

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины «Физика открытых нелинейных систем»

1. Физика открытых систем (вводные замечания).

Чарльз Дарвин и Людвиг Больцман: путь к физике открытых систем. Диссипативные структуры Ильи Пригожина. Сложность открытых систем и синергетика. Хаос и порядок. Самоорганизация. Эволюция. Роль энтропии в открытых системах. Неравновесные фазовые переходы и условия образования диссипативных структур. Динамический хаос и его конструктивная роль. Динамическое и статистическое описание сложных движений.

2. Критерии упорядоченности в открытых системах. Энтропия и информация открытых систем.

Энтропия Больцмана. Функционал Ляпунова. Энтропия и теорема Гиббса. Информация Шеннона. Информация открытых систем. Закон сохранения суммы информации и энтропии. S -теорема. Методы определения степени упорядоченности в открытых системах. Энтропия Реньи.

3. Геометрия и физика фракталов. Фракталы как структуры

Размерность Хаусдорфа. Примеры: кривая Коха и множество Кантора. Подобие и скейлинг фракталов. Размерность подобия фракталов. Другие размерности: энтропийная размерность, размерность Реньи и ее разновидности. Множество Мандельброта. Природные фракталы.

4. Классификация структур (паттернов). Определения и примеры.

Паттерны – это структуры, которые можно классифицировать подобно колебаниям. Свободные паттерны. Вынужденные паттерны. Автопаттерны (статические, стационарные, динамические). Примеры паттернов и их ансамблей (вихри в идеальных течениях жидкости, дымовые кольца, кольцевые конвективные валы в цилиндрическом контейнере, ячейки Бенара, рябь Фарадея, цепочки вихрей Тейлора в течении Куэтта и др.). О распределенных автоколебательных системах.

5. Базовые модели теории самоорганизации.

Нелинейное уравнение диффузии (уравнение КПП). Структуры Тьюринга. Брюсселятор – важная методическая модель в теории самоорганизации. Модель Гирера-Мейнхарда и проблема морфогенеза. Аксиоматические модели активных сред. Уравнение Гинзбурга-Ландау – эталонная модель распределенной автоколебательной среды, демонстрирующей пространственно-временной хаос.

6. Аксиоматические модели активных сред. Автоволны.

Аксиоматика модели: возбуждение, рефрактерный период и покой. «Возбудимая среда» Винера и Розенблюта. Применение аксиоматических моделей для анализа режимов работы сердечной мышцы (патологические режимы, фибрилляции). Ревербератор – спиральная автоволна. Ведущий центр – источник концентрически расходящихся автоволн. Клеточные автоматы и решеточные газы. Игра «Жизнь».

7. Примеры самоорганизации и образования сетевых структур в социальных, общественных и техногенных системах.

Примеры формирования и развития структур в социальных, общественных и техногенных системах. Основные понятия теории сетей. Основные характеристики сетей сложной топологии. Типы сетей: случайные сети (Random networks); маленький мир (Small-world networks); свободно масштабируемые (Scale free networks) сети. Взвешенные сети.

Перечень литературы

1. *Климонтович Ю.Л.* Статистическая теория открытых систем. Т. 1. М.: Янус, 1995.
2. *Климонтович Ю.Л.* Статистическая теория открытых систем. Т. 2. М.: Янус, 1999.
3. *Климонтович Ю.Л.* Статистическая теория открытых систем. Т. 3. М.: Янус, 2001.
4. *Трубецков Д.И., Мчедлова Е.С., Красичков Л.В.* Введение в самоорганизацию в открытых системах. М.: Физматлит, 2005.
5. *Эбелинг В.* Образование структур при необратимых процессах. М.: Мир, 1979.
6. *Эбелинг В., Энгель А., Файстель Р.* Физика процессов эволюции. М.: УРСС, 2001.
7. *Рабинович М.И., Трубецков Д.И.* Введение в теорию колебаний и волн. М.: Наука, 1991.
8. *Стратонович Р.Л.* Нелинейная неравновесная термодинамика. М.: Наука, 1985.