**Сложные системы: от физики к экономике**

Апенко С.М.

Сложными обычно называют системы, состоящие из большого числа элементов, сильно взаимодействующих между собой. Для сложных систем характерно появление совершенно новых свойств у системы как целого (emergent behavior, системные эффекты), несводимых к свойствам отдельных элементов. Детальное описание таких систем почти всегда оказывается невозможным, а часто и ненужным, и на первый план при анализе выходят статистические методы, подобные тем, которые традиционно использовались в теоретической физике.

Поэтому в начале курса мы познакомимся с основными понятиями равновесной статистической механики, следуя классическому подходу Гиббса, и кратко рассмотрим основные примеры успешного применения статистических методов к описанию ряда фундаментальных физических явлений: конденсации в газе, сверхтекучести, переходов порядок-беспорядок. Это поможет приобести интуицию, необходимую для понимания поведения более сложных систем. При этом особое внимание будет уделено именно фазовым переходам, которые представляют собой едва ли не самые яркие примеры emergent behavior. Здесь предполагается также познакомиться с методом ренормализационной группы, показавшим свою эффективность не только в статистической физике, но и в квантовой теории поля.

Затем планируется серьезно обсудить системы далекие от равновесия. Эти вопросы включают в себя как традиционный материал физической кинетики, так и такие, сравнительно новые явления, как самоорганизованная критичность, поведение систем активных агентов (active matter) или систем с неконсервативными взаимодействиями (например, granular gases). Выйдя за рамки физики, мы перейдем к агентным моделям, используемым в современной экономике, социологии и математической биологии. Здесь можно обсудить кинетические модели перераспределения богатства, модели кризисных явлений в экономике, а также ряд моделей, возникающих в эволюционной теории игр.

Данный курс предполагает знание математического анализа и теории вероятностей, классической, а в отдельных местах и квантовой механики. В основном он рассчитан на студентов магистратуры и аспирантов, но вполне может быть доступен и студентам старших курсов бакалавриата.

В качестве литературы к данному курсу можно предложить следующие книги:

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика, части 1,2, Наука, 1976
2. Крапивский П., Реднер С., Бен-Наим Э. Кинетический взгляд на статистическую физику. ISBN: 978-5-91522-296-9.
3. Стенли Г. Фазовые переходы и критические явления. М. Мир, 1973
4. Nowak М.А.Evolutionary dynamics: exploring the equations of life, Harward Uni. Press, 2006
5. B. K. Chakrabarti, A. Chakraborti, S. R. Chakravarty and A. Chatterjee. Econophysics of income

and wealth distributions, Cambridge, 2013

1. Social Self-Organization: Agent-Based Simulations and Experiments to Study Emergent Social Behavior (Ed. Dirk Helbing), Springer, 2012