

**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**

**«Сильно коррелированные системы»**

Магистерская программа 010700.68

«Теоретическая и математическая физика»

Форма обучения: очная

Уровень подготовки: *магистр*

Курс 6, семестр В

г. Дубна, 2011 г.

## **1. Выписка из ГОС ВПО**

Относится к дисциплинам по выбору цикла СДМ. Знания, умения и навыки определяются ООП ВУЗа

## **2. Аннотация**

Программа дисциплины «Сильно коррелированные системы» составлена в соответствии с разделом СДМ ГОС ВПО магистерской программы 010700.68 (510417) «Теоретическая и математическая физика». Дисциплина «Сильно коррелированные системы» входит в цикл специальных дисциплин магистерской подготовки (СДМ).

### **Место курса в профессиональной подготовке магистров**

Дисциплина «Сильно коррелированные системы» опирается на курсы физики конденсированных сред, теории твердого тела, статистической физики. Знания, полученные при освоении дисциплины «Сильно коррелированные системы», необходимы при подготовке, выполнении и защите выпускной квалификационной работы и при решении научно-исследовательских задач в будущей профессиональной деятельности.

**Формы работы студентов** в ходе изучения дисциплины предусмотрены семинарские занятия, выполнение домашних работ. Отдельные темы теоретического курса прорабатываются студентами самостоятельно в соответствии с планом самостоятельной работы и конкретными заданиями преподавателя с учетом индивидуальных особенностей студентов.

**Самостоятельная работа** студентов, предусмотренная учебным планом, выполняется в ходе семестра в форме изучения лекций и рекомендованной литературы, а также подготовки к семинарским занятиям и выполнения домашних работ.

**Виды текущего контроля** – проверка домашних заданий и опросы во время семинарских занятий. Текущий контроль проводится, чтобы установить степень усвоения студентами лекционного материала, а также проверить их уровень овладения методами решения конкретных задач рассеяния для систем двух и трех частиц.

### **Форма промежуточного контроля**

Экзамен.

## **3. Цели и задачи дисциплины**

Цель дисциплины – дать введение в теорию сильно коррелированных систем

Задачи дисциплины: ознакомить с физическими свойствами и электронной структурой материалов с сильными электронными корреляциями, разобрать основные теоретические модели систем с сильными корреляциями.

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

**Знать** основные примеры и физические свойства сильнокоррелированных систем, **иметь представление** об основных моделях теории сильно коррелированных систем, например о моделях Хаббарда и Андерсона, **уметь** рассчитывать электронный спектр в теории

динамического среднего поля, **знать** особенности сверхпроводящего и анти-ферромагнитного состояния

## 5. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр11
Общая трудоемкость дисциплины	80	80
Аудиторные занятия	44	44
Лекции (Л)	22	22
Семинары (С)	22	22
Самостоятельная работа	36	36
Промежуточная аттестация	экзамен	экзамен

## 6. Разделы дисциплины

п/п	Раздел (тема) дисциплины, содержание	Л	С	СР
1	Введение. Электронная структура сильнокоррелированных систем	2	2	4
2	Экспериментальная проверка предсказаний теории динамического среднего поля	2	2	4
3	Особенности электронного строения d- и f- систем	2	2	4
4	Соединения 3d-переходных металлов	2	2	4
5	Курпаты – высокотемпературные сверхпроводники	4	4	6
6	Манганиты	4	4	5
7	Соединения на основе f- элементов	4	4	5
8	Заключение	2	2	4

## Содержание разделов дисциплины

Изложение ведется по плану обзора Ю.А. Изюмова, Э.З. Курмаева «Материалы с сильными электронными корреляциями», *УФН* 178 25–60 (2008) .

- .1 **Введение. Электронная структура сильнокоррелированных систем**
  - 1.1. Ферми-жидкостное описание
  - 1.2. Приближение динамического среднего поля
  - 1.3. Электронный спектр модели Хаббарда, рассчитанный в приближении теории динамического среднего поля
- .2 **Экспериментальная проверка предсказаний теории динамического среднего поля**
  - 2.1. Структура электронного спектра
  - 2.2. Фазовая диаграмма
- .3 **Особенности электронного строения d- и f- систем**
  - 3.1. d- системы
  - 3.2. f- системы
- .4 **Соединения 3d-переходных металлов**
  - 4.1. Фазовый переход металл-диэлектрик
  - 4.2. Различные типы химических соединений
- .5 **Курпаты – высокотемпературные сверхпроводники**
  - 5.1. Основные экспериментальные данные
  - 5.2. Псевдощелевое состояние
  - 5.3. Особенности сверхпроводящего состояния
  - 5.4. Конкуренция сверхпроводящего и антиферромагнитного состояния
- .6 **Манганиты**
  - 6.1. Кристаллическая и электронная структура
  - 6.2. Расчет электронного спектра в теории динамического среднего поля
  - 6.3. Зарядовое и орбитальное упорядочение
  - 6.4. Ферромагнитные полуметаллы
- .7 **Соединения на основе f- элементов**
  - 7.1. Тяжелые фермионы
  - 7.2. Эффект Кондо и однопримесная модель Андерсона
  - 7.3. Исследования периодической модели Андерсона методом теории динамического среднего поля.
  - 7.4. Фазовая диаграмма.
  - 7.5. Нестандартная сверхпроводимость
- .8 **Заключение**
  - 8.1. Общие свойства металлов с сильными электронными корреляциями
  - 8.2. Теоретическое описание d- и f- систем на основе базовых моделей и теории динамического среднего поля
  - 8.3. Новейшие результаты исследований в теории динамического среднего поля

### Практические занятия (семинары)

N п/п	N раздела дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)
1	1	Приближение динамического среднего поля
2	1	Модель Хаббарда

3	4	Фазовый переход металл-диэлектрик
4	5	Сверхпроводящее состояние
5	6	Расчет электронного спектра в теории динамического среднего поля
6	6	Ферромагнитные полуметаллы
7	7	Эффект Кондо. Однопримесная модель Андерсона
8	7	Периодическая модель Андерсона
9	7	Нестандартная сверхпроводимость
10	8	Общие свойства металлов с сильными электронными корреляциями
11	8	Теоретическое описание d- и f- систем

## 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

**Цвелик А.М.** Квантовая теория поля в физике конденсированного состояния / Цвелик Алексей М.; Пер.с англ. П.М.Островского, Я.В.Фомина. - М.: Физматлит, 2004.

**Брандт Н.Б.** Квазичастицы в физике конденсированного состояния / Брандт Николай Борисович, Кульбачинский Владимир Анатольевич. - М.: Физматлит, 2005.

**А.А. Абрикосов, Л.П. Горьков, И.Е. Дзялошинский.** Методы квантовой теории поля в статистической физике М.: Физматгиз, 1962.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

**Ю.А. Изюмов, Э.З. Курмаев,** Материалы с сильными электронными корреляциями *УФН* **178 25–60 (2008)** [<http://elibrary.ru> - eLIBRARY.RU - научная электронная библиотека]

### Интернет-ресурсы

N.M. Plakida, «Superconductivity in the t-J mode»| [arXiv:cond-mat/0210385v2](https://arxiv.org/abs/cond-mat/0210385v2) [cond-mat.str-el] (электронный архив научных публикаций)

В.Ю. Юшанхай "Модели с сильными электронными корреляциями" . [электронный конспект лекций, 2009] <http://theor.jinr.ru/~diastp/winter09/lectures.html> - страница школы «Введение в теорию наноструктур»

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Мультимедийный проектор.

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

### Вопросы к экзамену

1. Ферми-жидкостное описание сильно коррелированных систем
2. Приближение динамического среднего поля
3. Электронный спектр модели Хаббарда, рассчитанный в приближении теории динамического среднего поля
4. Экспериментальная проверка предсказаний теории динамического среднего поля
5. Особенности электронного строения d- систем
6. Особенности электронного строения f- систем
7. Соединения 3d-переходных металлов
8. Фазовый переход металл-диэлектрик
9. Различные типы химических соединений
10. Основные экспериментальные данные о высокотемпературных сверхпроводниках
11. Псевдощелевое состояние
12. Особенности сверхпроводящего состояния
13. Конкуренция сверхпроводящего и антиферромагнитного состояния
14. Кристаллическая и электронная структура манганитов
15. Расчет электронного спектра манганитов в теории динамического среднего поля
16. Зарядовое и орбитальное упорядочение
17. Ферромагнитные полуметаллы
18. Соединения на основе f- элементов
19. Тяжелые фермионы
20. Эффект Кондо и однопримесная модель Андерсона
21. Исследования периодической модели Андерсона методом теории динамического среднего поля. Фазовая диаграмма.
22. Нестандартная сверхпроводимость
23. Общие свойства металлов с сильными электронными корреляциями
24. Теоретическое описание d- и f- систем на основе базовых моделей и теории динамического среднего поля
25. Новейшие результаты исследований в теории динамического среднего поля