

Программа курса "Флуктуации в природе и культуре"

1.

Флуктуирующие величины и их распределения. Примеры флуктуирующих величин: число частиц в выделенном объеме, длины слов в языках, частота моргания глаза, употребление и-десятеричного, ориентация по сторонам горизонта культовых зданий, эллиптичность птичьих яиц, наклон руки при знакомстве. Гистограмма дискретной случайной величины. Матожидание. Дисперсия. Флуктуации как кошмар перфекциониста.

2.

Пуассоновский процесс и независимые события. Вероятность события в единицу времени. Максимальная непредсказуемость. Регистрация космических частиц, соударения броуновской частицы, несчастные случаи, телефонные звонки, распад ядер, гейзеры, водопои антилопы, опечатки, выбросы случайной функции. Распределение Пуассона. Структуры с пуассоновской статистикой. Звезды на небе, цветы на лугу. Случайные точки в дизайне.

3.

Нормальное распределение и его хвосты. Доска Гальтона. Плотность распределения вероятностей. Центральная предельная теорема. Скорости молекул. Флуктуации поршня. Причины отклонения от Гауссова распределения. Рекордно большие и малые величины. Авторский стиль как отклонение в чем-то от среднестатистического значения. Эксцентричность и юродство. Предел отсутствия флуктуаций.

4.

Дискретные марковские процессы. Матрица вероятностей переходов. Основное кинетическое уравнение. Блуждание жука в лабиринте, телеграфный сигнал, спонтанный распад, блуждание на дискретной решетке, динамика популяции, число частиц в выделенном объеме. Время корреляции. Определения времени корреляции флуктуаций для различных процессов в физике, биологии, спорте, эпидемиологии, истории.

5.

Суб-пуассоновские и супер-пуассоновские импульсные процессы. Процессы обновления. Регистрация притягивающихся друг к другу и отталкивающихся частиц, таяние сосульки, вспышки численности леммингов, взмахи крыльев парящего орла, пробуждения сурков, переезды кочевников, пожары в древнерусских городах, ошибки лектора, вдохи оперной певицы. Положительная и отрицательная корреляция. Лисы и лисички.

6.

Квазипериодические случайные процессы и структуры. Параметр периодичности. Положительная и отрицательная периодичность. Интервал между соседними импульсами. Корреляционная функция. Процессы с фиксированными точками. Полимерные щетки. Паутины. Взмахи хвостом коровы. Периодичность стихотворного ритма. Нарушение периодичности в орнаменте и окраске животных. Лестницы и ограды. Схема Геродота.

7.

Случайные блуждания. Смещение при броуновском движении. Закон квадратного корня. Уравнение диффузии. Дисперсия блуждающей частицы. Полимерный клубок. Субдиффузия и супердиффузия. Перемещения животных. Робот-пылесос. Фракталы. Сверхскользкость чешуек графена и блуждания на них. Блуждания литературных героев в лабиринтах. Случайные блуждания в играх.

8.

Температура и энтропия. Количество информации. Метастабильные состояния. Равновесные и неравновесные процессы. Продукты моментальной заморозки. Второе начало термодинамики в обобщенной формулировке. Демон Максвелла. Селективное возбуждение и другие способы записи информации. Светоиндуцированный дрейф. Литературные примеры описания беспорядка в доме, в мастерской, во внешности героя. Обратимость и необратимость сюжетов.

9.

От динамического хаоса к белому шуму. Динамическая система. Степени свободы. Фазовое пространство. Модель Лотки-Вольтерры хищник — жертва. Механизмы возникновения необратимости. Динамическая неустойчивость. Показатель Ляпунова. Перемешивание. Отображение Пуанкаре. Отображение пекаря. Бифуркация. Осциллятор Неймарка. Мелочи, определившие развитие сюжета или хода истории. Ветвящиеся структуры в природе и в искусстве.

10.

Математические бильярды. Фазовое пространство бильярда. Длина свободного пробега. Диффузия в газе Лоренца. Бильярды с осциллирующими границами. Столкновение с движущейся стенкой. Ускорение Ферми. Кластеры золота на поверхности графена. Тепловой диод. Бильярдный генератор суб- и суперпуассоновских процессов. Дизайнерские решения на основе траектории бильярдной частицы.

11.

Уравнения Фоккера-Планка и Ланжевена. Коэффициенты дрейфа и диффузии. Детерминированное и шумовое слагаемые. Белый шум. Виннеровский процесс. Броуновская частица. Квазистабильные процессы. Процесс нарушения стабильности. Динамика популяций. Равновесные процессы с положительными и отрицательными импульсами. Силы порядка и хаоса в мифологических системах. Культурный герой и трикстер.

12.

Стохастический резонанс. Уравнение Фоккера-Планка для бистабильной системы. Время Крамера. Соотношение сигнал-шум. Оптимальный уровень шума. Органы слуха сверчка. Оптимальное сочетание случайного и закономерного в архитектуре и дизайне. Классицизм — модерн — биотек. Рифма как источник случайности. Переход от геометрической фигуры к животному у Эшера.

13.

Аппаратные генераторы случайных чисел. Псевдослучайные числа. От игральных костей до квантового компьютера. Физические принципы возникновения случайности в рулетке, лототроне, игральной кости, стопке экзаменационных билетов. Современные методы генерации случайных чисел. Тепловые и атмосферные шумы. Лавовые лампы. Случайные числа как товар. Считалки и жеребьевки.

14.

Положительная роль шума. Рост наноструктур. Кластеры золота на чешуйках графена. Броуновские моторы. Тепловой диод. Активные броуновские частицы. Отрицательное трение. Шифры и коды. Тесты и головоломки. Стечения обстоятельств в сюжете. Спонтанность в юмористическом произведении. Английский нонсенс. Неологизмы и окказионализмы.