МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждениевысшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра Дифференциальных уравнений и математической экономики

Теханализ в трейдинге с помощью сплайн интерполяции индикатора Экспоненциальное скользящее среднее

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента (ки) 4 курса 441 группы

направления 09.03.03 «Прикладная информатика»
код и наименование направления

механико-математического факультета
наименование факультета, института, колледжа

Камышенковой Екатерины Васильевны
фамилия, имя, отчество

Научный руководитель
Профессор, д.ф.-м.н., доцент | | А.Ю. Трынин
должность, уч. степень, уч. звание | подпись, дата | инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой
Зав. кафедрой,
д.ф.-м.н., профессор | | С.И. Дудов
должность, уч. степень, уч. звание | подпись, дата | инициалы, фамилия

Саратов 2022

ВВЕДЕНИЕ

Актуаьность темы исследования.

На современном фондовом рынке для трейдеров одним из подходов к принятию решений является технический анализ, который богат различными инструментами и методами прогнозирования рыночных цен. Математические методы играют важную, если не главную роль в техническом анализе. Математика как точная наука необходима для решения прикладных задач, математический аппарат может использоваться для анализа и прогнозирования различных данных, в том числе экономических. Интерполяция котировок ценных бумаг различными сплайнами является мало изученной темой. В данной работе будет проведено исследование эффективности индикатора Экспоненциальная скользящая средняя при помощи математического метода сплайн интерполяции.

Актуальность определила тему данной работы «Теханализ в трейдинге с помощью сплайн интерполяции индикатора Экспоненциальное скользящее среднее».

Объектом исследования в данной работе выступают котировки ценных бумаг.

Предмет исследования - эффективность технического индикатора Эксспоненциальное скользящее среднее.

Целью данной работы является ознакомление с таким индикатором технического анализа как Экспоненциальная скользящая средняя, исследование эффективности данного индикатора, а так же изучение и применение метода интерполяции сплайнами в техническом анализе.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- ознакомиться с основами технического анализа на бирже;
- ознакомиться с индикатором Экспоненциальная скользящая средняя;
- изучить метод интерполяции сплайнами;
- написать программу, которая с помощью сплайнов сможет приближённо представить функцию индикатора по более разряжённым данным для минимизации расхода трафика;
- сделать заключение на основе проделанной работы.

В процессе написания работы в основном была использована учебная и научная литература.

Структура выпускной квалификационной работы состоит из введения, пяти разделов, заключения, списка использованных источников и приложения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Дипломная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников и приложения

Введение содержит в себе актуальность, объект и предмет темы исследования, а так же цели и задачи дипломной работы.

В первой главе «Технический анализ на рынке ценных бумаг» рассмотрено зарождение технического анализа, его основные постулаты, так же рассказано о том какие существуют индикаторы.

Индикаторы подразделяются на три категории: трендовые, осцилляторы и характеристические. К основным трендовым индикаторам относятся скользящие средние, MACD, MACD-гистограммы, ADX и т.д. Они предназначены выявлять и показывать зарождение и окончание трендов.

Самым важным, универсальным и старейшим трендовым индикатором является скользящая средняя – MA (Moving Average). Скользящие средние отслеживают развитие тенденций, их можно рассматривать как искривленные линии тренда. Наиболее распространенными типами скользящей средней являются: простая скользящая средняя, экспоненциальное скользящее среднее и взвешенное скользящее среднее.

В рамках дипломной рассматривается тип экспоненциальной скользящей средней.

Экспоненциальная скользящая средняя представляет собой разновидность взвешенной скользящей средней, которая придает больший вес или важность последним ценовым данным. Определяется следующей формулой:

$$EMA_t = \alpha \cdot P_t + (1 - \alpha) \cdot EMA_{t-1},$$

где EMA_t – текущее значение, которое принимает экспоненциальная скользящая средняя,
EMA_{t-1} – предыдущее значение экспоненциальной скользящей средней,
P_t – текущее значение цены,
α – сглаживающий коэффициент, где результат сглаживания зависит от параметра.

Первое значение экспоненциального скользящего среднего, обычно принимается равным первому значению исходной функции:

$$EMA_0 = P_0.$$

В этой главе рассмотерны проблемы и достоинства данного индикатора, а так же описаны некоторые методики прогнозирования технического анализа.

Во второй главе «Теория интерполирования» описывается метод приближения в решении задачи.

На биржевом рынке ценной бумагой является документ, удостоверяющий с соблюдением установленной формы и обязательных реквизитов имущественные права, осуществление или передача которых возможны только при его предъявлении. Котировка ценной бумаги — это механизм выявления цены, ее фиксация в течение каждого дня работы биржи и публикация в биржевых бюллетенях.

Аппроксимацией (приближением) функции $f(x)$ называется случай нахождения такой функции $F(x)$, которая была бы близка к заданной. Интерполяция - это частный случай аппроксимации.

Вычисление неизвестных функции в некоторых точках происходит с помощью математического метода вычисления приближённых значений функции и ее производных, когда известны значения функции в фиксированных точках, называемых – узлами интерполяции. В данной работе значения функции - это цены акций, а значения узлов - это значение времени, в момент которого были сняты отсчеты.

Таким образом, нужно указать непрерывную на рассматриваемой области определения, приближающую функцию $g(x)$, которая должна совпадать с интерполируемой (приближаемой) f, то есть требовать выполнения равенства:

$$g(x_k) = f(x_k) = f_k, \quad k = 0, ..., n. \tag{1}$$

Данный способ приближения принято называть интерполяцией или интерполированием, а его условие - главным условием интерполяции (ГУИ).

В третьей главе «Интерполирование сплайнами» рассказывается о причинах изучения сплайнов и их аппроксимативных свойств, приведено строгое определение сплайна, описан интерполяциоонный сплайн третьего порядка дефекта 1 и 2, а так же алгоритмы его построения.

Потребность в аппроксимирующих функциях, которые сочетали бы в себе локальную простоту многочлена невысокой степени и глобальную гладкость на всём отрезке $[a, b]$, привела к появлению в 1964 г. так называемых сплайнов или сплайн-функций – специальным образом построенных гладких кусочно-многочленных функций с однородной структурой, состоящих из полиномов одной и той же степени.

Существует строгое определение сплайна. Путь отрезок $[a, b]$ разбит точками $a = x_0 < x_1 < ... < x_n = b$ на n частичных отрезков $[x_i, x_{i+1}]$. Сплайном степени m называется функция $S_m(x)$, имеющая следующие свойства:

1. функция $S_m(x)$ непрерывна на отрезке $[a, b]$ вместе со всеми смоими производными $S_m^{(1)}(x), S_m^{(2)}(x), ..., S_m^{(p)}(x)$, до некоторого порядка p;
2. на каждом частичном отрезке $[x_i, x_{i+1}]$ функция $S_m(x)$ совпадает с некоторым алгебраическим многочленом $P_{m,i}(x)$ степени m.

Разность $m - p$ между степенью сплайна и наивысшем порядком непрерывной на отрезке $[a, b]$ производной называется дефектом сплайна.

Наибольшую популярность на практике получили сплайны $S_3(x)$ третьей степени с дефектом, равным 1 или 2. Такие сплайны на каждом из частичных отрезков $[x_i, x_{i+1}]$ совпадают с кубическим многочленом:

$$S_3(x) = P_{3,i}(x) = a_i + b_i(x - x_i) + c_i(x - x_i)^2 + d_i(x - x_i)^3 \tag{2}$$

и имеют на отрезке $[a, b]$ хотя бы одну непрерывную производную $S_3^{'}(x)$.

Интерполяционный кубический сплайн $S_3(x)$ - это сплайн третьего порядка, у которого, по крайнем мере, имеется непрерывная первая производная. Значение $s_i = S_3^{'}(x_i)$ является наклоном сплайна в узле x_i.

Кубический сплайн, который принимает те же значения f_i, что и некоторая функция, является интероляционным и служит для аппроксимации функции f на отрезке $[a, b]$ вместе с производными.

Для кубического сплайна дефекта 2 должна гарантироваться непрерывность на длине отрезка $[a, b]$ только функции $S_3(x)$ и её первой производной

$S_3'(x)$, отсюда следует что дефект данного сплайна равняется 2, а сам сплайн записывается следующим образом $S_{3,2}(x)$.

На практике вычисление сплайнов с дефектом 2 осложняется тем, что могут быть известны только значения интерполируемой функции в узловых точках, а не значения её первой производной. Для вычислений первой производной применяют различные способы. Простейшим из которых является вычисление среднего арифметического значения разделённых первых разностей на двух соседних интервалах.

В отличие от кубических сплайнов с дефектом 2 кубический сплайн дефекта 1, обозначаемый как $S_{3,1}$, имеет первую и вторую непрерывные производные, что указывает на то, что с их помощью можно увеличить степень гладкости интерполирования. Сам сплайн, вместе с первой и второй производной непрерывны во всех внутренних узлах интерполяционной сетки $x_i, i = 1, .., n-1$, что дает $3(n-1)$ равенств. Таким образом, вместе с $n+1$ равенствами $S_{3,1}(x_i) = f(x_i)$ получается $4n-2$ соотношений. Из чего следует, что для однозначной идентификации всех коэффициентов сплайна недостаёт двух определенных условий, называемых граничными.

Основные типы граничных усовий так же представлены в данной главе.

Кубический сплайн дефекта 1 можно рассматривать как эрмитов кубический сплайн, удовлетворяющий условию непрерывности второй производной. Введем обозначения $S_{3,1}'(x_i) = s_i$, $i = 0, ..., n$. Существует следующая формула:

$$S_{3,1}(x) = f_i(1-t)^2(1+2t) + f_{i+1}t^2(3-2t) + s_i h_i t(1-t)^2 - s_{i+1}h_i t^2(1-t), \quad (3)$$

где $h_i = x_{i+1} - x_i$ (в равномернйо сетке h_i является шагом интерполяции); $t = (x - x_i)/h_i$.

Кубический сплайн такого вида на каждом из промежутков $[x_i, x_{i+1}]$, непрерывен вместе со своей первой производный на всем интервале $[a, b]$, поэтому требуется выбрать такие значения s_i, чтобы и вторая производная также была непрерывной. Так как:

$$S_{3,1}''(x) = \frac{(f_{i+1} - f_i)(6-12t)}{h_i^2} + \frac{s_i(6t-4)}{h_i} + \frac{s_{i+1}(6t-2)}{h_i}, \quad (4)$$

то при подстановке $x = x_i$ на промежутках $[x_{i-1}, x_i]$ и $[x_i, x_{i+1}]$ вычисляются левая и правая производные второго порядка:

$$S''_{3,1}(x_i - 0) = 2\frac{s_{i-1}}{h_{i-1}} + 4\frac{s_i}{h_{i-1}} - 6\frac{f_i - f_{i-1}}{h_{i-1}^2},$$

$$S''_{3,1}(x_i + 0) = -4\frac{s_i}{h_i} - 2\frac{s_{i+1}}{h_i} + 6\frac{f_{i+1} - f_i}{h_i^2}.$$

Исходя из этих вычислений, условие непрерывностии второй производной $S''_{3,1}(x)$ в точках x_i, являющихся внутренними, при $i = 1, ..., n-1$ выглядит следующим образом:

$$\lambda_i\mu_{i-1} + 2s_i + \mu_i s_{i+1} = 3\left(\mu_i\frac{f_{i+1} - f_i}{h_i} + \lambda_i\frac{f_i - f_{i-1}}{h_{i-1}}\right), \qquad (5)$$

где в данном случае $\mu = h_{i-1} \times (h_{i-1} + h_i)^{-1}, \quad \lambda = 1 - \mu_i$.

Таким образом, построение кубического интерполяционного сплайна по формуле (3) сводится к нахождению значений s_i при помощи системы (5), дополненной двумя различными граничными условиями из четырёх типов. Во всех четырёх случаях матрицы систем являются матрицами с диагональным преобладанием. Данные матрцы считаюся невырожденными, следовательно, системы имеют решение и для каждой оно единственно. То есть, кубический сплайн для функции $f(x)$ существует и единственен.

Так же третья глава содержит в себе описание аппроксимационных свойств кубического сплайна и оценку погрешности интерполяционного кубисекого сплайна.

Именно кубический сплайн дефекта 1 будет использоваться в данной работе для приближения индикатора.

В четвёртой главе «Теория погрешности» описано моделирование математической задачи, план действий моделирования, а так же описано что из себя представляет вычислительный эксперимент. В пункте погрешности представлены основные виды погрешностей с которыми можно столкнуться при моделировании математической задачи. Представлены два базовых вида погрешности:

1) Абсолютная погрешность.

$$\Delta(\alpha^*) = |\alpha - \alpha^*| \tag{6}$$

2) Относительная погрешность.

$$\sigma(\alpha^*) = \frac{\Delta(\alpha^*)}{|\alpha^*|} \tag{7}$$

В пятой главе «Приближение индикатора кубическим сплайном» поставлена практическая задача дипломной работы и описана её реализация.

Необходимо организовать закачку на языке Python реальных исторических данных котировок акций с ресурса: https://www.finam.ru. Затем с помощью сплайнов приближённо представить функцию индикатора по более разряжённым данным и посчитать погрешноть равномерного приближения(максимум модуля разности индикатора и его приближения). По нескольким инструментам нужно собрать статистические данные успешных прогнозов с помощью индикаторов. Посчитать успешные прогнозы по каждому из инструментов при различных параметрах индикатора. На основе полученных данных проделать вывод об эффективности индикатора Экспоненциальное скользящее среднее.

В заключении подведены итоги работы, сказано о выполнении поставленных целей и задач.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе был исследован индикатор Экспоненциальная скользящая средняя. Была выполнена задача об аппроксимации индикатора сплайнами для экономии времени и ресурсов. На основе полученных результатов сделан вывод, о том, что индикатор приближенный с помощью сплайнов с ростом количества используемых узлов в основном показывает рост погрешности равномерного приближения, а это значит, что при увеличении узлов k прогнозная сила индикатора справляется хуже.

К достоинствам сплайн-интерполяции следует отнести высокую скорость обработки вычислительного алгоритма, поскольку сплайн - это кусочно-полиномиальная функция и при интерполяции одновременно обрабатываются данные по небольшому количеству точек измерений, принадлежащих к фрагменту, который рассматривается в данный момент. Интерполированная поверхность описывает пространственную изменчивость различного масштаба и в то же время является гладкой.