

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра математической экономики

Прогнозирование на основе интерполяции и приближения

тренда цен тригонометрическим полиномом

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента(ки) 4 курса 441 группы

направления 09.03.03 Прикладная информатика

механико-математического факультета

Москаленко Алены Дмитриевны

Научный руководитель

зав.кафедрой, д.ф.-м.н.,
профессор

дата, подпись

С. И. Дудов

Заф.кафедрой

д.ф.-м.н., профессор

дата, подпись

С. И. Дудов

Саратов 2018

Введение. Процесс принятия инвестиционных решений можно проводить, используя два основных метода – фундаментальный и технический анализ. Оба метода пытаются решить одну и ту же проблему: определить направление дальнейшего движения цены, но подходят к ней с разных сторон. Целью фундаментального анализа является оценка внутренней стоимости ценной бумаги и сравнение ее с текущей, для выявления неверно оцененных ценных бумаг. Технический анализ связан с изучением тенденций изменения цен и объемов торговли ценными бумагами в прошлом для определения динамики цен в будущем.

Актуальность определила тему: “Прогнозирование на основе интерполяции и приближения тренда цен тригонометрическим полиномом”

Целью настоящей бакалаврской работы является построение индикаторов, первый из которых основан на чебышевской теории приближения и второй индикатор основан на классической задаче тригонометрического интерполирования. Также необходимо сравнить эффективности построенных индикаторов с популярным на финансовом рынке индикатором технического анализа – простой скользящей средней и между собой.

Для реализации поставленных целей необходимо решить ряд задач:

- Изучить индикаторы финансового рынка;
- Изучить вспомогательные задачи для построения индикаторов;
- Разработать программный продукт;
- Провести эксперименты.

Объект исследования: метод анализа и прогноза показателей финансового рынка.

Предмет исследования: исследования методов технического анализа для реализации алгоритма анализа финансового рынка.

Работа состоит из введения, четырех глав, заключения и двух приложений.

В первой главе описываются модели трендов и их особенности использования.

Во второй главе представлен краткий обзор популярных индикаторов фондового рынка.

Третья глава включает в себя вспомогательные задачи по интерполяции и приближения экономических показателей тригонометрическим полиномом.

В четвертой главе представлен план проведения экспериментов, результаты тестирования и анализ результатов.

Тестирования индикаторов проводились на примере цен закрытия акции ПАО “Россети” в период с 01.01.2018 – 01.03.2018 года.

Основное содержание работы. В первой главе представлены модели трендов и их особенности использования. Одна из самых простых моделей прогнозирования, использующихся на практике - это модель тренда - регрессионная модель, в которой зависимой переменной выступает исследуемый показатель, а независимой — время либо номер наблюдения данного показателя. Иначе говоря, тренд - это математическое описание временной тенденции. Прогнозирование с использованием трендов сводится к тому, чтобы вместо значения номера наблюдения (либо времени) подставить требуемые номера в будущем:

$$\hat{y}_{T+h} = f(T + h),$$

где \hat{y}_t - расчетное значение показателя на наблюдении t ;

f — выбранная аналитиком функция тренда;

T - номер последнего наблюдения в ряде данных;

h - горизонт прогнозирования.

Чаще всего в практике в качестве моделей трендов используют несколько элементарных функций.

Часто используемые модели трендов:

- Линейный тренд

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1 t$$

- Параболический тренд

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2$$

- Показательный тренд

$$\hat{y}_t = a_0 a_1^t$$

- Гиперболический тренд

$$\hat{y}_t = a_0 + \frac{a_1}{t}$$

- Степенной тренд

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1 t^{a_2}$$

Во второй главе рассматриваются популярные индикаторы фондового рынка. Индикаторами технического анализа называются различного рода математические функции различных параметров (цены, объемов торгов и прочих), которые показывают трейдеру наиболее вероятное дальнейшее развитие ценового движения.

Индикаторы по своему смыслу делятся на множество групп. Наиболее известные из них – трендовые индикаторы технического анализа и осцилляторы. Из самого названия трендовых индикаторов уже можно понять, что их основная задача – указать текущий тренд (восходящий, нисходящий или боковой). У осцилляторов другая задача – они, как правило, показывают те зоны, где цена уже стала неоправданно высокой и, скорее всего, готова развернуться вниз, или, наоборот, те зоны, где цена уже стала слишком низкой и, скорее всего, развернется вверх.

Итак, технический индикатор Простое Скользящее Среднее (simple moving average, SMA). Показывает среднее значение цены за некоторый период времени.

$$SMA = \frac{\sum_{i=1}^n p_i}{n}$$

P_i – цена закрытия;

n - основной параметр — длина сглаживания или период скользящей средней (количество цен входящих в расчет скользящего). Иногда этот параметр называют порядком скользящего среднего.

Экспоненциальное Скользящее Среднее определяется путем добавления к предыдущему значению скользящего среднего определенной доли текущей цены закрытия. Формула расчета экспоненциального скользящего среднего имеет вид:

$$EMA = (EMAnp * (N - 1) + 2P_i) / (N + 1)$$

$EMAnp$ - экспоненциальная скользящая средняя за предыдущий период;

P_i - значение цены в i -ом периоде;

N - число периодов.

Сглаженное Скользящее Среднее показывает среднее значение цены за некоторый период времени.

$$SMA = [(\sum P_i) - SMAnp + P_i] / N$$

$SMAnp$ - сглаженная скользящая средняя за предыдущий период;

P_i - значение цены в i -ом периоде;

N - число периодов.

Индикатор “Аллигатор” на основе скользящих средних является одним из самых простых и наглядных инструментов технического анализа, который является комбинацией трех скользящих средних разной длины и с разным сдвигом графика вперед, в которых используется медианная цена.

Индикатор MACD еще один индикатор технического анализа, построенный на скользящих средних, конвергенция - дивергенция скользящих средних. Представляют собой наглядно изображение двух скользящих средних (простых или экспоненциальных).

В третьей главе приведены вспомогательные задачи по интерполяции и приближения экономических показателей тригонометрическим полиномом.

- Тригонометрическое интерполирование

Пусть задана таблица значений некоторой функции $y_k = y(t_k)$, $k \in [0:n]$

t	t_0	t_1	t_2	...	t_n
y	y_0	y_1	y_2	...	y_n

- 1) Выбираем степень тригонометрического полинома n .
- 2) Количество узлов $m = n$.
- 3) Полагаем $i=0$.
- 4) Решается задача

$$\{P_n(A, t_{k+i}) = y_{k+i}\}, \text{ где } k = 0, M \quad (3.2)$$

5) Пусть вектор коэффициентов A^* является решением задачи (3.2). В качестве значения индикатора $I_n(t)$ в точке t_{M+i+1} берется

$$I_n(t_{M+i+1}) = P_n(A^*, t_{M+i+1})$$

6) Если $i < N - n$, то полагается, что $i := i + 1$ и выполняется пункт 4. Иначе, если $i = N - n$, расчет закончен.

После проделанной работы получаем значения индикатора $I_n(t)$ для точек t_{n+1}, \dots, t_M .

Схема построения индикатора на основе решения задачи чебышевского приближения:

- 1) Выбираем степень тригонометрического полинома n .
- 2) Выбираем количество используемых узлов $m \geq n + 2$
- 3) Полагаем $i=0$.
- 4) Решается задача

$$\rho \equiv \max_{k \in [0:N]} |y_{k+i} - P_n(A, t_{k+i})| \rightarrow \min_{A \in R^{n+1}} \quad (3.3)$$

5) Пусть вектор коэффициентов B является решением задачи (3.3). В качестве значения индикатора $J_{m,n}(t)$ в точке t_{i+m+1} берется

$$J_{m,n}(t_{i+m+1}) = P_n(B^*, t_{i+m+1})$$

б) Если $i + m + 1 < M$, то полагается, что $i = i + 1$ и выполняется п.4. Иначе, если $i + m + 1 = M$, расчет закончен.

После проделанной работы получаем значения индикатора $J_{m,n}(t)$ для t_{m+1}, \dots, t_M .

Все данные подлежат дальнейшему анализу для получения выводов об их эффективности при прогнозировании на фоне сравнения полученных значений с историческими данными, а также с эффективностью прогноза других индикаторов.

В четвертой главе приводится план экспериментов и результаты бэк-тестирования. Для оценки точности прогнозов, полученные на основе построенных индикаторов, были проанализированы суммарные отклонения полученных значений от средних значений и максимальное отклонение от средних значений.

В итоге, для достижения наилучших прогнозов все индикаторы следует использовать с параметрами $n = 1$, $m = n+2$. В этом случае индикаторы имеют минимальные суммарные отклонения от средних значений и наименьшие максимальные отклонения от средних значений.

Ранжируя индикаторы по точности прогноза, получаем следующие сведения: самым точным индикатором является простая скользящая средняя, ее суммарное отклонение от среднего значения $0,4429$, максимальное отклонение от среднего значения $0,023$. Следующий по точности является индикатор на основе задачи чебышевского приближения. Для него суммарное отклонение составляет $0,6533$, максимальное отклонение $0,038$. И менее точным из трех индикаторов является индикатор на основе задачи тригонометрического интерполирования, его суммарное отклонение составило $0,5885$ и значение максимального отклонения $0,053$.

Заключение. В данной работе были реализованы идеи создания индикаторов, один из которых основывался на решении задачи тригонометрического интерполирования, и второй индикатор основывался на

решении задачи чебышевского приближения. Кроме того, было проведено сравнение результатов двух индикаторов с популярным индикатором фондового рынка простой скользящей средней. Вычислительные эксперименты проводились в среде MATLAB с использованием цен закрытия акций ПАО “Россети”.

В первой главе описываются модели трендов и их особенности использования.

Во второй главе представлен краткий обзор популярных индикаторов фондового рынка.

Третья глава включает в себя вспомогательные задачи по интерполяции и приближения экономических показателей тригонометрическим полиномом. Также приводятся схемы построения индикаторов с использованием вспомогательных задач.

В четвертой главе представлен план проведения вычислительных экспериментов с целью тестирования индикаторов, приводятся результаты тестирования и делаются выводы на основе этих результатов.