

**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»

Магистерская программа 010700.68

«Теоретическая и математическая физика»

Форма обучения: очная

Уровень подготовки: *магистр*

Курс 5, семестр 9

г. Дубна, 2011 г.

## 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 магистерской программы **010700.68 «Теоретическая и математическая физика»**. 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
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>173</b>	<b>173</b>
Аудиторные занятия:	<b>34</b>	<b>34</b>
<i>Лекции</i>	34	34
<i>Практические занятия</i>		
Самостоятельная работа:	<b>139</b>	<b>139</b>
<b>Виды итогового контроля</b>		<b>Зачет</b>

## 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 NICA 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. В.Л. Гинзбург. Нобелевская лекция. УФН, 174(11), 1240 (2004).
3. Питаевский Л П "Конденсаты Бозе-Эйнштейна в поле лазерного излучения" *УФН* **176** 345–364 (2006)

### Дополнительная литература

4. **Пригожин И.** Время, хаос, квант. К решению парадокса времени / Пригожин Илья, Стенгерс Изабелла - М.: Прогресс, 1999.
5. У.Д. Филипс. Нобелевская лекция. УФН, 169(3), 305 (1997).
6. Л.Б. Окунь. Зеркальные частицы и зеркальная материя: 50 лет гипотез и поисков. УФН, 177(4), 397 (2007).
7. В.А. Рубаков. Иерархии фундаментальных констант. УФН, 177(4), 407 (2007).
8. **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 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. Трехчастичные резонансы Ефимова в квантовых газах.