

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г.Демидова**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**  
**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

*ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ*

Направление подготовки (специальность):  
02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Образовательная программа  
Искусственный интеллект и компьютерные науки

**очная форма обучения**

Составитель:  
МОРОЗОВ А.Н., К.Ф.-М.Н.,  
ДОЦЕНТ Ф-ТА ИВТЯРГУ ИМ. П.Г. ДЕМИДОВА

г. Ярославль

## **Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **Основная литература:**

1. Боглаев Ю.П. Вычислительная математика и программирование. Учебное пособие для студентов вузов. М.: Высшая школа, 1990. - 544 с.
2. Морозов А.Н. Вычислительные методы анализа графиков рыночных цен : учебно-методическое пособие. Ярославль : ЯрГУ, 2020. — 52 с.
3. Белова Е.В., Огороков Д.К. Технический анализ финансовых рынков: учеб. пособие. М.: ИНФРА-М, 2006. – 398 с.

### **Дополнительная литература:**

- 1 [Нили](#) Г. Мастерство анализа Волн Эллиотта. – М.: [ИК "Аналитика"](#), 2002. —244 с.
- 2 Морозов А.Н. Технический анализ финансовых рынков: текст лекций. – Ярославль: ЯрГУ, 2012. – 56 с.

## **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

- 1 Электронный университет Moodle ЯрГУ URL: <https://moodle.uniyar.ac.ru/>
- 2 Единое окно доступа к образовательным ресурсам URL: <http://window.edu.ru/>

## **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень информационных справочных систем (при необходимости)**

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)).
2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (<http://www.edu.ru> (раздел Учебно-методическая библиотека) или по прямой ссылке <http://window.edu.ru/library>).
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)).

## **Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая программное обеспечение**

Специализированные сайты, предоставляющие on-line программные продукты для исследования графиков временных рядов: <https://ru.investing.com>, <https://www.finam.ru>.

## Учебно-методические указания и рекомендации к изучению тем лекционных и практических занятий, самостоятельной работе студентов

### Содержание дисциплины

Наименование раздела дисциплины	Название темы с кратким содержанием
<b>Введение. Основные понятия</b>	<b>Понятие временного ряда. Цели анализа временных рядов.</b> Большая часть информации о процессах и явлениях окружающего мира приходит к нам в виде временных рядов. Главными направлениями в теории временных рядов являются исследование их структуры и прогнозирование (создание на основе имеющейся информации научно обоснованных суждений о дальнейшем поведении).
<b>Нахождение систематической компоненты методом наименьших квадратов</b>	<b>Нахождение дискретным методом наименьших квадратов линейных трендов временного ряда.</b> Дискретный МНК имеет очень наглядный смысл для выявления базовых закономерностей в значениях временного ряда. Ключевыми из них являются линейный тренд и циклические (периодические) составляющие значений ряда
	<b>Общее математическое содержание метода среднеквадратических приближений.</b> «Метод наименьших квадратов» (МНК) сочетает в себе с наглядностью действий (в дискретном случае) и глубокую математическую идею в общем виде. Получаемые в итоге формулы и соотношения позволяют охватывать широкий спектр задач чистой и прикладной математики (обработки данных).
<b>Скользящие средние. Применение скользящих средних для анализа временного ряда.</b>	<b>Классические скользящие средние.</b> Одним из исторических способов сглаживания (фильтрации) значений временного ряда является применение скользящих средних. Этот подход объединяет с МНК задача поиска систематической (регулярной, объективной, детерминированной) составляющей данных. Скользящие средние «рисуют» некоторую плавную траекторию, не давая её явной формулы, но предоставляя при этом во многих случаях (например, для графиков рыночных цен) очень важную информацию о дальнейшем поведении временного ряда.
	<b>Обобщённые конструкции скользящих средних.</b> Известно много обобщений построения скользящих средних. Наибольший интерес представляют формулы, позволяющие при некоторых значениях параметров получать классические виды. Из этого следует, например, что для конкретного графика можно подобрать наиболее удачный набор параметров и опираться на разработанные годами методы анализа.
<b>Индикаторы, построенные на основе скользящих средних.</b>	<b>Индикатор MACD: Схождение-расхождение скользящих средних.</b> На основе двух скользящих средних с существенно различающейся степенью усреднения можно построить индикатор, сигнализирующий о смене тенденции в данных и/или об установлении определённой тенденции, т. е. индикатор тренда. Часто это ключевой аспект прогнозирования.
	<b>Индикатор Bollinger Bands: Волатильность ценового графика.</b> Идея «правила 3σ» в комплексе со скользящим средним даёт возможность построить конструкцию, позволяющую оценивать диапазон наиболее вероятного появления значений временного ряда, содержащего систематическую компоненту. Данная конструкция находит, например, широкое применение в исследовании графиков рыночных цен.
<b>Автокорреляция, автокорреляционная функция.</b>	<b>Корреляция временных рядов.</b> Существенная зависимость между значениями двух временных рядов, особенно если в одном из них есть опережающий эффект, позволяет делать важные для прогнозирования выводы. При этом более актуально нахождение (измерение) зависимости (корреляции) между систематическими компонентами этих рядов.

	<b>Автокорреляционная функция.</b> Если в значениях временного ряда есть близкая к периодичности зависимость, то после сдвига на величину «периода» получим новый ряд, имеющий высокую корреляцию с исходным. В общем случае нахождение (подбор) таких сдвигов приводит к построению автокорреляционной функции. При этом актуально нахождение автокорреляционных функций для систематической и случайной компонент временного ряда.
<b>Волновая теория Эллиотта.</b>	<b>Волновые закономерности и фрактальная структура ценовых графиков.</b> В 30-х годах XX века американский исследователь Р. Эллиотт обнаружил на графиках биржевых индексов (волновую) структуру, обладающую интересными математическими свойствами. Позднее стало ясно, что это свойственно всем графикам рыночных цен. В основе такой структуры лежат особенности человеческой психологии, следовательно, сходные закономерности могут проявляться на графиках временных рядов отражающих результаты взаимодействия больших групп людей.
	<b>Коэффициенты Фибоначчи.</b> Для прогнозирования значений временных рядов, содержащих волновую структуру, очень хорошо зарекомендовал себя метод «растяжений и коррекций», тесно связанный с набором коэффициентов, которые можно получить на основе чисел Фибоначчи.

### Лабораторная работа № 1

Для валютной пары usd-rub (единичный временной интервал «Месяц») подберите период ЕМА, согласованный с индикативными свойствами (статистически).

Указание. В списке индикаторов нужно найти «moving average exponential» ( в поиске можно набрать ema ). Переберите щелчками периоды усреднения от 40 до 50 /есть и другие/.

### Контрольная работа № 1

1. Для заданного набора данных (временного ряда) найти значение автокорреляционной функции при  $h=3; 5$ .  
5, 6, 7, 3, 4, 5, 1, 2, 3, -1, 0, 1, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 6, 5, 4, 3, 2, 1
2. Сформулировать ключевые особенности работы с индикатором MACD.  
Для заданного ценового графика:  
а). изучить поведение индикатора MACD, указать действующие сигналы, дивергенции;  
б). рассмотреть индикатор «Полосы Боллинджера».

### Вопросы для подготовки к зачету

1. Понятие временного ряда. Основные задачи обработки временных рядов.
2. Выявление закономерностей в данных. Дискретный метод наименьших квадратов. Вычисление среднего значения набора данных (временного ряда).
3. Нахождение дискретным методом наименьших квадратов а) линейной функции, наименее отличающейся от заданного набора данных (временного ряда); б) квадратичной функции, наименее отличающейся от заданного набора данных (временного ряда).
4. Локализация значений временного ряда. Понятие тренда в данных.
5. Простое скользящее среднее /Simple Moving Average - SMA/ и его свойства.
6. Экспоненциальное скользящее среднее /Exponential Moving Average - EMA/ и его свойства.
7. Сопоставление параметров простого и экспоненциального скользящих средних.
8. «Универсальное» скользящее среднее (UMA) и его свойства.

9. Индикатор *MACD* (*Moving Average Convergence/Divergence*). Особенности использования индикатора *MACD*.
10. Волатильность временного ряда. Полосы Боллинджера (*Bollinger Bands*). Индикативные свойства.
11. Графический анализ ценовых графиков.
12. Корреляция временных рядов. Коэффициент корреляции.
13. Зависимость между значениями временного ряда. Автокорреляционная функция.
14. Теория Волн Эллиотта. Общая концепция цикличности, фрактальная структура ценовых графиков.
15. Индивидуальные особенности отдельных волн цикла.
16. «Золотое сечение» и его применение в прогнозировании рыночных цен.
17. Последовательность чисел Фибоначчи. Коэффициенты Фибоначчи, их применение в прогнозировании котировок.