии в распадах B- мезонов.
12. Матрица СКМ. Треугольник унитарности. Измерение сторон и углов треугольника унитарности.
13. Электрон-позитронная аннигиляция в адроны. Адрон-адронные столкновения. Адронизация и струи. Процесс Дрелла-Яна.
14. Упругое $e p \rightarrow e p$ и $e n \rightarrow e n$ рассеяние, формфакторы протона и нейтрона. Процессы $ee \rightarrow pp$ и $ee \rightarrow nn$.
15. Глубоко-неупругое рассеяние $e N$ рассеяние. Скейлинг Бьеркена, соотношение Каллана-Гросса.
16. Глубоко-неупругое рассеяние νN рассеяние. Правила сумм.
17. Физика на LHC.

Программа практических занятий

1. Распад бозона Хиггса на два фермиона. Амплитуда и вероятность распада. Диаграмма Фейнмана. Матрица плотности фермионного поля. Суммирование по поляризации фермионного поля. Спиральные амплитуды.
2. Распад $\rho^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$. Лагранжиан взаимодействия. Амплитуда распада. Диаграмма Фейнмана. Вероятность распада.
3. Используя гамильтониан $H = g(\bar{\psi}_{\nu\mu} \gamma^\alpha (1+\gamma^5) \psi_\mu)(\bar{\psi}_e \gamma_\alpha (1+\gamma^5) \psi_{\nu e}) + h.c.$, вычислить вероятность распада $\mu^- \rightarrow e^- \nu_\mu \bar{\nu}_e$. Показать, что этот гамильтониан является CP- инвариантным.
4. Скалярная электродинамика. Вычислить сечение реакции $\gamma\pi \rightarrow \gamma\pi$.
5. Реакция $e^+ e^- \rightarrow \pi^+ \pi^-$, угловое распределение, полное сечение.
6. Рождение резонансов в процессах электрон-позитронной аннигиляции $e^+ e^- \rightarrow \rho, \omega, \phi$, формула Брейта-Вигнера.
7. Вычисление сечения реакции $e^+ e^- \rightarrow \mu^+ \mu^-$ и $e^+ e^- \rightarrow q\bar{q}$. Угловое распределение, полное сечение. Спиральные амплитуды.
8. Дифференциальное сечение рассеяния $e q \rightarrow e q$.

9. Вычисление сечения реакции $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$.
10. Процессы $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$ и $\gamma e^- \rightarrow \gamma e^-$.
11. Сечение процессов $\nu_e e^- \rightarrow \nu_e e^-$, $\bar{\nu}_e e^- \rightarrow \bar{\nu}_e e^-$, $\nu_\mu e^- \rightarrow \nu_\mu e^-$, $\bar{\nu}_\mu e^- \rightarrow \bar{\nu}_\mu e^-$.
12. Дифференциальное сечение рассеяния $e q \rightarrow e q$.
13. Распады $W \rightarrow l\nu$, $W \rightarrow qq'$. Распад $t \rightarrow bW$.

Самостоятельная работа студентов (36 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Разбор и решение задач	18
Подготовка к экзамену	18

5. Перечень учебной литературы.

5.1 Основная литература:

1. В.Б. Берестецкий, Е.М. Лифшиц, Л.П. Питаевский, Теоретическая физика. Том 4. Квантовая электродинамика, Наука, 1989.
2. Ф. Клоуз, Кварки и партонны, Москва «Мир», 1982.

5.2 Дополнительная литература:

1. М. Пескин, Д. Шредер, Введение в квантовую теорию поля. Москва-Ижевск, 2001г.

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

1. Л.Б. Окунь, Лептоны и кварки, URSS Москва, 2008.

Интернет-ресурсы:

1. Веб-страница кафедры теоретической физики
<http://www.inp.nsk.su/students/theor/index.ru.html>

7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

7.1 Современные профессиональные базы данных

Не используются.

7.2 Информационные справочные системы

Интернет-ресурсы:

Веб-страница кафедры теоретической физики

<http://www.inp.nsk.su/students/theor/index.ru.html>

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации.

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются следующие наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий:

- комплект лекций-презентаций по темам дисциплины.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется в ходе семестра путем проверки решений студентами семестровых домашних заданий для самостоятельного решения.

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленная компетенция ПК-1 сформирована не ниже порогового уровня.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на экзамене. Экзамен проводится в конце семестра в экзаменационную сессию по билетам в устной форме. Вопросы билета подбираются таким образом, чтобы проверить уровень сформированности компетенции ПК-1.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Каждый вопрос билета оценивается от 0 до 5 баллов. Положительная оценка ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при воспроизведении учебного материала с требуемой степенью научной точности и полноты.	Знать основные элементы Стандартной Модели и ее расширения; знать базовые разделы квантовой теории поля.	Проведение контрольных работ, экзамен
ПК 1.2 Использует специализированные знания при проведении научных изысканий в избранной области	Уметь производить расчеты матричных элементов основных процессов на установках со встречными электрон-позитронными пучками; уметь применять знания по законам сохранения симметрий в квантовой теории поля для анализа результатов физических экспериментов;	Проведение контрольных работ, экзамен.
ПК 1.3. Выбирает наиболее эффективные методы построения теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта	Владеть техникой расчетов диаграмм Фейнмана процессов с участием различных типов взаимодействий; владеть навыками использования теоретических физики элементарных частиц.	Проведение контрольных работ, экзамен.

исследования		
--------------	--	--

10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Физика элементарных частиц».

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (0 баллов)	Пороговый уровень (3 балла)	Базовый уровень (4 балла)	Продвинутый уровень (5 баллов)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	ПК 1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Демонстрирует общие знания базовых понятий по темам/разделам дисциплины. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	ПК 1	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.

Наличие навыков (владение опытом)	ПК 1	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонстрированы знания по решению нестандартных задач.
-----------------------------------	------	--	--	--	---

10.3 Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

1. Задания (примеры семестровых домашних заданий, обязательных для индивидуальной сдачи студентами преподавателю):

1. В борновском приближении вычислить $d\sigma/d\Omega$ для кулоновского рассеяния $\pi^+\pi^+ \rightarrow \pi^+\pi^+$ в системе центра масс $\pi^+\pi^+$.
2. Построить лагранжиан, описывающий распад $\omega(J^{PC} = 1^{--}) \rightarrow \pi^0\gamma$ и вычислить вероятность этого распада.
3. Вычислить в борновском приближении сечение реакции $\gamma\gamma \rightarrow e^+e^-$ и $\gamma e \rightarrow \gamma e$ используя следующий лагранжиан: $L(x) = g_1\phi\bar{\psi}\psi + g_2\phi F_{\mu\nu}F_{\mu\nu}$, где ϕ - поле массивного скалярного бозона.
4. Вычислить в борновском приближении $d\sigma/d\Omega$ для реакции $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-$ в системе центра масс $\gamma\gamma$.
5. Используя гамильтониан $H = g(\bar{\psi}_\nu\mu(1-\gamma^5)\psi_\mu)(\bar{\psi}_e(1+\gamma^5)\psi_{\nu e}) + h.c.$, вычислить вероятность распада $\mu^- \rightarrow e^-\nu_\mu\bar{\nu}_e$. Показать, что этот гамильтониан является CP-инвариантным.

2. Экзаменационные билеты:

Билет 1

1. Лагранжиан для свободного скалярного поля. Действительное скалярное поле. Коммутационное соотношение для a и a^\dagger . Пропагатор для скалярной частицы.
2. Вычислить сечение реакции $\gamma\pi \rightarrow \gamma\pi$.

Билет 2

1. Внутренние симметрии лагранжиана. Комплексное скалярное поле. Частицы и античастицы.
2. Вычислить вероятность процесса $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$.

Билет 3

1. Лагранжиан для векторного массивного поля. Уравнение Прока. Вектор поляризации. Кулоновская калибровка для электромагнитного поля. Пропагатор для векторной частицы и электромагнитного поля.
2. Вычислить вероятность распада $t \rightarrow bW$.

Билет 4

1. Лагранжиан для спинорного поля. Коммутационные соотношения для операторов рождения и уничтожения. Пропагатор для спинорной частицы.
2. Вычислить вероятность процесса $\gamma e \rightarrow \gamma e$.

Билет 5

1. Взаимодействующие поля. Представление взаимодействия. S- матрица. Теория возмущений. T- произведение, нормальное произведение.
2. Сечение процессов $\nu_{\mu} e^{-} \rightarrow \nu_{\mu} e^{-}$, $\bar{\nu}_{\mu} e^{-} \rightarrow \bar{\nu}_{\mu} e^{-}$.

Билет 6

1. T- произведение, нормальное произведение, хронологическое спаривание. Теорема Вика.
2. Распады $W \rightarrow l\nu$, $W \rightarrow qq'$.

Билет 7

1. Изучение осцилляций В- мезонов и нарушения CP симметрии в распадах В- мезонов.
2. Вычисление сечения реакции $e^{+}e^{-} \rightarrow \mu^{+}\mu^{-}$ и $e^{+}e^{-} \rightarrow qq$. Угловое распределение, полное сечение. Спиральные амплитуды.

Билет 8

1. Адрон-адронные столкновения. Адронизация и струи. Процесс Дрелла-Яна.
2. Дифференциальное сечения реакции $e^{-}e^{-} \rightarrow e^{-}e^{-}$.

Билет 9

1. Глубоко-неупругое рассеяние eN рассеяние. Скейлинг Бьеркена, соотношение Каллана-Гросса.

2. Распад бозона Хиггса на два фермиона. Суммирование по поляризации фермионного поля. Вычисление с использованием спиральных амплитуд.

Билет 10

1. Глобальные и локальные симметрии. Спонтанное нарушение симметрии и массы частиц. Бозон Хиггса.
2. Вычисление амплитуды $e\mu^- \rightarrow e\mu^-$. Нерелятивистский предел. Связь между α и зарядом.

Билет 11

1. Упругое $e p \rightarrow e p$ и $e n \rightarrow e n$ рассеяние, формфакторы протона и нейтрона.
2. Реакция $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-$, угловое распределение, полное сечение.

Билет 12

1. Глубоко-неупругое рассеяние νN рассеяние. Правила сумм.
2. Распад $\rho^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$. Лагранжиан взаимодействия. Вероятность распада.

Форма экзаменационного билета представлена на рисунке

<i>МИНОБРНАУКИ РОССИИ</i>	
<i>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)</i>	
<i>Физический факультет</i>	
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № _____	
1.	
2.	
Составитель _____ /Ф.И.О. преподавателя/	
(подпись)	
« ____ » _____ 20 ____ г.	

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы
по дисциплине «Физика элементарных частиц»
по направлению подготовки 03.03.02 Физика
Профиль «Общая и фундаментальная физика»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ	Подпись ответственного
---	--	--	------------------------
