Программа межфакультетского курса

«Физика общества» (24 ч., 12 лекций)

д.х.н. Ю.Л.Словохотов

**Требования к слушателям**

1. Математическая подготовка в объеме 2-3 курсов естественных или экономически-ориентированных факультетов МГУ: математический анализ, основы линейной алгебры, знакомство с обыкновенными дифференциальными уравнениями, понятие об уравнениях в частных производных, основные представления теории вероятностей.
2. Курс общей физики, включая начала статистической термодинамики.
3. Знакомство с основами классической и квантовой механики.
4. Не обязательно, но желательно также знать основы физической химии и просмотреть материалы семинара по социофизике ([www.soc-phys.chem.msu.ru](http://www.soc-phys.chem.msu.ru))

**Темы лекций**

1. Основные понятия классической физики: пространство и время, движение, масса, сила. Скалярные и векторные величины, поле, тензоры. Координата и импульс, уравнения движения. Функции Лагранжа и Гамильтона. Законы сохранения, консервативные и неконсервативные системы. Статистическая механика и молекулярная физика. Компьютерное моделирование многочастичных систем. Линейные дифференциальные уравнения математической физики.
2. Движение броуновской частицы. Уравнения Ланжевена и Фоккера-Планка. Кинетические уравнения, химическое равновесие, принцип Ле Шателье. Физика сложных систем. Термодинамические функции. Фазовые переходы и критические явления. Ближний и дальний порядок в конденсированной фазе, частично упорядоченные фазы. Магнитные переходы, модель Изинга.
3. Информатика, связь с идеями статистической физики. Случайный процесс и его характеристики. Марковские цепи. Байесовские системы. Количество информации. Энтропия Шеннона. Кодирование, декодирование и защита информации, Компьютерные эксперименты и Big Data.
4. Методы описания сложных систем. Нелинейные эффекты. Устойчивость решений по Ляпунову. Уравнение Ферхюльста, логистическая кривая. Солитоны. Автоколебательные системы в химии и биологии, модель Лотка-Вольтерра, брюсселятор. Стохастические и детерминистские модели, детерминированный хаос, аттрактор Лоренца. Стохастический резонанс. Фрактальные объекты.
5. Системы «живых частиц» в математической биологии, самоорганизация и переходы в таких системах. Агентные модели. Моделирование автомобильного транспорта и пешеходного движения. Freezing by heating. Эвакуация. Вопросы безопасности массовых мероприятий.
6. Фазовые переходы в системе «живых частиц». Согласованное движение, синхронизация осцилляторов Курамото. Элементы психофизики. Социальная система и распределенный интеллект. Распространение автоволн и информационные каскады в социальных системах. Пороговые модели.
7. Математические модели экономики и эконофизика. Биржа как стохастическая система. Временные ряды, корреляции, особенности эконофизических распределений. Уравнение Блэка-Шоулза. Технический анализ. Понятие о финансовой математике.
8. Глобальное моделирование, оценки экономического и военного потенциала страны. Обратные степенные распределения ранг-размер: законы Парето, Эсту-Ципфа, Ауэрбаха. Гиперболический рост населения. Математическая история, «клиодинамика».
9. Графы и сети, топологические характеристики сетей. Случайные графы Реньи, Уоттса-Строгаца, Барабаши-Альберт. Графы «тесного мира». Сетевые структуры экономики и общества, ассортативность и диссортативность. Betweenness centrality.
10. Статистическая физика сетей. Процессы на сетях, каскады, ко-эволюция. Устойчивость сетей: Интернет, Твиттер, сеть мировой торговли. Кризисы как фазовые переходы на сетях.
11. Начальные понятия теории игр. Равновесие Нэша. «Дилемма бандита». Кооперация и конкуренция агентов в моделях социальных систем. Игры на сетевых структурах, потенциальные игры. Управление социальными системами.
12. Математические модели социологии и политологии. Формирование общественного мнения, модификации модели Изинга. Многомерные модели политической конкуренции. Закон Бенфорда. Моделирование конфликтов и войн. Уравнения Ланчестера. Закон Ричардсона. Модель Бака-Снеппена. Базы данных Correlates of War.

**Литература**

1. Д.В. Сивухин. Общий курс физики, т.т. 1 и 2. М.: Физматлит, 2006.
2. Г. Стенли. Фазовые переходы и критические явления. Пер. с англ. М.: Мир, 1973.
3. Б.В. Гнеденко. Курс теории вероятностей. Изд. 10-е. М.: ЛИБРОКОМ, 2010.
4. Г.Г. Малинецкий. Математические основы синергетики. М.: ЛКИ, 2007.
5. Ю.А. Данилов. Лекции по нелинейной динамике. Элементарное введение. М.: КомКнига, 2006.
6. М.Ю. Романовский, Ю.М. Романовский. Введение в эконофизику. Статистические и динамические модели. М.:-Ижевск, 2007.
7. Д.А. Губанов, Д.А. Новиков, А.Г. Чхартишвили. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства. 2-е изд. М.: Физматлит, 2010.
8. Ю.Ю. Тарасевич. Математическое и компьютерное моделирование. Вводный курс. 3-е изд., М.: УРСС, 2003.
9. П.В. Фурсова, Л.Д. Тёрлова, Г.Ю. Ризниченко. Математические модели в биологии. М. – Ижевск, R&C Dynamics, 2008.

**Дополнительная литература**

1. Р.Л. Стратонович. Теория информации. М.: Советское радио, 1975
2. В. Вайдлих. Социодинамика (пер. с англ.), 2-е изд. М: УРСС, 2005.
3. П. Бак. Как работает природа: теория самоорганизованной критичности.. М.: УРСС, 2014.
4. Р.Н. Мантенья, Г.Ю. Стенли. Введение в эконофизику. Корреляции и сложность в финансах. М.: УРСС, 2008.
5. П.В. Турчин. Историческая динамика: на пути к теоретической истории. Пер. с англ. М.: ЛКИ, 2010.
6. А.К. Гуц, Ю.В. Фролова. Математические методы в социологии. М.: ЛКИ, 2007.
7. А.Н.Гусев. [Психофизика сенсорных задач. Системно-деятельностный анализ поведения человека в ситуации неопределенности.](http://www.soc-phys.chem.msu.ru/rus/zas/psihofizika-sensornyh-zadach.pdf) – М.: МГУ, 2004.
8. Д.В.Алексеев. Политические медиавлияния: опыт изучения. М.: Культурная революция, 2014.
9. Ю.Л.Словохотов. Физика и социофизика (обзор литературы). Проблемы управления, 2012; №1, 2-20, №2, 2-31, №3, 2-34. http://www.soc-phys.chem.msu.ru/rus/review-slovokhotov/