

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДЕНО:  
Директор  
А. В. Замятин

Оценочные материалы по дисциплине

Экономико-математическое моделирование II

по направлению подготовки

**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

Направленность (профиль) подготовки:  
**Математические методы в цифровой экономике**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Бакалавр**

Год приема  
**2024**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
К.И. Лившиц

Председатель УМК  
С.П. Сущенко

## 1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-2. Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.

ОПК-3. Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности.

ПК-2. Способен анализировать и оценивать риски, разрабатывать отдельные функциональные направления управления рисками.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-2.1. Обладает навыками объектно-ориентированного программирования для решения прикладных задач в профессиональной деятельности.

ИОПК-3.4. Демонстрирует понимание и умение применять на практике математические модели и компьютерные технологии для решения различных задач в области профессиональной деятельности.

ИПК-2.2. Собирает и обрабатывает аналитическую информацию для анализа и оценки рисков.

ИПК-2.3. Определяет комплекс аналитических процедур и методов анализа и оценки рисков с позиции их идентификации по функциональным областям.

## 2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

– лабораторные работы.

### План лабораторных занятий по дисциплине:

1. Моделирование процессов авторегрессии. Оценивание параметров, построение одношаговых прогнозов. Построение моделей по биржевым данным.

2. Построение моделей с условной неоднородностью. Оценивание параметров, построение одношаговых прогнозов. Построение моделей по биржевым данным.

3. Расчет оптимальной стоимости и хеджирующих стратегий для опционов на основе дискретных и непрерывных моделей.

4. Модель страховой компании Крамера-Лундберга (классический случай и случай субэкспоненциальных распределений). Расчет суммарного объема выплат.

### Пример лабораторной работы:

Рассмотрим  $GARCH(p,q)$  процесс вида

$$h_n = \sigma_n \varepsilon_n, \quad \sigma_n^2 = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i h_{n-i}^2 + \sum_{j=1}^q b_j \sigma_{n-j}^2,$$

где  $a_0 > 0, a_i \geq 0, b_j \geq 0, h_0$  — случайная величина, не зависящая от последовательности  $\{\varepsilon_k\}$ ,  $\varepsilon_i$  — случайная величина с нулевым математическим ожиданием  $E\varepsilon_i = 0$  и единичной дисперсией  $E\varepsilon_i^2 = 1$ .

**Задание:**

1. Построить графики процесса  $\{h_n\}$  и график волатильности  $\{\sigma_n\}$  процесса  $GARCH(1,0)$ , из  $n = 1000$  наблюдений, для различных значений параметров  $a_0, a_1$ .

**Примечание 8.** Стационарность достигается при  $0 < a_1 < 1$ .

2. Оценить параметры  $a_0, a_1$  при помощи функции `garch()` пакета `tseries` по выборке  $\{h_n\}$ .

**Примечание 9.** Для подключения и установки пакета используйте функцию `install.packages("tseries")` и `library("tseries")`.

**Примечание 10.** Функция `garch()` определяется как

$$garch(x, order = c(p, q), start = c(a'_0, a'_1, \dots, a'_p, b'_1, \dots, b'_q), \dots),$$

где

- $x$  – выборка;
- $order$  – порядок процесса `garch()`;
- $start$  – начальные (предполагаемые) значения параметров процесса `garch()`.

3. Построить график процесса  $GARCH(3,0)$ , из  $n = 1000$  наблюдений, для различных значений параметра  $a = [a_0, \dots, a_3]'$  и оценить его значения по выборке  $\{h_n\}$ , используя функцию `garch()`.

**Примечание 11.** Стационарность достигается при  $0 < \sum_{i=1}^3 a_i < 1$ .

### **3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания**

На зачет студент допускается только после выполнения и сдачи преподавателю всех лабораторных работ. Зачет проставляется студентам, успешно выполнившим все задания по лабораторным работам, включая применение изученных методов для анализа реальных эконометрических данных и ответившим на теоретические вопросы.

### **4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)**

#### **Теоретические вопросы:**

1. Линейные модели финансовой математики
2. Нелинейные модели финансовой математики
3. Производные ценные бумаги.
4. Опционы Европейского типа. Дискретная модель. Непрерывная модель.
5. Методы определения справедливой стоимости и хеджирующих стратегий.
6. Модели страховой математики. Случай субэкспоненциальных распределений.

Ответ должен содержать формальную постановку задач, ее решение и интерпретацию полученных выводов.

#### **Информация о разработчиках**

Воробейчиков Сергей Эрикович, д-р физ.-мат. наук, доцент, профессор кафедры системного анализа и математического моделирования института прикладной математики и компьютерных наук НИ ТГУ.