

АННОТАЦИЯ К МЕЖФАКУЛЬТЕТСКОМУ КУРСУ  
**ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЭКОНОМИКЕ:  
СТАТИСТИЧЕСКАЯ И ДИНАМИЧЕСКАЯ ЭКОНОФИЗИКА**

ЛЕКТОРЫ

ПРОФ. ДОК. ФИЗ-МАТ НАУК РОМАНОВСКИЙ МИХАИЛ ЮРЬЕВИЧ

ДОЦЕНТ. ДОК. ФИЗ-МАТ НАУК РОМАНОВСКИЙ ЮРИЙ МИХАЙЛОВИЧ

Романовский М. Ю., Романовский Ю. М.

В лекциях представлен естественнонаучный подход к решению некоторых задач экономики. В первой части особое внимание уделено описанию стохастической динамики фондового рынка и индивидуальных доходов и расходов. Кратко излагаются также классические стохастические модели математической экономики. Вторая часть посвящена динамическим моделям экономических явлений. Среди них демографическая динамика, различные модели конкуренции и экономических циклов. Рассмотрены наиболее интересные динамические модели экономики современной России.

Настоящие лекции читались авторами на физическом факультете для магистров в течение 5 лет. На основании этого курса были написаны и вышли два издания книги. «Введение в эконофизику: статистические и динамические модели» (см. Изд. 2-е, испр. и доп. — М.–Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2012. – 340 с.) Студенты могут воспользоваться электронными вариантами этой монографии.

Предполагается что вопросами для зачета послужат названия лекций. Кроме того студентам будет предложено написать работы в виде рефератов.

## ПРОГРАММА ЛЕКЦИЙ

### СТАТИСТИЧЕСКАЯ ЭКОНОФИЗИКА

#### **Лекция 1. Эмпирические данные (stylized facts) о фондовых рынках**

1. Автокорреляции и спектры флуктуаций на фондовом рынке.
2. Неклассические случайные блуждания и феноменология флуктуаций доходности ценных бумаг на фондовом рынке. Распределения флуктуаций доходностей акций и фондовых индексов.
3. Случайные процессы с длинными корреляциями.
4. Статистика распределения транзакций.

#### **Лекция 2. Случайные блуждания**

1. Броуново движение и гауссовы случайные блуждания
2. Случайные блуждания Леви и супердиффузия
3. Усеченные блуждания Леви
4. Другие способы генерации случайных блужданий Леви (в том числе усеченных)
5. Функциональные блуждания Леви
6. Усеченные функциональные распределения Леви

#### **Лекция 3. Статистические модели фондового рынка**

1. Что есть один шаг случайного блуждания на фондовом рынке?
2. Какие статистические модели фондового рынка возможны?
3. Основной закон фондового рынка
4. Усеченное распределение Леви для флуктуаций индекса S&P 500
5. «Плазменная» модель автокорреляций

#### **Лекция 4. Распределение денег, доходов и имущества**

1. Распределение денег в руках экономических субъектов в развитых экономиках
2. Динамика денег в мультивалютной экономике
3. Модель «двугорбого» распределения располагаемых доходов в экономике позднего СССР и России
4. Эмпирические распределения доходов и имущества в руках экономических субъектов в развитых экономиках

#### **Лекция 5. Определение доходов граждан по их расходам на примере расходов на новые автомобили. Феноменология.**

1. Модель распределения расходов, репрезентативных доходам
2. Распределение расходов на новые автомобили в развитых экономиках
3. Распределение расходов на новые автомобили в развивающихся экономиках на примере современной России
4. Распределение Больцмана со степенными «хвостами»: новое мультипараметрическое аналитическое приближение для распределений продаж новых автомобилей и известных распределений доходов и имущества
5. Распределение доходов в современной России и их оценка по распределению расходов на новые автомобили

#### **Лекция 6. Ближайшие нерешенные задачи статистической эконофизики**

# ДИНАМИЧЕСКАЯ ЭКОНОФИЗИКА

## Лекция 1. Модели роста народонаселения

- § 1. Мальтус и Ферхюльст
- § 2. Рост населения мира. Обзор демографических данных
- § 3. Модель роста населения Земли от миллиона лет до н.э. по настоящее время)
- § 4. Вывод формулы Капицы и описание демографического перехода по Подлазову
- § 5. Таблица Богданкевича
- § 6. Ограничение роста из-за исчерпания природных ресурсов и проблема качества жизни
- § 7. О возрастном распределении во время демографического перехода и проблема «качества самого человека»
- § 8. Человеческий капитал

## Лекция 2. Начала качественной теории дифференциальных уравнений

- § 1. Качественная теория для систем двух автономных дифференциальных уравнений
- § 2. Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка
- § 3. Иерархия времен в динамических системах
- § 4. Теорема Тихонова
- § 5. Проблема автокатализа, или как правильно написать уравнение Мальтуса
- § 6. Модель Мальтуса и экспоненциальный рост компаний
- § 7. Простейшая модель конкуренции
- § 8. Модель с ограниченным ростом производства
- § 9. Трехкомпонентная модель общества «производителей и управленцев» (по Ю. И. Неймарку)

## Лекция 3: Циклы в развитии экономики

- §1. Циклы Кондратьева
- §2. Модель Гудвина для циклов капиталистической экономики
- §3. Циклы в моделях с запаздыванием
- §4. Вольтерровские системы в экономике

## Лекция 4 (часть 1): Поведенческие функции в экономике

- §1. Функция спроса
- §2. Производственная функция

## Лекция 4 (часть 2 ): Экономическая структура общества

- §1. Функции распределения по накоплениям и доходам
- §2 Математическая модель реконструкции  $\rho(U)$
- §3. Примеры реконструкции ЭСО в СССР и России

## Лекция 5 Базовая модель рыночной экономики в закрытом обществе

- §1. Формулировка базовой модели
- §2. Фазовый портрет модели
- §3. Параметрический анализ модели

## Лекция 6: Динамическая модель макроэкономики современной России

- §1. Цели моделирования и построение динамической модели макроэкономики современной России
- §2. Выбор параметров модели
- §3. Некоторые результаты моделирования
- §4. Итог. Возможно ли «экономическое чудо»?

## Вопросы к зачету «Статистическая и динамическая эконофизика»

### 1 вопрос – статистическая эконофизика

1. Статистика денег. Распределение доходов и имущества в США и Великобритании. Кривая Лоренца. Коэффициент Джини.
2. Простая модель нахождения распределения доходов населения по распределению расходов. Распределение продаж новых автомобилей в России и определение доходов.
3. Короткие и длинные автокорреляции, эмпирические примеры. Спектральные методы исследования временных рядов.
4. Эмпирические автокорреляции стохастических рядов для доходностей акций и фондовых индексов.
5. Эмпирическое распределение флуктуаций индекса SP500, а также страновых индексов.
6. Плазменная модель фондового рынка. Вывод распределения Леви для индекса SP500. Причины опускания крыльев распределения Леви (уменьшения числа больших флуктуаций – truncation).
7. Флуктуации времен транзакций – распределение и модель (вывод автокорреляционных функций).
8. Классические случайные блуждания. Блуждания Леви. Нормальная гауссова «диффузия» и «супердиффузия» в экономике.
9. Негауссовы случайные блуждания в экономике (усеченные “truncated” блуждания Леви).
10. Функциональные случайные блуждания. Фрактальное уравнение Фоккера-Планка, описывающее усеченные “truncated” распределения Леви.
11. Распределение Больцмана со степенными «хвостами»: новое мультипараметрическое аналитическое приближение для распределений продаж новых автомобилей и известных распределений доходов и имущества

### 2 вопрос – динамическая эконофизика

1. Модели динамики роста человечества I. Модель Мальтуса. Теория Капицы. Демографический переход.
2. Модели динамики роста человечества II. Модель Ферхюльста. Теория Подлазова для демографического перехода.
3. Модели динамики роста человечества III. Таблицы Богданкевича. Мировая динамика по Форрестору и Медоузам.
4. Основы качественной теории дифференциальных уравнений в обыкновенных производных I. Простейшая модель конкуренции.
5. Основы качественной теории дифференциальных уравнений в обыкновенных производных II. Модель сосуществования производителей и управленцев (по Неймарку).
6. Основы качественной теории дифференциальных уравнений в обыкновенных производных III. Система Вольтера и ее обобщения
7. Редукция математических моделей высокого порядка. Иерархия времен. Исключение медленных и быстрых переменных. Теорема Тихонова I. Модель Мальтуса в «закрытой системе».

8. Редукция математических моделей высокого порядка. Иерархия времен. Исключение медленных и быстрых переменных. Теорема Тихонова II. Модель конкуренции за общий ресурс ( субстрат).
9. Периоды экономического развития I. Циклы Кондратьева.
10. Периоды экономического развития II. Модель Гудвина циклов капиталистической экономики.
11. Периоды экономического развития III. Модели с запаздыванием для периодических процессов.
12. Поведенческие функции в экономике I. Функция спроса.
13. Поведенческие функции в экономике II. Производственная функция.
14. Экономическая структура общества (ЭСО) I. Кривая Лоренца. Уравнения Ланжевена для реконструкции ЭСО.
15. Экономическая структура общества (ЭСО) II. Уравнения Фоккера –Планка для распределения по накоплениям.
16. Экономическая структура общества (ЭСО) III. Примеры реконструкции ЭСО для СССР и России.
17. Базовая модель рыночной экономики в закрытом обществе.
18. Динамическая модель экономики современной России
19. Способы оценки параметров в моделях экономики.