Программа учебной дисциплины

|  |  |
| --- | --- |
| Название дисциплины | *Научно-исследовательский семинар "Методы статистической физики сильно неравновесных систем"* |
| Автор(ы) программы | *Белан Сергей Александрович , Парфеньев Владимир Михайлович* |
| Курс | 1 *курс магистратуры* |
| Модули | 3*-4 модуль* |
| Объём курса | *1 лекция в неделю* |
| Элементы контроля | *Два домашних задания + проект* |

# 1. Аннотация курса

Курс знакомит студентов с примерами приложения методов неравновесной статистической физики к моделированию поведения различных физических, биологических и инженерных систем. Занятия проводятся в форме разбора результатов конкретных научных публикаций. Для успешного прохождения курса от студентов требуется сдать два домашних задания и подготовить доклад по наиболее заинтересовавшей их теме из числа обсуждавшихся на лекциях.

# 2. Программа курса

1. Оптимизация скорости протекания стохастических процессов методом перезапуска
2. Оптимизация селективности стохастических процессов методом перезапуска
3. Статистика парных контактов между участками хроматина интерфазных клеток эукариот
4. Статистика физических расстояний между участками хроматина интерфазных клеток эукариот
5. Турбулентный перенос инерционных частиц в приближении локального равновесия.
6. Турбулентный перенос инерционных частиц за рамками приближения локального равновесия.

7) Универсальность статистики течения Стокса вблизи шероховатой стенки

8) Нелинейная генерация завихренности поверхностными волнами

9) Универсальный профиль скорости когерентного вихря в двумерной турбулентности

10) Получение неравенств для корреляционных функций в стохастических системах с полиномиальной динамикой методом суммы квадратов

# 3. Элементы контроля и правила оценивания

Оценка за курс складывается из оценки за домашние задания (ДЗ1 и ДЗ2) и оценки за доклад (Д). Итоговая оценка (ИО) вычисляется по формуле: ИО=0.35\*ДЗ1+0.35\*ДЗ2+0.3\*Д. Округление производится в сторону большего целого.

Каждое домашнее задание предполагает решение 5-8 задач. Некоторые задачи для своего решения требуют написания программы на каком-либо языке программирования.

Подготовка доклада предполагает изучение научной литературы и выполнение некоторого объема исследовательской работы. Тему доклада можно выбрать самостоятельно (и согласовать с преподавателем), либо взять ее из списка предлагаемых тем. Результаты необходимо представить в форме презентации на 60 минут.

## 4. Примеры заданий элементов контроля

Пример задачи из домашнего задания:

**Задача.** Рандомизированный алгоритм, характеризуемый случайным временем выполнения T с функцией плотности распределения P(T), перезапускается в случайные моменты времени, причем интервалы t1,t2,t3,… между последовательными событиями перезапуска являются статистически независимыми случайными величинами с плотностью распределения p(t)=b^2 t exp(-bt). Вычислите разность <T\_b> - <T> в главном приближении по малому параметру b. Ответ должен быть выражен через статистические моменты случайного времени T.

# 5. Рекомендованная литература и ссылки по теме

## 5.1. Основной список

* 1. Pal, A., & Reuveni, S. (2017). First passage under restart. *Physical review letters*, *118*(3), 030603.
  2. Reeks, M. W. (1983). The transport of discrete particles in inhomogeneous turbulence. *Journal of aerosol science*, *14*(6), 729-739.
  3. Fudenberg, G., Abdennur, N., Imakaev, M., Goloborodko, A., & Mirny, L. A. (2017, January). Emerging evidence of chromosome folding by loop extrusion. In *Cold Spring Harbor symposia on quantitative biology* (Vol. 82, pp. 45-55). Cold Spring Harbor Laboratory Press.
  4. Jaeger, R., Ren, J., Xie, Y., Sundararajan, S., Olsen, M. G. & Ganapathysubramanian, B. 2012 Nanoscale surface roughness affects low reynolds number flow: Experiments and modeling. Applied Physics Letters 101 (18), 184102.
  5. Laurie, J., Boffetta, G., Falkovich, G., Kolokolov, I., & Lebedev, V. (2014). Universal profile of the vortex condensate in two-dimensional turbulence. *Physical review letters*, *113*(25), 254503.

## 5.2. Дополнительный список

* + 1. Sanborn, A. L., Rao, S. S., Huang, S. C., Durand, N. C., Huntley, M. H., Jewett, A. I., ... & Aiden, E. L. (2015). Chromatin extrusion explains key features of loop and domain formation in wild-type and engineered genomes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *112*(47), E6456-E6465.
    2. G. Fantuzzi, D. Goluskin, D. Huang, and S. I. Chernyshenko, Bounds for deterministic and stochastic dynamical systems using sum-of-squares optimization, SIAM Journal on Applied Dynamical Systems 15, 1962 (2016).