

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



УТВЕРЖДАЮ
Декан ФФ
академик РАН А. Е. Бондарь
« 04 » 10 2020 г.

Рабочая программа дисциплины
ПРИЛОЖЕНИЯ МЕТОДОВ ФИЗИКИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Направление подготовки: 03.04.02 Физика, Курс 1, семестр 2
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
2	36	16			18				2	
Всего 36 часов /1 зачетная единица из них: - контактная работа 18 часов Компетенции : ПК-1,ПК-2										

Разработчик, д. физ.-мат. наук

Л.И. Шехтман

Заведующий кафедрой ФЭЧ ФФ НГУ
д.ф.-м.н.

И.Б.Логашенко

Руководитель программы
д.ф.-м.н.

И. Б. Логашенко

Новосибирск 2020

Оглавление

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.	4
2. Место дисциплины в структуре магистерской программы	4
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.	5
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. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.	7
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	8
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

Аннотация

к рабочей программе дисциплины «Приложения методов физики элементарных частиц»

Направление: 03.04.02 Физика

Направленность (профиль): Общая и фундаментальная физика

Программа дисциплины «Приложения методов физики элементарных частиц» составлена в соответствии с требованиями СУОС к уровню магистратуры по направлению подготовки **03.04.02 Физика, «Общая и фундаментальная физика»**, а также задачами, стоящими перед Новосибирским государственным университетом по реализации Программы развития НГУ. Дисциплина реализуется на физическом факультете Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования Новосибирский национальный исследовательский государственный университет (НГУ) кафедрой физики элементарных частиц в качестве дисциплины по выбору. Дисциплина изучается студентами первого курса магистратуры физического факультета в весеннем семестре.

Цель курса – ознакомление с физикой детектирования ионизирующих излучений и с наиболее распространенными типами детекторов элементарных частиц и светового излучения.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих профессиональных компетенций:

ПК-1 способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта.

ПК-2 способность свободно владеть теоретическими знаниями в области взаимодействия частиц с веществом, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности, связанной с приложениями методов физики элементарных частиц.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: основные типы детекторов элементарных частиц (современных и прошлого столетия) и принципы их действия.

основные способы взаимодействия заряженных частиц, фотонов и нейтронов с веществом.

Уметь: разобраться при постановке физического эксперимента, какие детекторы необходимы для получения данного физического результата, уметь разработать данные детекторы и уметь работать с ними.

применять знания о взаимодействии частиц с веществом для оценки параметров детекторов, разработки постановки эксперимента.

Владеть: владеть методами оценки основных параметров детекторов,

навыками применения методов физики элементарных частиц в медицине и других областях науки.

Курс рассчитан на один семестр (2-й). Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, консультации, самостоятельная работа студента и ее контроль преподавателями с помощью заданий, дифференцированный зачет.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль: контроль посещения лекций, опрос по материалам предыдущих лекций;

Промежуточная аттестация: дифференцированный зачет

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет **36 академических часа / 1 зачетная единица.**

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

Дисциплина «Приложения методов физики элементарных частиц» предназначена для детального обучения студентов-физиков современным экспериментальным методам физики высоких энергий, предварительные представления о которых они получают при ранее изучаемых курсах (введение в физику высоких энергий, экспериментальная ядерная физика).

Основной целью освоения дисциплины является ознакомление с физикой детектирования ионизирующих излучений и с наиболее распространенными типами детекторов элементарных частиц и светового излучения. Для достижения поставленной цели выделяются задачи курса:

1. Изучение взаимодействия излучения с веществом.
2. Изучение физических процессов, происходящих в детекторах элементарных частиц при регистрации ионизирующих излучений.
3. Изучение наиболее распространенных типов детекторов элементарных частиц (современных и прошлого столетия).

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих профессиональных компетенций:

ПК-1 способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта.

ПК-2 способность свободно владеть теоретическими знаниями в области взаимодействия частиц с веществом, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности, связанной с приложениями методов физики элементарных частиц.

Знать:

ПК 1.1 основные типы детекторов элементарных частиц (современных и прошлого столетия) и принципы их действия.

ПК 2.1 основные способы взаимодействия заряженных частиц, фотонов и нейтронов с веществом.

Уметь:

ПК 1.2 разобраться при постановке физического эксперимента, какие детекторы необходимы для получения данного физического результата, уметь разработать данные детекторы и уметь работать с ними.

ПК 2.2 применять знания о взаимодействии частиц с веществом для оценки параметров детекторов, разработки постановки эксперимента.

Владеть:

ПК 2.3 владеть навыками применения методов физики элементарных частиц в медицине и других областях науки.

ПК 1.3 владеть методами оценки основных параметров детекторов.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Приложения методов физики элементарных частиц» реализуется в весеннем семестре 1 курса для магистрантов, обучающихся по направлению подготовки 03.04.02 Физика. Курс

является одной из профессиональных дисциплин по выбору, реализуемых кафедрой физики элементарных частиц.

Студенты, приступающие к изучению этой дисциплины, должны:

- иметь общее представление о физике элементарных частиц,
- обладать опытом решения задач физики элементарных частиц,
- знать основы схемотехники, электроники и электротехники,
- иметь практический опыт лабораторных измерений.

Дисциплина должна предшествовать выполнению квалификационной работы, т.к. дает магистранту необходимые знания, навыки и предоставляет инструменты для выполнения исследований в области физики элементарных частиц в рамках подготовки ее подготовки.

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
2	36	16			18				2	
Всего 36 часов / 1 зачетная единица										
из них:										
- контактная работа 18 часов										
Компетенции : ПК-1, ПК-2										

Реализация дисциплины предусматривает практическую подготовку при проведении следующих видов занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, самостоятельная работа студента, дифференцированный зачет.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль: контроль посещения лекций

Промежуточная аттестация: дифференцированный зачет

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет 36 академических часа / 1 зачетная единица.

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

Дисциплина «Приложения методов физики элементарных частиц» представляет собой полугодовой курс, читаемый на 1-м курсе магистратуры физического факультета НГУ во 2-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 зачетная единица, 36 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Промежуточная аттестация (в период сессии) (в часах)
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа в течение семестра (не включая период сессии)	
				Лекции (кол-во часов)	Лабораторные работы (кол-во часов)		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Классификация детекторов элементарных частиц	1–3	3	1		2	
2	Детекторы рентгеновского излучения.	4–8	3	1		2	
3	Детекторы для экспериментов с СИ.	9	4	2		2	
4	Ядерная медицина, основные понятия.	10	4	2		2	
5	Терапия опухолей пучками тяжелых частиц.	11	4	2		2	
6	Бор-нейтронно-захватная терапия.	12–14	4	2		2	
7	Углеродная терапия.	15	6	4		2	
8	Радиоуглеродное датирование	16	4	2		2	
9	Самостоятельная подготовка обучающегося к зачету	17	2			2	
10	Дифференцированный зачет	17	2				2
Всего			36	16		18	2

Программа и основное содержание лекций (16 часов)

1. Классификация детекторов элементарных частиц (1 час)

2. Детекторы рентгеновского излучения (1 час)

Медицинская рентгенография. Основные понятия. Экрано-пленочные системы. Системы сцинтиллятор-ПЗС, ЭОПы. Люминофоры с памятью. Плоские панели на основе аморфного кремния и аморфного селена. Сканирующие системы. Рентгеновская томография.

3. Детекторы для экспериментов с СИ (2 час)

Детекторы для экспериментов с СИ. Дифракционные эксперименты. Детекторы для изучения сложных биологических молекул, полупроводниковые пиксельные системы. Материаловедение и изучение процессов образования новых материалов: Эксперименты с дифракцией на аморфных и порошковых образцах, однокоординатные детекторы с временным разрешением. Изучение быстропротекающих процессов. Спектрометрия, флуоресцентный анализ.

4. Ядерная медицина, основные понятия (2 час).

Гамма-камеры, СПЕКТ- одно-фотонная эмиссионная томография.

5. Терапия опухолей пучками тяжелых частиц (2 час)

Протонная терапия. Углеродная терапия. Оборудование, входящее в состав комплекса углеродной терапии.

6. Бор-нейтронно-захватная терапия (2 час)

РЕТ – позитрон-эмиссионная томография, сцинтилляционные детекторы, проекты на основе газовых детекторов и жидкостных детекторов.

7. Углеродная терапия (4 час)

8. Радиоуглеродное датирование (2 час)

Спектрометр для разделения изотопов углерода.

Самостоятельная работа студентов (18 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Изучение материала лекций	9
Изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях	9

5. Перечень учебной литературы.

5.1. Основная литература

5.2. Дополнительная литература

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа студентов обеспечивается учебно-методической литературой, имеющейся в библиотеке ИЯФ СО РАН.

1. К. Группен, Детекторы элементарных частиц, Сибирский хронограф, Новосибирск, 1999.
2. Физический институт им. П.Н. Лебедева, Труды Физического института им. П.Н. Лебедева / АН СССР, Москва: Наука, Т.44: Ядерная физика и взаимодействие частиц с веществом, 1969, 283 с
3. Ю. В. Заневский, Проволочные детекторы элементарных частиц, Атомиздат, Москва, 1978.
4. Ю. К. Акимов, Полупроводниковые детекторы в экспериментальной физике, Энергоатомиздат, Москва, 1989.
5. F. Sauli, Principles of Operation of Multiwire Proportional and Drift Chambers, preprint CERN 77-09, 1977.
6. Instrumentation in High Energy Physics, F. Sauli (ed.), World Scientific, Singapore, 1993.
7. Experimental Techniques in High Energy Physics, T. Ferbel (ed.), World Scientific, Singapore, 1991.
8. Instrumentation in High Energy Physics, F. Sauli (ed.), World Scientific, Singapore, 1993.
9. Ю. В. Меликов, Экспериментальная техника в ядерной физике, МГУ, Москва, 1973.
10. К. Клайнкнехт, Детекторы корпускулярных излучений, Мир, Москва, 1990.
11. Э. Фюнфер, Г. Нейерт, Счетчики излучений, Гос. изд. лит. в области атомной науки и техники, Москва, 1961.
12. Review of Particle Physics, The European Physical Journal C, v.15, 2000.
13. Шехтман Лев Исаевич. Приложения методов физики элементарных частиц. Электронный лекционный курс. Новосибирск: НГУ, 2018 <https://hepdep.inp.nsk.su/l24.shtml>

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

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

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

1.1. Современные профессиональные базы данных

Не используются

1.2. Информационные справочные системы

Не используются

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 контроля посещения лекций.

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленные компетенции ПК-1 и ПК-2 сформированы не ниже порогового уровня.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на дифференцированном зачете. Дифференцированный зачет проводится в конце семестра по билетам в устной форме. Вопросы билета подбираются таким образом, чтобы проверить уровень сформированности компетенций ПК-1 и ПК-2.

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.

Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Приложения методов физики элементарных частиц».

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 1.1 ПК 2.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. 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 1.2 ПК 2.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме

		грубые ошибки.	негрубые ошибки.	ошибками или с недочетами.	без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	ПК 1.3 ПК 2.3	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.

Вопросы к дифференцированному зачету.

1. Применения детекторных технологий.
2. Детекторы рентгеновского излучения.
3. Медицинская рентгенография. Основные понятия. Экрано-плёночные системы.
4. Системы сцинтиллятор-ПЗС, ЭОПы. Люминофоры с памятью.
5. Плоские панели на основе аморфного кремния и аморфного селена.
6. Сканирующие системы. Рентгеновская томография.
7. Детекторы для экспериментов с СИ. Диффракционные эксперименты.
8. Детекторы для изучения сложных биологических молекул, полупроводниковые пиксельные системы.
9. Материаловедение и изучение процессов образования новых материалов: Эксперименты с диффракцией на аморфных и порошковых образцах, однокоординатные детекторы с временным разрешением.
10. Изучение быстропротекающих процессов. Спектрометрия, флуоресцентный анализ.
11. Детекторы фотонов высоких энергий.
12. Ядерная медицина, основные понятия.
13. Гамма-камеры, СПЕКТ- одно-фотонная эмиссионная томография.
14. PET – позитрон-эмиссионная томография, сцинтилляционные детекторы, проекты на основе газовых детекторов и жидкостных детекторов.
15. Терапия опухолей пучками тяжелых частиц. Протонная терапия.
16. Углеродная терапия. Оборудование, входящее в состав комплекса углеродной терапии.
17. Бор-нейтронно-захватная терапия.
18. Радиоуглеродное датирование. Спектрометр для разделения изотопов углерода.

Форма экзаменационного билета представлена на рисунке

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

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 фонда оценочных средств
по дисциплине «Приложение методов физики элементарных частиц»
по направлению подготовки 03.04.02 Физика
Профиль «Общая и фундаментальная физика»

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