

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

Кафедра теоретической физики

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

«Современные проблемы физики»

Магистерские программы 010700.68

«Теоретическая и математическая физика»

«Физика ядра и элементарные частицы»

(код и наименование направления (специальности))

Дубна, 2011 г.

УМК разработан доктором физико-математических наук,
профессором кафедры теоретической физики
Мележиком Владимиром Степановичем _____

(подпись)

Протокол заседания кафедры теоретической физики

_____ от «_____» _____ 20__ г.

Зам заведующего кафедрой _____ / Пироженко И.Г. /
доцент (подпись)

Протокол заседания кафедры ядерной физики

_____ от «_____» _____ 20__ г.

Зам.заведующего кафедрой _____ / Загребаев В.И. /
профессор (подпись)

СОГЛАСОВАНО

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

«_____» _____ 20__ г.

Декан ФЕИН _____ /Деникин А. С. /
доцент (подпись)

«_____» _____ 20__ г.

Содержание

- I. Пояснительная записка
- II. Выписка из стандарта
- III. Календарный план
- IV. Программа дисциплины
- V. Учебно-методические материалы
- VI. Материалы, устанавливающие содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

I. Пояснительная записка

Целью курса является изучение основных разделов и особенностей современной квантовой физики, ее взаимосвязь с другими разделами естествознания. Основное внимание уделяется наиболее важным и интересным задачам квантовой физики и астрофизики на начало XXI века. Формулируется проблематика, современная методология и ожидаемые перспективы.

II. Выписка из ГОС ВПО

Направление **017200.68** – Физика. Степень - магистр физики. Магистерская программа - **Теоретическая и математическая физика**, Магистерская программа «**Физика ядра и элементарных частиц**». Регистрационный № 177 ЕН/МАГ (утверждено приказом Министерства образования Российской Федерации от 17. 03. 2000)

Цикл дисциплин направления магистерской подготовки **ДН(М)**.

цикл **ДНМ** - дисциплины направления магистерской подготовки

Индекс	Наименование дисциплин и их основные разделы	Всего часов
ДН(М)	Дисциплины направления магистерской подготовки	1134
ДНМ.Ф.1	Единый курс, разрабатываемый и читаемый коллективом ведущих ученых - специалистов в различных областях современной физики, либо набор отдельных коротких курсов. В последнем случае наименования дисциплин и их объем в часах устанавливаются в магистерских программах.	160

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

УТВЕРЖДАЮ

проректор по учебной работе

_____ С.В. Моржухина

« _____ » _____ 2011 г.

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Современные проблемы физики»

Магистерские программы 010700.68

«Теоретическая и математическая физика»

«Физика ядра и элементарных частиц»

Форма обучения: очная

Уровень подготовки: магистр

Курс 5, семестр 9

г. Дубна, 2011 г.

Автор программы:

Мележик Владимир Степанович,

профессор кафедры теоретической физики _____

(подпись)

Программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования и учебным планом магистерской программы «Теоретическая и математическая физика» **010700.68 ФИЗИКА**.

Программа рассмотрена на заседании кафедры теоретической физики

Протокол заседания _____ от «____» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / Фурсаев Д.В. /

профессор (подпись)

Рецензент:

Трунин Михаил Рюрикович

(Фамилия, имя, отчество)

Доктор физико-математических наук

(ученая степень, звание)

Декан факультета общей и прикладной физики

(должность, кафедра или иное подразделение, организация)

Московского физико-технического института

СОГЛАСОВАНО

Декан ФЕИН _____

доцент

«____» _____ 20__ г.

_____ /Деникин А. С. /

(подпись)

Руководитель библиотечной системы _____ / Черепанова В.Г. /

(подпись)

(ФИО)

1. Выписка из ГОС ВПО

Единый курс, разрабатываемый и читаемый коллективом ведущих ученых - специалистов в различных областях современной физики, либо набор отдельных коротких курсов. В последнем случае наименования дисциплин и их объем в часах устанавливаются в магистерских программах.

2. Аннотация

Программа дисциплины «Современные проблемы физики» составлена в соответствии ГОС ВПО магистерских программ **010700.68 «Теоретическая и математическая физика».** «Физика ядра и элементарных частиц». Дисциплина «Современные проблемы физики» входит в цикл дисциплин направления магистерской подготовки ДН(М).

Место курса в профессиональной подготовке магистров

От слушателей курса требуется общей и теоретической физики в объеме бакалавриата. Полученные знания необходимы студентам при подготовке, выполнении и защите выпускной квалификационной работы и при решении научно-исследовательских задач в будущей профессиональной деятельности.

Формы работы студентов

При изучении курса «Современные проблемы физики» студенты должны прослушать лекции, прочесть рекомендованную литературу, написать реферат на тему из списка, предложенного преподавателем, выступить на коллоквиуме с защитой реферата.

Виды текущего контроля: опрос на лекциях

Форма промежуточного контроля

зачет.

3. Цели и задачи дисциплины

Целью курса является изучение основных разделов и особенностей современной квантовой физики, ее взаимосвязь с другими разделами естествознания. Формулируется проблематика, современная методология и ожидаемые перспективы. Задачей курса - приобретение студентами навыков анализа научной периодики с последующим реферированием.

4. Требования к уровню освоения содержания дисциплины (знания, умения, навыки)

В результате изучения курса студент должен **знать** наиболее важные и интересные проблемы физики начала 21 века из «списка» В.Л. Гинзбурга, **понимать** особенности современной квантовой физики, ее взаимосвязь с другими разделами естествознания, **иметь навыки** анализа и реферирования научной периодики

5. Объем дисциплины и виды учебной работы (в часах)

Вид занятий	Всего часов	9-й семестр
Общая трудоемкость	173	173
Аудиторные занятия:	34	34
<i>Лекции</i>	34	34
<i>Практические занятия</i>		
Самостоятельная работа:	139	139
Виды итогового контроля		Зачет

6. Разделы дисциплины

	Разделы дисциплины	Л	С	СР
1	“Список” В.Л. Гинзбурга - наиболее важные и интересные проблемы физики в начале XXI века.	2		20
2	Новые источники энергии, современные концепции. Перспективы безопасного реактора. Мюонный катализ.	6		30
3	Малонуклонная физика	8		23
4	Ядерная астрофизика	4		30
5	Экзотические атомы и ядра	4		20
6	Ультрахолодные атомы. Конденсат Бозе-Эйнштейна	4		20
7	Атомный лазер, атомный интерферометр, атомные часы. Проблема квантового компьютера	6		30
	Всего	34		173

Содержание разделов дисциплины

1. Проблематика, концепции, наиболее яркие результаты, перспективы. “Список” В.Л. Гинзбурга - наиболее важные и интересные проблемы физики на начало XXI века.
2. Новые источники энергии, современные концепции. П.Л. Капица “Энергия и физика”: физические основы энергетики, перспективы.

Ядерная физика, цепная реакция в уране, современная проблематика, перспективы безопасного реактора. Реакторы на быстрых нейтронах, реакторы-размножители, трансмутация элементов.

Мюонный катализ. Открытие резонансного образования мезомолекул в Дубне (ОИЯИ). Основные результаты, перспективы, вклад российских ученых.
3. Кулоновская задача трех тел, слабосвязанные состояния мезомолекул тяжелых изотопов водорода. Адиабатическое разложение, гиперрадиальные разложения, вариационные расчеты.

Медленные столкновения в системе трех тел. Резонансы формы, пороговые особенности, эффект Рамзауэра. Резонансное образование мезомолекул дейтерия и дейтерий-третиевых мезомолекул. Девозбуждение мезоатомов при замедлении в смеси изотопов водорода.

Релятивистские эффекты в кулоновской задаче трех тел. Уравнения Брейта, квазипотенциальные уравнения. Релятивистские поправки к уровням энергии мезомолекул. Эффекты поляризации вакуума при резонансном образовании мезомолекул и рассеянии мезоатомов в возбужденных состояниях.

Малонуклонная физика. Ядерные реакции синтеза в мезомолекулах. Проблема зарядовой асимметрии в мезомолекуле дейтерия.

4. Ядерная астрофизика, проблема экстраполяции астрофизических факторов в область малых энергий, учет электронного экранирования. Эксперименты коллаборации LUNA.
5. Экзотические атомы, антипротонный гелий, антиводород, позитроний, протоний, каонные и пионные атомы.

Экзотические ядра, “гало” ядра. Проблема описания двухнуклонных “гало” ядер. Аномально большие сечения развала “гало” ядер.

6. Ультрахолодные атомы, квантовые столкновения в “ограниченной геометрии”, стимулируемые конфайнментом резонансы. Конденсат Бозе-Эйнштейна.
7. Атомный лазер, атомный интерферометр, атомные часы. Проблема квантового компьютера.

В течение семестра студент должен принять участие в нескольких семинарах ОИЯИ, рекомендованных преподавателем.

Раздел дисциплины	Пример научного семинара
Раздел 1 Список Гинзбурга	А.С. Сорин (ЛТФ ОИЯИ) «Проект NISA в ОИЯИ»
Раздел 3 «Малонуклонная физика»	Р. Г. Назмитдинов (ЛТФ ОИЯИ) «Эффекты симметрии в мезоскопических системах: квантовые точки и атомное ядро»
раздел 5 «Экзотические ядра»	акад. Ю.Ц. Оганесян (ЛЯР ОИЯИ) «Открытие 114 и 116 элементов в Дубне: прошлое и будущее»
Раздел 4. «Ядерная астрофизика»	А.И. Вдовин (ЛТФ ОИЯИ) «Тепловые эффекты в неупругом рассеянии нейтрино на ядрах в звездной среде»

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Основная литература

1. **Дубнищева Т.Я.** Концепции современного естествознания: Учебное пособие / Дубнищева Татьяна Яковлевна; Рец. В.М.Титов и др. - 10-е изд., стер. - М.: Академия, 2009
2. **Поппер, К.Р. (Popper Karl R.).** Квантовая теория и раскол в физике : Из "Постскриптума" к "Логике научного открытия" / Поппер Карл Раймунд ; Пер.с англ.,коммент.,послесл. А.А.Печенкина. - М. : Логос, 1998. - 192с. : ил. - (Институт "Открытое общество"). - ISBN 5-88439-101-3.
3. **Сисакян, А.Н.** Методы квантовой теории и физика больших множественностей : В 2 т. Т.1 / Сисакян Алексей Норайрович ; Объединенный институт ядерных исследований (ОИЯИ); Под общ.ред. В.А.Матвеева; Фот. Ю.А.Туманова. - Дубна : ОИЯИ, 2009. - 385с.,28с.фот. : ил. - ISBN 978-5-9530-0229-5.
4. **Изотопы: свойства, получение, применение.** Т.2 / Под ред. В.Ю.Баранова. - М. : Физматлит, 2005. - 728с. : ил. - Список лит.:с.585.-Прил.:с.641. - ISBN 5-9221-0523-X. *аб. - 7 в наличии 7; ч/з(е) - 1 в наличии 1;*
5. **Питаевский Л П** "Конденсаты Бозе-Эйнштейна в поле лазерного излучения" *УФН* **176** 345–364 (2006)

Дополнительная литература

1. **В.Л. Гинзбург.** Нобелевская лекция. *УФН*, 174(11), 1240 (2004).
2. **Питаевский Л П** "Конденсаты Бозе-Эйнштейна в поле лазерного излучения" *УФН* **176** 345–364 (2006)
3. **Пригожин И.** Время, хаос, квант. К решению парадокса времени / Пригожин Илья, Стенгерс Изабелла - М.: Прогресс, 1999.
4. **У.Д. Филипс.** Нобелевская лекция. *УФН*, 169(3), 305 (1997).
5. **Л.Б. Окунь.** Зеркальные частицы и зеркальная материя: 50 лет гипотез и поисков. *УФН*, 177(4), 397 (2007).
6. В.А. Рубаков. Иерархии фундаментальных констант. *УФН*, 177(4), 407 (2007).
7. **Орир Дж.** Физика: Полный курс. Примеры, задачи, решения: Учебник / Орир Джей; - М.: КДУ, 2011.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Оверхед, мультимедийный проектор

9. Формы контроля и оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Вопросы к коллоквиуму и зачету по курсу:

1. Перспективы безопасного ядерного реактора.
2. Высокотемпературная и комнатнотемпературная сверхпроводимость. Основные достижения, проблематика, перспективы
3. Металлический водород, другие экзотические вещества.
4. Гетероструктуры в полупроводниках, квантовые точки. Спиновые волны, мезоскопика.

5. Физика поверхности, кластеры.
6. Жидкие кристаллы. Сегнетоэлектрики.
7. Фуллерены. Нанотрубки
8. Сверхсильные магнитные поля в лабораториях и в астрофизике. Поведение вещества в сверхсильных магнитных полях.
9. Нелинейная физика. Турбулентность. Хаос. Солитоны. Странные аттракторы.
10. Сверхмощные лазеры. Разеры, гразеры.
11. Кварки и глюоны. Квантовая хромодинамика. Кварк-глюонная плазма. Проект NICA.
12. Единая теория слабого и электромагнитного взаимодействия. Проблематика.
13. “Альтернативные” квантовые механики. Квантовый томограф.
14. Стандартная модель. Великое объединение. Суперобъединение. Распад протона. Масса нейтрино. Магнитные монополи.
15. Фундаментальная длина. Взаимодействие частиц при высоких и сверхвысоких энергиях. Коллайдеры, LHC.
16. Несохранение CP и CPT инвариантности, современное состояние в Дубне и в CERN, эксперименты с антиводородом.
17. Нелинейные явления в вакууме и в сверхсильных электромагнитных полях. Фазовые переходы в вакууме.
18. Струны, M-теория.
19. Экспериментальная проверка общей теории относительности.
20. Гравитационные волны, современный статус.
21. Космологическая проблема. Инфляция. Лямбда-член и “квинтэссенция”. Связь между космологией и физикой высоких энергий.
22. Черные дыры, космические струны.
23. Нейтронные звезды и пульсары. Сверхновые звезды.
24. Квазары и ядра галактик. Образование галактик.
25. Проблема темной материи и ее детектирование.
26. Гамма-всплески, гиперновые.
27. Нейтринная физика и астрономия. Нейтринные осцилляции.
28. Антиводород в экспериментах в CERN.
29. Физика на LHC в CERN.
30. Квантовый компьютер.
31. Квантовые газы: конденсация Бозе-Эйнштейна, мост БКШ-БЭК, атомный лазер.
32. Трёхчастичные резонансы Ефимова в квантовых газах.

IV. Учебно-методические материалы

Методические указания преподавателю

Изложение материала данного курса начинается со списка самых актуальных проблем физики 21 века, сформулированных В. Л. Гинзбургом в нобелевской лекции 2004 года [В.Л. Гинзбург. *Нобелевская лекция. УФН, 174(11)*]. Преподавателю рекомендуется сделать краткий обзор этого списка, а потом более подробно остановиться на проблемах из той области теоретической и математической физики, где он сам работает

Задача преподавателя, не только расширить научный кругозор студента, но и донести мысль, что в «физике несделанного гораздо больше, чем сделано» [В. Л. Гинзбург]. В материалы еженедельных устных опросов студентов включаются и темы, предложенные преподавателем для самостоятельной подготовки. Для контроля усвоения данной дисциплины учебным планом предусмотрен зачет. Зачет ставится по результатам коллоквиума, на котором студенты защищают свои рефераты. В качестве тем для рефератов рекомендуется выбрать актуальные проблемы физики, затронутые на лекциях, но которые не обсуждались подробно.

В курс также рекомендуется дополнять отдельными лекциями ведущих ученых - специалистов в различных областях современной физики.

Методические указания студентам.

Рабочей программой курса «Современные проблемы физики» предусмотрена самостоятельная работа студентов. Ее необходимо распределить на весь семестр, периодически возвращаясь к пройденному материалу. По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины, следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, сайтах, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях. В течение семестра студент должен принять участие в нескольких научных семинарах ОИЯИ, рекомендованных преподавателем.

В процессе самостоятельного изучения курса «Современные проблемы физики» каждый студент должен написать реферат на тему из списка, предложенного преподавателем. В реферате студент должен продемонстрировать навыки работы с научной периодикой и монографиями. Важно научиться выделять основную идею статьи, кратко излагать ее своими словами и правильно цитировать. В конце семестра студент выступает на коллоквиуме с сообщением по теме своего реферата. Выступление должно быть подготовлено в виде компьютерной презентации. Продолжительность выступления – 15 минут. За это время выступающий должен объяснить слушателям, в чем суть выбранной им проблемы и ее актуальность.

Правила оформления рефератов:

В реферате следует придерживаться следующей структуры (содержания): титульный лист, введение (0,5-2 страницы.); основная часть, разбитая на разделы (7-10 страниц); выводы (1-2 страницы); список использованных источников (1-2 страницы).

Текст излагается на одной стороне белой бумаги формата А4. Шрифт Times New Roman. Цвет шрифта должен быть чёрным, высота букв, цифр и других знаков - не менее 1,8 мм

(кегель не менее 12). По всем сторонам листа оставляют поля от края листа. Размеры: левого поля - 30 мм; правого поля - 10 мм; верхнего поля - 20 мм; нижнего поля - 20 мм.

После оформления реферат брошюруют доступным способом. Титульный лист оформляется как и для курсовой работы, только вместо слов «курсовая работа» пишется «реферат», и слово «руководитель» заменяется на «проверил».

Требования ГОСТа к оформлению реферата можно найти на сайте библиотеки Университета «Дубна» [http://lib.uni-dubna.ru/biblweb/recomends/ГОСТ_7_9_95.pdf].

VII. Материалы, устанавливающие содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Вопросы к коллоквиуму и зачету по курсу:

1. Перспективы безопасного ядерного реактора.
2. Высокотемпературная и комнатотемпературная сверхпроводимость. Основные достижения, проблематика, перспективы
3. Металлический водород, другие экзотические вещества.
4. Гетероструктуры в полупроводниках, квантовые точки. Спиновые волны, мезоскопика.
5. Физика поверхности, кластеры.
6. Жидкие кристаллы. Сегнетоэлектрики.
7. Фуллерены. Нанотрубки
8. Сверхсильные магнитные поля в лабораториях и в астрофизике. Поведение вещества в сверхсильных магнитных полях.
9. Нелинейная физика. Турбулентность. Хаос. Солитоны. Странные аттракторы.
10. Сверхмощные лазеры. Разеры, гразеры.
11. Кварки и глюоны. Квантовая хромодинамика. Кварк-глюонная плазма. Проект NICA.
12. Единая теория слабого и электромагнитного взаимодействия. Проблематика.
13. “Альтернативные” квантовые механики. Квантовый томограф.
14. Стандартная модель. Великое объединение. Суперобъединение. Распад протона. Масса нейтрино. Магнитные монополи.
15. Фундаментальная длина. Взаимодействие частиц при высоких и сверхвысоких энергиях. Коллайдеры, LHC.
16. Несохранение CP и CPT инвариантности, современное состояние в Дубне и в CERN, эксперименты с антиводородом.
17. Нелинейные явления в вакууме и в сверхсильных электромагнитных полях. Фазовые переходы в вакууме.
18. Струны, M-теория.
19. Экспериментальная проверка общей теории относительности.
20. Гравитационные волны, современный статус.
21. Космологическая проблема. Инфляция. Лямбда-член и “квинтэссенция”. Связь между космологией и физикой высоких энергий.
22. Черные дыры, космические струны.
23. Нейтронные звезды и пульсары. Сверхновые звезды.
24. Квазары и ядра галактик. Образование галактик.
25. Проблема темной материи и ее детектирование.
26. Гамма-всплески, гиперновые.

27. Нейтринная физика и астрономия. Нейтринные осцилляции.
28. Антиводород в экспериментах в CERN.
29. Физика на LHC в CERN.
30. Квантовый компьютер.
31. Квантовые газы: конденсация Бозе-Эйнштейна, мост БКШ-БЭК, атомный лазер.
32. Трёхчастичные резонансы Ефимова в квантовых газах.