

## Пример рабочей программы дисциплины ООП

Современные представления о самоорганизации в неравновесных нелинейных открытых системах

*Лектор: к.ф.-м.н., старший преп. Поляков Олег Петрович  
(кафедра общей физического факультета МГУ)*

Код курса:	
Статус:	обязательный
Аудитория:	специальный
Специализация:	физика
Семестр:	11
Трудоёмкость:	2 з.е.
Лекций:	16 часов
Семинаров:	16 часов
Отчётность:	экзамен
Начальные компетенции:	М-ПК-1, М-ПК-6
Приобретаемые компетенции:	М-ПК-3, М-ПК-4

### Аннотация курса

Самоорганизация в неравновесных нелинейных открытых системах актуальна для многих направлений физики. В курсе рассматриваются современные представления и модели структурной организации вещества и частиц в равновесных и сильно неравновесных системах. Рассматривается теория критического состояния вещества в равновесных и неравновесных системах. Понятие «истинного» хаоса и низкоразмерного хаоса. Фрактальность структурообразования кластеров частиц. Модели зарождения хиральной асимметрии в нелинейных динамических диссипативных системах.

### Приобретаемые знания и умения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать основные представления о самоорганизации в нелинейных диссипативных системах.

### Образовательные технологии

В курсе используются электронные средства, компьютерные модели и мультимедийное оборудование.

### Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП

Курс является базисным к дисциплинам, изучающим экспериментально и теоретически неравновесные явления в открытых системах: "динамика магнитных систем", "самоорганизация нанообъектов", "Биофизики" и "Физической химии"

### Дисциплины и практики, для которых освоение данного курса необходимо как предшествующего

Научно-исследовательская практика, научно-исследовательская работа, моделирование сложных систем.

### Основные учебные пособия, обеспечивающие курс

1. *Хакен Г.* Синергетика. Иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. Пер. с англ. М.: Мир, 1985. - 424 с.
2. *Стенли. Г.* Фазовые переходы и критические явления. — М.:

**Основные учебно-методические работы, обеспечивающие курс**

**Основные научные статьи, обеспечивающие курс**

- Мир, 1973.
3. Лоскутов А.Ю., Михайлов А.С. Введение в синергетику. – М.: Наука, 1990.  
Конспект лекций.

1. Лисовский Ф.В., Поляков О.П. Фрактальная структура кривой фазового равновесия системы из двух осциллирующих магнитных моментов. // Письма в ЖЭТФ. 1998. Т.68, вып.8. с.643-647.
2. Поляков О.П., Храмов А.Е. О возникновении хаотического аттрактора при движении вектора магнитного момента во внешнем осциллирующем магнитном поле. // Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. 1998. Т.6. № 1. С. 10-17.
3. Поляков О.П., Поляков П.А. Анализ особенностей существенно нелинейных колебаний на примере компьютерной модели осциллятора Дюффинга. // Физическое образование в вузах. 1998. Т.4. № 3. С.125-127.
4. Поляков О.П. Возникновение хиральных состояний в нелинейной системе двух взаимодействующих намагниченных тел в осциллирующем электромагнитном поле. // Известия РАН. Серия физическая. 1999. Т.63. № 12. С.2379-2383.
5. Лисовский Ф.В., Поляков О.П. Хаос и самоорганизация в открытой неконсервативной системе двух плоских компланарных намагниченных тел с моментами инерции. // Письма в ЖЭТФ. 2001. Т.73, вып.9. с.546-550.
2. Dmitry V. Vagin, Oleg P. Polyakov Effect of sample shape on nonlinear magnetization dynamics under an external magnetic field // J. Magn. Mater. 2008. V. 320. I. 24 P.3394-3399.
6. Vagin D.V., Polyakov O.P. Control of chaotic and deterministic magnetization dynamics regimes by means of sample shape varying // J. Appl. Phys. — 2009. — V. 105. № 3. — P. 033914 - 033914-6

**Программное обеспечение и ресурсы в интернете**

**Контроль успеваемости**

Промежуточная аттестация проводится на 8 неделе в форме коллоквиума с оценкой. Критерии формирования оценки – уровень знаний пройденной части курса.

Текущая аттестация проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – посещаемость занятий, активность

студентов на лекциях, уровень подготовки к семинарам.

**Фонды оценочных средств**

Контрольные вопросы для текущей аттестации на семинарах; задания для практических (лабораторных) занятий; вопросы и задачи для контрольных работ и коллоквиумов; вопросов к зачётам и экзаменам; тесты и компьютерные тестирующие программы; темы докладов и рефератов.

**Структура и содержание дисциплины**

Раздел	Недел я
Проблемы нелинейности и фундаментальные законы физики. Математические проблемы решения нелинейных дифференциальных уравнений. Коллективные явления и законы в системах с большим числом частиц.	1
Проблемы микроскопического обоснования макроскопических законов. Использование математического аппарата теории вероятности и математической статистики для обоснования вероятностных закономерностей в физических системах. Представление о хаосе как о системе, состоящей из большого количества случайных величин	2
Самоорганизация в равновесных системах - теория фазовых переходов.	3
Фазовые переходы второго рода. Параметр порядка. Критические индексы. Масштабная инвариантность. Метод ренормгруппы.	4
Открытые диссипативные и неравновесные нелинейные системы. Примеры самоорганизации в таких системах.	5
Возникновение турбулентности на примере тейлоровских вихрей. Возникновение тейлоровской неустойчивости и понятия бифуркаций.	6
Тепловая конвекция Релея - Бенара. Возникновение гравитационной - тепловой неустойчивости. Бифуркации и образования конвективных структур (ячейки Бенара).	7
Аналогия самоорганизации в нелинейных, открытых и диссипативных системах с фазовыми переходами второго рода (на примерах конвективных структур Бенара и вихрей Тейлора).	8
Моделирование движения сплошной среды регулярными структурами (вихрями). Вывод системы уравнений Лоренца для описания тепловой конвекции.	9
Основные свойства тепловой конвекции, вытекающие из модели Лоренца (закон изменения фазового объема, условия возникновения конвекции, минимальное значение безразмерного параметра Релея, при котором возникает турбулентное движение).	10

<p>Качественный анализ нелинейной динамики открытых диссипативных систем. Классификация аттракторов. Отображение Пуанкаре. Демонстрация общих нелинейных закономерностей нелинейной динамики на примерах: вынужденных колебаний математического маятника, уравнения Дуффинга, движения вектора магнитного момента, системы уравнений Лоренца.</p>	11
<p>Демонстрация общих нелинейных закономерностей нелинейной динамики на примерах: вынужденных колебаний математического маятника, уравнения Дуффинга, движения вектора магнитного момента, системы уравнений Лоренца.</p>	12
<p>Показатели Ляпунова. Классификация предельных аттракторов на основе показателей Ляпунова. Странный аттрактор и понятие динамического хаоса в низкоразмерных системах.</p>	13
<p>Фрактальная структура странного аттрактора. Понятие фрактального кластера. Примеры геометрических фракталов. Понятие фрактальной размерности (размерность Хаусдорфа и корреляционная размерность). Примеры фрактальных структур в природе.</p>	14
<p>Функция первого возвращения. Логистическое отображение. Константы Фейгенбаума. Алгоритм вычисления показателей Ляпунова (на примере одномерного логистического отображения). Прямой и обратный бифуркационный каскад.</p>	15
<p>Сценарий установления хаоса в низкоразмерных нелинейных диссипативных динамических системах (квазипериодичность, субгармонический каскад ,или сценарий Фейгенбаума, перемежаемость).</p>	16