УДК 511.2

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЛАТИНСКИХ КВАДРАТОВ В ВЫБОРЕ МЕТОДА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ РЫНОЧНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

Н.В. Концевая,
кандидат экономических наук, доцент кафедры экономико-математических методов и моделей Всероссийского заочного финансово-экономического института (филиал в г. Воронеже); kontsevaya07@list.ru

Предлагается схема для анализа методов предварительной обработки рядов рыночных показателей. Данная схема эксперимента может быть использована в качестве критерия сравнения различных методов сглаживания временных рядов.

Ключевые слова и фразы: временные ряды, скользящее усреднение, финансовый рынок, сглаживание, латинские квадраты.

Специфика исследования финансовых показателей заключается в ограниченном объеме исходной информации, связанной с объективными пропусками данных и невозможностью получения дополнительных наблюдений, что ограничивает круг математических методов и моделей, пригодных для их качественного анализа. С другой, стороны сам характер исходных данных (а он предполагается случайным, следуя ЕМН теории эффективного рынка (Efficiency Market Hypothesis)) ограничивает возможности ее обработки. Таким образом, при анализе и моделировании рыночных показателей особо важная роль отводится предварительной обработке временных рядов. Сглаживание исходных рядов финансовых показателей становится необходимым этапом в решении задач принятия торговых решений на финансовых рынках. Но традиционные схемы сглаживания обладают общим недостатком – потерей информации на концах ряда, который можно решить альтернативным методом одностороннего (несимметричного) сглаживания, учитывающего при скользящем усреднении только предшествующие уровни ряда. Как правило, в техническом анализе рассматриваются именно односторонние варианты сглаживания: с помощью простой скользящей средней (Simple MA), экспоненциального сглаживания (Exponential MA), с помощью линейных весов (Linear Weighted MA) и линейной регрессии. Эти инструменты являются индикаторами трендов и, как правило, требуют тщательного (эмпирического) подбора параметров. Наиболее полезной информацией от усредненного показателя движения курса является направление его изменения, сигнализирующее о моментах разворота рыночных тенденций.

Показатель среднего движения курса (moving average, MA) показывает среднее значение данных за определенный период времени:

$$MA_t = \frac{\sum_{i=t-k}^{t} P_i}{k}, \tag{1}$$

где P_t – усредняемая цена, k – интервал сглаживания. Простое MA изменяется дважды после одного изменения цен. Сначала оно изменяется тогда, когда новое значение попадает в период усреднения, затем, когда старая цена покидает период усреднения. Этих недостатков лишен метод экспоненциального усреднения:

$$EMA_t = k * P_t + (1-k) * EMA_{t-1}, \qquad \text{где } k = \frac{2}{n+1}. \tag{2}$$

На первый взгляд EMA обладает двумя основными преимуществами перед MA. Во-первых, оно уделяет больше внимания последнему дню торгов. Во-вторых, EMA не отбрасывает старые данные, как MA, а дает им медленно раствориться, хотя, на практике эти преимущества не приносят ощутимой пользы.

Существует много направлений для использования скользящих средних в качестве генераторов принимаемых решений: это подбор интервала сглаживания (в идеале размером в половину волны цикла, если последний будет выделен) таким образом, чтобы средние оказывались ниже ценовых показателей при их росте и выше при их падении, в этом случае сигналами будут служить пересечения ценовых графиков с их усредненными значениями. Интересными с практической точки зрения, оказываются пересечения средних различных порядков (в зависимости от размера интервала сглаживания их делят на быстрые и медленные) и сами развороты средних.

При использовании данных процедур обработки временных рядов подбор параметров сглаживания (размера интервала), как и выбор самого метода сглаживания обосновываются, как уже было сказано, эмпирически. Но поскольку от качества обработки данных на предварительном этапе напрямую зависит и точность последующего моделирования, очевидна необходимость разработки корректной методики сравнения существующих алгоритмов. Эмпирическое обоснование не может служить гарантией оптимального выбора способа сглаживания, так как напрямую зависит от размера выборки наблюдений и от конкретных исторических данных (в кризисные периоды и в периоды стабильности различные методы могут демонстрировать лучшие результаты на практике).

Основные вопросы, на которые необходимо ответить при разработке методики сравнения способов сглаживания следующие: с помощью каких расчетных показателей можно оценить эффективность сглаживания и каким образом учитывать неоднородность исходных данных в различные исторические периоды?

Для сравнительного анализа результатов сглаживания можно рассматривать следующие показатели: среднеквадратичное отклонение сглаженных значений от исходных (как и среднее отклонение по модулю) и среднеквадратичное отклонение сглаженного ряда от средних уровней. Если учитывать только разницу между исходными и сглаженными значениями, то, очевидно, лидировать в точности будут методы экспоненциального сглаживания с максимальным (близким к 1) весом последнего учитываемого наблюдения, что, в конечном счете, дискредитирует саму идею сглаживания по интервалу, поскольку даже при достаточно большом числе повторных процедур выравнивания ряд исходных наблюдений не может быть очищен от незначительных отклонений. Учет среднеквадратичного отклонения сглаженных значений позволяет отдать предпочтение тем методам, которые позволяют на самом деле преобразовывать исходный ряд в более гладкий (с точки зрения исключения незначительных флуктуаций), что и является конечной целью предварительной обработки временных рядов. Таким образом, на практике, видимо, имеет смысл решать двухкретериальную задачу оптимизации, делая выбор между различными методами сглаживания. Второй вопрос, от ответа на который, будет зависеть качество моделирования временных рядов – это корректное определение периода времени (размера выборки), на котором будет производиться сравнение обозначенных ранее параметров. Поскольку исторические данные для исследования объективно ограничены, то на первое место выходят вопросы разбиения всей совокупности данных на части, подходящие для исследования. Пути решения этой задачи в данной работе предлагаются на базе когда-то хорошо известного, но в настоящее время почти забытого, математического подхода, предложенного в последние годы жизни Леонардом Эйлером (1707—1783).

Данная работа была названа «Исследование магического квадрата нового типа». Сейчас такие квадраты принято называть латинскими, потому что Эйлер обозначил их клетки обычными латинскими буквами (вместо букв греческого алфавита).

Клетки в одном квадрате заполняются латинскими буквами, причем в каждом столбце и в каждой строке буквы не повторяются. В клетки другого квадрата вписываются греческие буквы. Если наложить квадраты друг на друга, то окажется, что каждая латинская буква появляется один и только один раз в паре с каждой греческой буквой. Два или более латинских квадратов, которые можно так скомбинировать друг с другом, называются ортогональными, а получившийся комбинированный квадрат называют греко-латинским.

Способ размещения букв в одном квадрате является решением популярной в позапрошлом веке карточной головоломки: из тузов, королей, дам и валетов всех четырех мастей (всего 16 карт) надо сложить квадрат так, чтобы в каждой строке и в каждом столбце находились карты четырех разных мастей и четырех разных значений. Роуз Болл в книге «Математические очерки и развлечения» приводит ссылку на издание 1723 года, где впервые упоминается данная задача, и сообщает, что она имеет 72 существенно различных решения (решения, переходящие друг в друга при вращениях и отражениях, считаются одинаковыми) [1].

Вообще говоря, в свое время Эйлер высказал предположение, что греко-латинских квадратов определенных порядков не существует, и эта гипотеза в течение 177 лет считалась неопровержимой. Однако трем математикам (Э.Т. Паркеру, Р.К. Боусу и С.С. Шрикхенду) удалось составить греко-латинские квадраты десятого порядка и тем самым опровергнуть гипотезу Эйлера [2, с. 138].

Интерес к вопросу использования греко-латинских квадратов возрастает из-за его тесной связи с «конечными проективными плоскостями». В ходе многолетних исследований было показано, что если существует полный набор взаимно ортогональных латинских квадратов порядка n, то с их помощью можно построить конечную проективную плоскость порядка n. Гастон Тарри в начале прошлого века доказал, что нельзя построить даже двух латинских квадратов шестого порядка, следовательно, не существует и конечной проективной плоскости шестого порядка. Известны полные наборы (а значит, конечные проективные плоскости) для порядков, равных 2, 3, 4, 5, 7, 8 и 9. Низший порядок конечной проективной плоскости, существование которой не было ни доказано, ни опровергнуто до сих пор, равен десяти.

Греко-латинские квадраты можно использовать при планировании экспериментов как в социологии и рыночной торговле, так и в биологии и медицине. Греко-латинский квадрат в данном случае будет являться схемой эксперимента. Его строки отвечают одной, столбцы – другой, латинские буквы – третьей, а греческие буквы – четвертой переменной. На рис. 1 представлены два ортогональных латинских квадрата 4-го порядка:

0	1	2	3
2	3	0	1
3	2	1	0
1	0	3	2

0	1	2	3
3	2	1	0
1	0	3	2
2	3	0	1

Рис. 1. Пара ортогональных диагональных латинских квадратов 4-го порядка

Если цифры в левом квадрате заменить первыми буквами латинского алфавита, а цифры во втором – греческими и совместить эти два квадрата – мы увидим классический вариант греко-римского квадрата.

Возвращаясь к проблеме выбора наилучшего способа сглаживания, нельзя не сказать о том, что трудность экспериментов по расчетам различными методами связана с тем, что поведение финансовых рынков нестабильно, неодинаково на разных периодах и обычно меняется без какой-либо закономерности. Как образом можно поставить эксперимент, в котором будут не только исследованы различные методы сглаживания, но и исключена всякая неоднозначность, порожденная изменчивостью рынка? При использовании греко-латинских квадратов помимо ответов на поставленные вопросы, одновременно, можно решить и проблему редукции данных, необходимых для принятия решения. На рис. 2 представлены результаты однократного взвешенного сглаживания по различным методам.

Рис. 2. Однократное одностороннее взвешенное скользящее усреднение

Из трех рассмотренных методов наиболее точным (с точки зрения минимизации отклонений) является метод с нелинейным усреднением. Метод взвешенного скользящего среднего обладает несколькими преимуществами при сравнении с наиболее распространенными методами. Во-первых, это большая точность, если сравнивать его с традиционными методами скользящего усреднения. Во-вторых, это способность «очищать» ряд он мелких возмущений при многократном повторении процедуры (в отличие от экспоненциального сглаживания и сглаживания на базе линейной регрессии), и, главное, возможность «настраивать» процедуру выравнивания варьируя размер интервала сглаживания, тем самым, регулируя глубину рыночной памяти и, одновременно, регулируя параметр, участвующий в расчете весовых коэффициентов.

В качестве первой переменной при использовании латинских квадратов для экспериментального сравнения методов сглаживания могут быть выбраны различные торговые инструменты на финансовых рынках (котировки акций на фондовом рынке или кросс-курсы валют на FOREXe), в качестве второй переменной можно рассматривать собственно, различные способы сглаживания (например, простое усреднение, взвешенное, экспоненциальное сглаживание и сглаживание с использованием регрессии). Третьей переменой может выступать размер интервала, на котором производится сглаживание и четвертой – периоды, на которые придется разбить исходную базу наблюдений.

Задав схему эксперимента предложенным способом, можно в разы сократить количество вычислений, необходимых для обоснованного выбора в пользу одного из конкретных методов предварительной обработки информации. Естественно, схему эксперимента можно варьировать, изменяя как количество переменных, так и их содержательную нагрузку. Таким же образом можно сравнивать не только методы предварительной обработки, но и методы моделирования временных рядов, исключая случайный «выигрыш» определенных моделей на конкретных исторических периодах.

Таким образом, предлагаемый способ построения эксперимента по сравнению различных процедур обработки данных, по сути, на практике может оказаться одним из критериев оценки адекватности рассчитываемых значений исходным, не говоря о практической пользе такого подхода в целом в связи с уменьшением объема обрабатываемой информации.

Список источников

1. Гарднер, М. Математические досуги [Текст] / М. Гарднер. – М.: МИР, 1972.

2. Холл, М. Комбинаторика [Текст] / М. Холл. – М.: МИР, 1970.

ABOUT USE OF LATIN SQUARES IN THE CHOICE OF THE METHOD OF PRELIMINARY PROCESSING MARKET SUPERVISION

N.V. Kontsevaya,
Ph.D. of Economy, associate professor of the Chair of Economical and Mathematical Methods and Models of Russian National Extramural Financial and Economic Institute (Voronezh filial branch);
kontsevaya07@list.ru

The scheme for the analysis of methods of preliminary processing numbers of market parameters is offered. The given scheme of experiment can be used as criterion of comparison of various methods of smoothing of time numbers.
Keywords and phrases: the time numbers, sliding averaging, the financial market, smoothing, Latin squares.