

**Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования Московской области
«Международный университет природы, общества и человека «Дубна»
(Университет «Дубна»)
Факультет естественных и инженерных наук**

Кафедра Ядерной физики

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

«Альфа, бета и гамма, распады ядер»

Для направления **010700 «Физика»**

Магистерская программа «Физика ядра и элементарных частиц»

УМК разработан к.ф.-м.н., доцентом В.М.Горожанкиным _____

Протокол заседания кафедры «Ядерная физика»

№ _____ от «_____» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ /Ю.Ц. Оганесян/

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета _____ /Деникин А.С. /
(подпись)

«_____» _____ 201__ г.

Проректор по учебной работе _____ /Моржухина С.В. /
(подпись)

«_____» _____ 201__ г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....	4
УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ (КАЛЕНДАРНЫЙ) ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ 5.....	5
ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ	8
1. Выписка из ГОС ВПО.....	11
1. Аннотация	11
<i>Место курса в профессиональной подготовке магистров</i>	11
<i>Формы работы студентов</i>	11
<i>Самостоятельная работа студентов</i>	11
<i>Виды текущего контроля</i>	11
<i>Форма итогового контроля</i>	11
2. Цель и задачи дисциплины	11
3. Требования к уровню освоения содержания дисциплины	12
3.2. Содержание разделов дисциплины.....	13
3.3. Методические рекомендации преподавателю.....	13
3.4. Методические указания студентам.....	14
3.5. Примерный перечень вопросов, выносимых на экзамен по дисциплине « Альфа, бета и гамма, распады ядер».....	14
4. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	15
4.1 Основная литература.....	15
4.2. Дополнительная литература.....	15

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Курс предлагается для чтения на 5 курсе 9 семестра для студентов магистратуры «Физика ядра и элементарных частиц». Основная цель курса «Альфа, бета и гамма, распады ядер» – расширение представлений об основных закономерностях радиоактивного распада, которые студенты получают за время бакалавриата, а также получение базовых знаний об экспериментальных методах, используемых для измерения характеристик атомных ядер. Курс посвящен экспериментальной ядерной физике, в котором подробно и тщательно анализируются теоретические и практические основы большинства из применяемых в настоящее время методов определения характеристик излучений, испускаемых в радиоактивном распаде, а также вопросы, связанные с правильной обработкой и интерпретацией результатов измерений.

[УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ \(КАЛЕНДАРНЫЙ\) ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ](#) **Ошибка! Закладка не определена.**

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования Московской области
«Международный университет природы, общества и человека «Дубна»
(Университет «Дубна»)
Факультет естественных и инженерных наук
Кафедра «Ядерная физика»

УТВЕРЖДАЮ
проректор по учебной работе
_____ С.В. Моржухина
«_____» _____ 20 г.

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Альфа, бета и гамма, распады ядер»

по направления 010700.68 «Физика»

Магистерская программа «Физика ядра и элементарных частиц»

Форма обучения: очная

Уровень подготовки: _____ *магистр* _____

Курс (семестр): 5курс, 9 семестр

Автор программы:

Горожанкин Вячеслав Михайлович, кафедра ядерной физики _____
(подпись)

Программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования и учебным планом по направлению подготовки 010700.62 — физика

Программа рассмотрена на заседании кафедры ядерной физики

Протокол заседания № _____ от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / Ю.Ц.Оганесян /
(подпись)

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета естественных и инженерных наук _____ / Деникин А.С. /

« ____ » _____ 20__ г.

Рецензент:

(Фамилия, имя, отчество)

(ученая степень, звание)

(должность, кафедра или иное подразделение, организация)

Руководитель библиотечной системы _____ / В. Г. Черепанова /

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ	8
1. Выписка из ГОС ВПО.....	11
1. Аннотация	11
<i>Место курса в профессиональной подготовке магистров</i>	11
<i>Формы работы студентов</i>	11
<i>Самостоятельная работа студентов</i>	11
<i>Виды текущего контроля</i>	11
<i>Форма итогового контроля</i>	11
2. Цель и задачи дисциплины	11
3. Требования к уровню освоения содержания дисциплины	12
3.2. Содержание разделов дисциплины.....	13
3.3. Методические рекомендации преподавателю.....	13
3.4. Методические указания студентам.....	14
3.5. Примерный перечень вопросов, выносимых на экзамен по дисциплине « Альфа, бета и гамма, распады ядер».....	14
4. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	15
4.1.Основная литература.....	15
4.2.Дополнительная литература.....	15

1. Выписка из ГОС ВПО

Выписка из государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования. Специальность **010700** Физика. Квалификация – физик. Регистрационный N 176 ен/сп (утв. Минобразованием РФ 17.03.2000г.).

Индекс	Наименование дисциплин и их основные разделы	Всего часов
СД.00	Специальные дисциплины Устанавливаются вузом, включая дисциплины по выбору студента	800

1. 1 Аннотация

Тип курса – СДМ (специальные дисциплины)

Год обучения – 5

Семестр – 9

Место курса в профессиональной подготовке магистров

Основная цель данного курса – расширение представлений об основных закономерностях радиоактивного распада, которые студенты получают за время бакалавриата, а также получение базовых знаний об экспериментальных методах, используемых для измерения характеристик атомных ядер. Курс посвящен экспериментальной ядерной физике, в котором подробно и тщательно анализируются теоретические и практические основы большинства из применяемых в настоящее время методов определения характеристик излучений, испускаемых в радиоактивном распаде, а также вопросы, связанные с правильной обработкой и интерпретацией результатов измерений.

Формы работы студентов

Форма работы студентов в ходе изучения дисциплины предусмотрена в виде лекционных занятий, работы над текущими заданиями, подготовки и представления рефератов на заданные темы.

Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом в объеме **50 часов**, выполняется в ходе семестра в виде выполнения текущих заданий, а также в форме подготовки рефератов по индивидуальному заданию.

Виды текущего контроля

Контроль выполнения текущих заданий.

Форма итогового контроля

Экзамен.

2. Цель и задачи дисциплины

Изучение основных закономерностей наиболее распространенных видов радиоактивного распада ядер и основных свойств ядер, описание видов ядерных превращений, техники исследования свойств распада ядер и методов определения основных ядерных характеристик.

3. Требования к уровню освоения содержания дисциплины.

Усвоив материал данного курса, студенты должны овладеть знаниями о современных методиках ядерной спектроскопии, получить представление о градуировке и проведении измерений с использованием различных типов детекторов и спектрометров.

Объем дисциплины и виды учебной работы (в часах)

Вид занятий	Всего часов	9-й семестр	10-й семестр
Общая трудоемкость	84	84	
Аудиторные занятия			
Лекции	34	34	
Семинары			
Самостоятельная работа	50	50	
Виды итогового контроля		экзамен	

3. Содержание дисциплины

3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

	Раздел дисциплины	Лекции	Семинар	Самост
1	Радиоактивный распад ядер	6		10
2	Спектры излучений в p/a распаде	4		8
3	Спектры излучений, сопровождающих p/a распад	6		8
4	Взаимодействие излучений с веществом. Аппаратурные спектры.	6		8
5	Методы регистрации излучений	6		10
6	Примеры классических экспериментов	6		6

3.2. Содержание разделов дисциплины

1. Альфа распад. Распространенность альфа-распадных ядер. Энергии альфа-распада. Закон Гейгера-Нэттола. Одночастичная теория альфа-распада (Гамова). Систематика альфа-переходов, правила отбора в альфа-распаде..

Бета-распад. Виды бета-переходов в атомных ядрах и энергетика бета-распада. Теория Ферми. Вероятности бета переходов. Правило Саржента. Классификация бета переходов по степени запрещенности, приведенные вероятности $\log (ft)$, правила отбора. Форма разрешенных бета-спектров. Влияние кулоновского поля ядра. Форма уникальных и неуникальных запрещенных бета-спектров. Несохранение пространственной четности в бета-распаде.

Гамма-излучение. Электрическое и магнитное мультипольное излучение. Одночастичные единицы Вайскопфа, Мошковского. Приведенные вероятности электромагнитных переходов в ядрах. Внутренняя конверсия гамма-лучей. Коэффициенты внутренней конверсии и их зависимость от мультипольности излучения.

Экзотические типы распада. Одно- и двух- протонный и нейтронный распады. Запаздывающий протонный и нейтронный распады. Кластерная радиоактивность. Двойной бета-распад. Обратный бета-распад. Бета-распад в связанные состояния.

2. Альфа излучение. Бета излучение. Гамма излучение. Внутренняя конверсия гамма-лучей.

3. Рентгеновское излучение. Оже-электроны. Внутреннее и внешнее тормозное излучение.

4. Взаимодействие тяжелых заряженных частиц с веществом. Взаимодействие электронов с веществом. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом.

5. Методы регистрации излучений. Детекторы излучений. Функция отклика спектрометра.

Спектрометрия тяжелых заряженных частиц. Магнитные спектрометры. Ионизационные методы.

Спектрометрия электронов. Магнитные спектрометры. Электростатические спектрометры. Спектрометры с полупроводниковыми детекторами.

Спектрометрия гамма-излучения. Сцинтилляционные спектрометры. Кристалл-дифракционные спектрометры. Спектрометры с полупроводниковыми детекторами. Аппаратурный спектр. Эффекты, искажающие аппаратурный спектр. Обработка аппаратурного спектра. Градуировка спектрометров.

6. Измерение несохранения четности в бета-распаде (опыт Ву). Измерение спиральности нейтрино (эксперимент Гольдхабера). Измерение двойного двухнейтринного бета-распада (эксперименты S.R.Elliott, NEMO).

3.3. Методические рекомендации преподавателю

Предназначение данного курса – расширить знания студенту о видах, свойствах и

закономерностях излучений, испускаемых в радиоактивном распаде ядер, с одной стороны, и методах экспериментального определения основных характеристик излучений и ядер, с другой. При этом, основываясь на изложении различных методов регистрации как заряженных частиц, так и электромагнитного излучения, акцент сделан на их спектрометрию, т.е. определение основных свойств излучений, исходя из анализа их спектрального состава.

Курс охватывает разделы современной спектрометрии радиоизлучений, наиболее широко используемых в различных экспериментах. В заключительных лекциях студентам предоставляется возможность детально познакомиться с постановкой и реализацией нескольких, считающихся сегодня классическими, экспериментов.

3.4. Методические указания студентам

Конспект курса в настоящее время находится в процессе подготовки и по завершении появится на сайте. Эти конспекты будут содержать весь материал курса (кроме задач). Важным подспорьем для усвоения данного курса является рекомендуемая литература. Одновременно, полезным тестом понимания излагаемого в курсе материала безусловно является решение практических задач в рамках ядернофизического лабораторного практикума.

3.5. Примерный перечень вопросов, выносимых на экзамен по дисциплине «Альфа, бета и гамма, распады ядер»

1. Альфа-распад. Одночастичная теория α -распада (Гамова).
2. Закон Гейгера-Нэттола.
3. Виды β -распада (типы β -переходов, энергия β -распада).
4. Теория Ферми. Вероятности β -переходов.
5. Классификация β -переходов по степени запрещенности. Правила отбора, $\log ft$.
6. Форма β -спектра. Ферми-Кюри плот. Влияние кулоновского поля атома на форму спектра (функция Ферми). Правило Саржента.
7. Электрическое и магнитное мультипольное излучение.
8. Одночастичные оценки вероятностей γ -переходов (Вайскопфа, Мошковского).
9. Внутренняя конверсия γ -лучей.
10. Ядерная изомерия и ее связь со структурой ядра.
11. Экзотические виды радиоактивного распада (одно-, двух- протонный и нейтронный распады, испускание кластеров, обратный бета-распад, двойной бета-распад, бета-распад в связанные состояния).
12. Излучения, сопровождающие радиоактивный распад.
13. Эффекты, искажающие аппаратный спектр γ -лучей.
14. Функция отклика спектрометра. Аппаратурная форма спектральной линии.
15. Сцинтилляционные спектрометры.
16. Кристалл-дифракционные спектрометры γ -лучей.
17. Спектрометры заряженных частиц с ППД.
18. Спектрометры γ -излучения с ППД.
19. Магнитные спектрометры заряженных частиц.
20. Энергетическое и временное разрешение спектрометров.
21. Эффективность и светосила спектрометров.
22. Спектрометрия электронов с использованием магнитных спектрометров.
23. Спектрометрия γ -излучения с помощью ППД (эффективность и нелинейность

спектрометров, нормали γ -лучей).

24. Несохранение четности в β -распаде (опыт Ву-Цзянь-Сюн и др.).

25. Измерение спиральности нейтрино (эксперимент М.Гольдхабера и др.).

4. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

4.1 Основная литература

1. Экспериментальная ядерная физика. К.Н.Мухин Учебник ВЗ т.1 Физика атомного ядра, 6 изд. СПб.: Лань, 2008
2. Структура ядра . Шевелев Александр Киприянович. – М. : КомКнига, 2006. – 312с. – (Relata Refero). – Лит.:с.310. – ISBN 5-484-00480-2.
3. Изотопы: свойства, получение, применение. Т.1-2 / Под ред. В.Ю.Баранова. – М. : Физматлит, 2005. – 600с. : ил. – Список лит.:с.562. – ISBN 5-9221-0522-1.
4. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом. Черняев Александр Петрович. – М. : Физматлит, 2004. – 152с. – Лит.:с.149.-Предм.указ.:с.151. – ISBN 5-9221-0432-2.

4.2.Дополнительная литература

1. Окунь Лев Борисович. Физика элементарных частиц. - 3-е изд.,стер. - М. : Едиториал УРСС, 2005. - 216с. - Прил.:с.141.-Предм.указ.:с.210. - ISBN 5-354-01085-3
2. А. Любимов, Д. Киш. Введение в экспериментальную физику частиц. - 2-е изд.,перераб.и доп. - М. : Физматлит, 2001. - 272с. - Рек.лит.:с.269.-Предм.указ.:с.270. - ISBN 5-9221-0209-5.
3. Марков Моисей Александрович. Избранные труды. Т.1 : Квантовая теория поля. Физика элементарных частиц. Физика нейтрино. Философские проблемы физики. Марков Моисей Александрович ; Отв.ред. В.А.Матвеев. - М. : Наука, 2000. - 505с. (Классики науки). - Авт.указ.:с.499. - Серия основана в 1945 году С.И.Вавиловым .
4. Бор О., Моттelson Б. Структура атомного ядра. Т. 1, Т. 2. М.: МИР, 1982
5. Слив Л.А. Гамма-лучи. Л: Наука, 1962.
6. Джелепов Б.С., Зырянова Л.Н., Суслов Ю.П. Бета-процессы. Л.: Наука 1972.
7. Ву Ц.С., Мошковский С.А. Бета-распад. М.: Атомиздат, 1984.
8. Бенедетти С. Ядерные взаимодействия. М.: Атомиздат, 1968.
9. Основы теории атомного ядра. Маляров В.В. «Наука», М., 1967
10. Гопыч П.М., Залюбовский И.И. Ядерная спектроскопия. Харьков: Вища Школа, 1980.
11. Соловьев В.Г. Теория атомного ядра. Т.1, Т.2, М.: Энергоиздат, 1982.
12. Альфа-, бета- и гамма-спектроскопия. Под ред. К. Зигбана. Т. 1-4, М: Атомиздат, 1969.
13. Абрамов А.И., Казанский Ю.А., Матусевич Е.С. Основы экспериментальных методов ядерной физики. Атомиздат, М., 1970.
14. Окунь Лев Борисович. Физика элементарных частиц. - 3-е изд.,стер. - М. : Едиториал УРСС, 2005. - 216с. - Прил.:с.141.-Предм.указ.:с.210. - ISBN 5-354-01085-3

15. А. Любимов, Д. Киш. Введение в экспериментальную физику частиц. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Физматлит, 2001. - 272с. - Рек. лит.: с.269.-Предм. указ.: с.270. - ISBN 5-9221-0209-5.

16. Марков Моисей Александрович. Избранные труды. Т.1 : Квантовая теория поля. Физика элементарных частиц. Физика нейтрино. Философские проблемы физики. Марков Моисей Александрович ; Отв. ред. В.А.Матвеев. - М. : Наука, 2000. - 505с. (Классики науки). - Авт. указ.: с.499. - Серия основана в 1945 году С.И.Вавиловым .