

**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
ПРИЛОЖЕНИЯ МЕТОДОВ ФИЗИКИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ**

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

Руководитель программы
д.ф.-м.н.

И. Б. Логашенко

Новосибирск, 2026

Оглавление

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.	3
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.	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	4
5. Перечень учебной литературы.	5
6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.....	6
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	6
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	6
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	6
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.....	7

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 обучающегося профессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен использовать специализированные знания в области физики при решении поставленных задач в научно-исследовательской деятельности в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при решении конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования. ПК 1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	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 методами оценки основных параметров детекторов, навыками применения методов физики элементарных частиц в медицине и других областях науки

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

Трудоемкость дисциплины составляет: 1 зачётная единица, 36 часов.

Форма промежуточной аттестации: 2 семестр – дифференцированный зачет.

№		Вид деятельности	Семестр
			2
1		Лекции, ч	16
2		Практические занятия, ч	-
3		Лабораторные занятия, ч	-
4		Занятия в контактной форме, ч из них	18
5		аудиторных занятий, ч	16
6		в электронной форме, ч	-
7		консультаций, час.	-
8		промежуточная аттестация, ч	2
9		Самостоятельная работа, час.	18
10		Всего, ч	36

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.

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-плёночные 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, флюоресцентный 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.

1. Ю. К. Акимов, Полупроводниковые детекторы в экспериментальной физике, Энергоатомиздат, Москва, 1989., ISBN 5-283-02944-1 (1 экз.)
2. Ю. В. Заневский, Проволочные детекторы элементарных частиц, Атомиздат, Москва, 1978.(1 экз.)
3. 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 (1 экз.)
4. К. Клайнкнехт, Детекторы корпускулярных излучений, Мир, Москва, 1990., ISBN 5-03-001873-5 (1 экз.)

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. F. Sauli, Principles of Operation of Multiwire Proportional and Drift Chambers, preprint CERN 77-09, 1977.
3. Instrumentation in High Energy Physics, F. Sauli (ed.), World Scientific, Singapore, 1993.
4. Experimental Techniques in High Energy Physics, T. Ferbel (ed.), World Scientific, Singapore, 1991.
5. Instrumentation in High Energy Physics, F. Sauli (ed.), World Scientific, Singapore, 1993.
6. Ю. В. Меликов, Экспериментальная техника в ядерной физике, МГУ, Москва, 1973.
7. Э. Фюнфер, Г. Нейерт, Счетчики излучений, Гос. изд. лит. в области атомной науки и техники, Москва, 1961.
8. Review of Particle Physics, The European Physical Journal C, v.15, 2000.
9. 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.

7.1 Современные профессиональные базы данных

Не используются

7.2 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 заявленная компетенция ПК-1 сформирована 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 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. Критерии и шкалы оценивания индикаторов достижения результатов обучения отражены в Таблице 10.2.

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 решении конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	Знать основные типы детекторов элементарных частиц (современных и прошлого столетия) и принципы их действия, основные способы взаимодействия заряженных частиц, фотонов и нейтронов с веществом.	Дифференцированный зачет.
ПК 1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	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 методами оценки основных параметров детекторов, навыками применения методов физики элементарных частиц в медицине и других областях науки	Дифференцированный зачет.

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

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Шкала оценивания
<u>Дифференцированный зачет:</u> – самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, – точность и корректность применения терминов и понятий, – наличие исчерпывающих ответов на дополнительные вопросы. При изложении ответа на вопрос(ы) преподавателя обучающийся мог допустить не принципиальные неточности.	<i>Отлично</i>

<u>Дифференцированный зачет:</u> – самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, – точность и корректность применения терминов и понятий при наличии незначительных ошибок, – наличие полных ответов на дополнительные вопросы с возможным присутствием ошибок.	<i>Хорошо</i>
<u>Дифференцированный зачет:</u> – самостоятельность и осмысленность в изложении материала, наличие ошибок в логике и аргументации, а также затруднений при формулировке собственных суждений, – корректность применения терминов и понятий, с множественными ошибками, – наличие неполных и/или содержащих существенные ошибки ответов на дополнительные вопросы.	<i>Удовлетворительно</i>
<u>Дифференцированный зачет:</u> – отсутствие осмысленности, структурированности, логичности и аргументированности в изложении материала, – грубые ошибки в применении терминов и понятий, – отсутствие ответов на дополнительные вопросы.	<i>Неудовлетворительно</i>

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

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

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.