

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФИНАНСОВЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ МЕТОДАМИ ARIMA И «ЯПОНСКИЕ СВЕЧИ»

Н. В. Марковская, Н. В. Никитина, Т. П. Форись

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

Гродно, Беларусь

E-mail: n.markovskaya@grsu.by, Foris44-17@mail.ru

Рассматривается задача разработки метода анализа и прогнозирования финансовых временных рядов с помощью ARIMA-модели и «японских свечей». Проведено прогнозирование с помощью сочетания данных методов для временных рядов фондового и валютного рынков с использованием специально разработанного программного продукта.

Ключевые слова: ARIMA – модель, «японские свечи», прогнозирование.

Моделирование финансовых рынков является новой быстроразвивающейся областью прикладной математики. Это связано с повсеместным развитием финансовых рынков – фондового и валютного. Существуют три направления анализа финансовых рядов – количественный, технический и фундаментальный анализ.

Количественный анализ финансового рынка позволяет по эмпирическим данным строить статистические модели финансовых временных рядов и использовать эти модели для прогнозирования курсов и доходностей активов, оценивания риска финансовых инвестиций, оптимального управления портфелями активов, хеджирования риска операций с финансовыми активами и др.

Технический анализ – это общепринятый подход к изучению рынка, имеющий целью прогнозирование движения валютного курса и предполагающий, что рынок обладает памятью, а потому на будущее движение курса оказывают большое влияние наблюдаемые закономерности его прошлого поведения.

Соотношение валютных курсов также определяется фундаментальными факторами – ключевыми статистическими показателями состояния национальных экономик. Современная экономическая теория формулирует набор таких факторов и предсказывает характер их влияния на валютные курсы в динамике экономических циклов. Изучение характера и степени влияния макроэкономических показателей на динамику валютных курсов является предметом фундаментального анализа финансовых рынков.

Предлагается метод анализа и прогнозирования финансовых временных рядов на основе сочетания методов количественного и технического анализа: ARIMA-модели и метода «японские свечи».

МЕТОДОЛОГИЯ БОКСА – ДЖЕНКИНСА (ARIMA)

Методология Бокса – Дженкинса подбора ARIMA модели для временного ряда наблюдений состоит из трех этапов.

1. Идентификация модели.

1.1. Первый шаг – получение стационарного ряда. Мы тестируем ряд на стационарность, используя визуальный анализ графика, визуальный анализ автокорреляционной функции (ACF) и частной автокорреляционной функции (PACF), тесты на единичные корни. Если получается стационарный ряд, то переходим к следующему пункту, если нет, то применяем оператор взятия последовательной разности и повторяем тестирование. На практике последовательная разность берется, как правило, не более двух раз.

1.2. После того как получен стационарный временной ряд, строятся его выборочные ACF и PACF, которые позволяют сформулировать несколько гипотез о возможных порядках авторегрессии (p) и скользящего среднего (q). Обычно рекомендуется использовать модели возможно более низкого порядка, как правило, с $p + q \leq 3$ (если нет сезонной компоненты).

2. Оценивание модели и проверка адекватности модели.

2.1. Для каждой из выбранных на первом этапе моделей оцениваются их параметры и вычисляются остатки.

2.2. Каждая из моделей проверяется, насколько она соответствует данным. Из моделей, адекватных данным, выбирается самая простая модель, т. е. модель с наименьшим количеством параметров.

3. Прогнозирование.

После того как на втором этапе выбрана модель, можно строить прогноз на один или несколько шагов по времени и оценивать доверительные границы прогнозных значений.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ С ARIMA МОДЕЛЯМИ

Важную роль в системах поддержки принятия экономических решений играет прогнозирование экономических показателей, сконцентрированное в основном на методах автопрогноза, в которых имеющийся в наличии ряд экстраполируется вперед только на основании информации, содержащейся в нем самом. Такого рода прогноз может оказаться эффективным лишь в кратко и, максимум, в среднесрочной перспективе. Серьезное решение задач долгосрочного прогнозирования требует использования комплексных подходов, и в первую очередь привлечения различных (в том числе, статистических) технологий сбора и анализа экспертных оценок.

Главная цель использования ARIMA моделей – построение прогноза за пределы выборки. Если два источника неточности прогноза: первый – игнорирование будущих ошибок ε_t , второй – отклонение оценок коэффициентов модели от их истинных значений. В данном разделе мы будем рассматривать только первый источник ошибок прогноза или, другими словами, прогнозирование в рамках теоретических моделей.

Рассмотрим временной ряд y_t , первые разности которого z_t являются AR(1) процессом:

$$z_t = y_t - y_{t-1}.$$

$$z_t - \mu = \phi_1(z_{t-1} - \mu) + \varepsilon_t. \quad (1)$$

Многократное применение (1) дает

$$y_{n+s} = y_n + z_{n+1} + z_{n+2} + \dots + z_{n+s} = (y_n + \mu s) + (z_{n+1} - \mu) + \dots + (z_{n+s} - \mu). \quad (2)$$

Подставляя $z_t - \mu$ из (1) в (2), получаем:

$$y_{n+s} = y_n + s\mu + \frac{\phi_1(1 - \phi_1^s)}{1 - \phi_1}(y_n - y_{n-1} - \mu) + e_{n+s}, \quad (3)$$

где
$$e_{n+s} = \varepsilon_{n+s} + (1 + \phi_1)\varepsilon_{n+s-1} + \dots + (1 + \phi_1 + \phi_1^2 + \dots + \phi_1^{s-1})\varepsilon_{n+1}. \quad (4)$$

Очевидно, что прогноз, минимизирующий среднее квадратичное отклонение, равен сумме первых трех слагаемых в (3). Заметим, что второе и третье слагаемые растут с ростом s . Ошибка прогноза на s шагов равна e_{n+s} . В силу формулы (4) дисперсия ошибки равна:

$$V(e_{n+s}) = \sigma^2(1 + (1 + \phi_1)^2 + \dots + (1 + \phi_1 + \phi_1^2 + \dots + \phi_1^{s-1})^2). \quad (5)$$

Мы видим, что в случае нестационарного временного ряда, дисперсия ошибки прогноза монотонно растет с ростом горизонта прогноза s . Более подробное описание ARIMA-модели можно найти в работах [1-4].

Далее рассмотрим пример анализа финансового ряда. На рис. 1 приведен график исходных данных, на рис. 2 график прогноза с помощью ARIMA-модели на 50 шагов вперед. Некоторые примеры анализа можно найти также в работах [5-6].

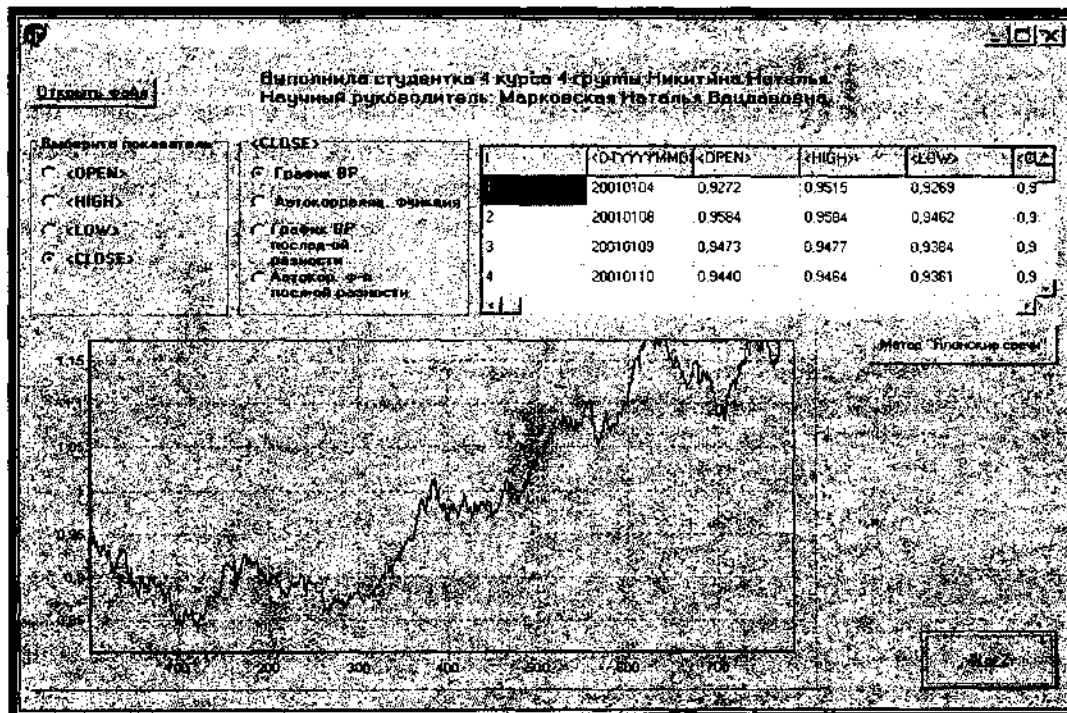


Рис. 1. График временного ряда

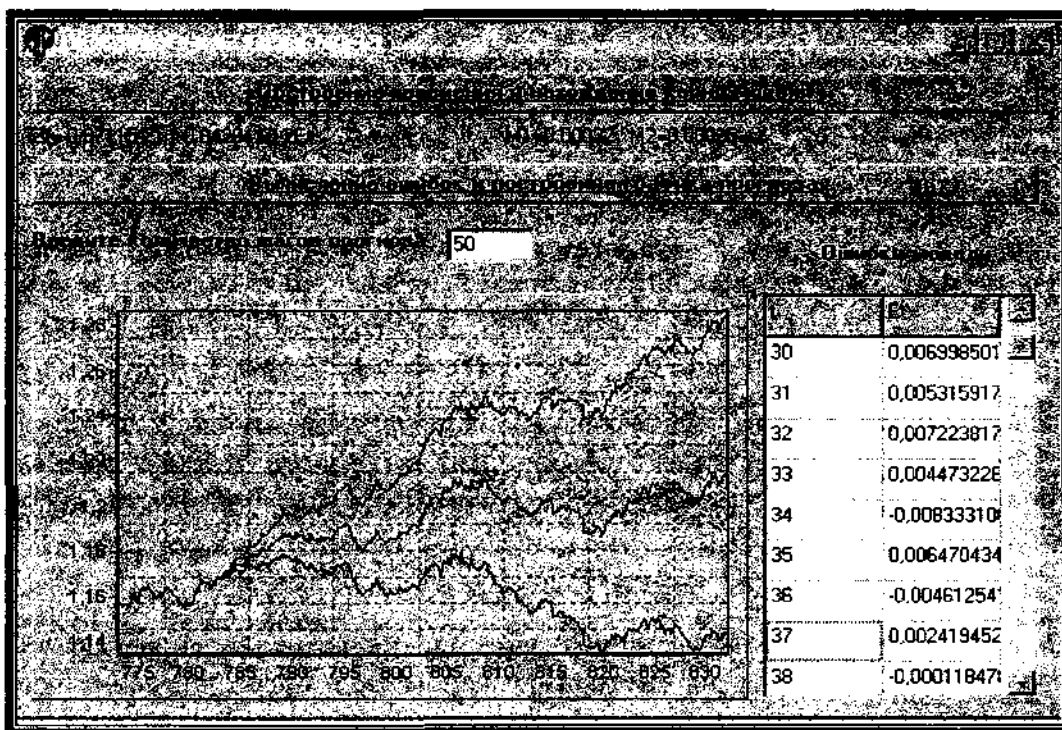


Рис. 2. График прогноза с помощью ARIMA-модели

МЕТОД «ЯПОНСКИЕ СВЕЧИ»

Данные на валютном и фондовом рынках представлены в виде четырех цен: цена открытия (Open), цена закрытия (Close), максимальная цена (High), минимальная цена (Low). Метод «японские свечи» заключается в построении по этим значениям фигуры, называемой свечой и анализе комбинаций данных фигур. На рис. 3 приведен вид «японской свечи». Если $Open < Close$, то тело свечи будет иметь белый цвет.

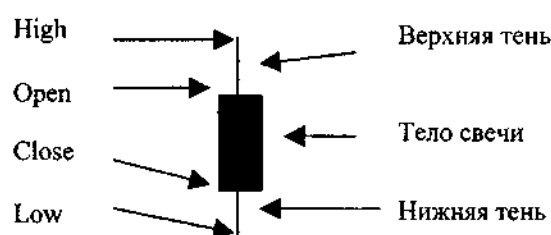
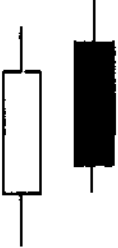
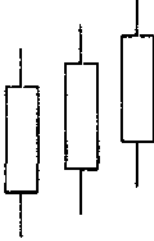
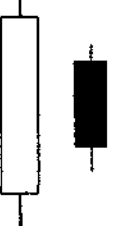


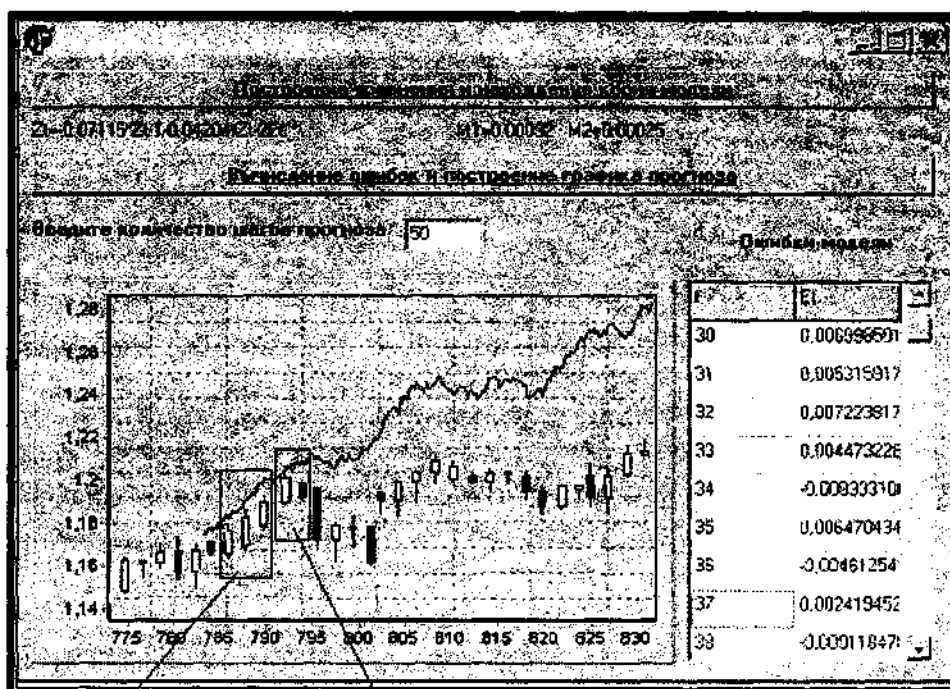
Рис. 3. «Японская свеча»

В табл. 1 рассмотрим некоторые комбинации свечей. Более подробное описание метода «японские свечи» можно найти в работе [7].

Комбинации «японских свечей»

Название комбинации	Вид комбинации	Описание
«Завеса темных облаков»		Первый день этой фигуры имеет длинное белое тело. Второй день открывается выше верхней тени предыдущего дня.
«Три белых солдата»		Имеются три последовательные длинные белые свечи, каждая с более высоким закрытием. Следующая должна открываться из предыдущего тела и закрываться на уровне или близко к уровню верха дня предшествующей свечи. Если эта фигура появляется в зоне низкой цены или после периода стабильных цен, она предполагает повышение. Это является здравым способом повышения рынка, хотя если белые свечи слишком удлинены, следует быть осторожным по поводу перекупленного рынка. Слишком быстрое повышение может быть опасным.
«Завал»		Тело второго дня должно полностью заваливать тело предыдущего дня. Это не означает, что либо верх, либо низ двух тел не может быть равным; это значит, что, как и верхи, так и низы не должны быть равными. Цвет первого дня должен отражать тренд: черный – для нижнего тренда, белый – для верхнего. Второе тело фигуры «Завал» должно иметь цвет, противоположный цвету первого дня. Эта комбинация означает, что продажа поддерживается высоким объемом.
«Харами»		Имеет место верхний тренд, он подтверждается длинным белым днем. На следующий день цены открываются на более низком уровне. Короткий день следует за длинным днем, и его тело полностью находится внутри тела длинного дня. Цвет короткого дня должен быть противоположен цвету первого дня. Эта комбинация означает, что тренд собирается измениться.

Проведем прогнозирование ряда данных с помощью ARIMA-модели на 50 шагов вперед и изобразим прогноз в виде «японских свечей». Результаты приведены на рис. 4. На графике отмечены комбинации свечей «Три белых солдата» и «Харами».



«Три белых солдата» «Харами»

Рис. 4. График прогноза с помощью ARIMA и «японских свечей»

Таким образом, можно отметить, что совместный анализ финансовых рядов с помощью рассматриваемых методов дает более достоверный результат, так как тенденция прогноза, построенного с помощью ARIMA-модели, подтверждается значением комбинаций «японских свечей».

ЛИТЕРАТУРА

1. Айвазян С. А., Мхитарян В. С. Прикладная статистика и основы эконометрики. М.: ЮНИТИ, 1998.
2. Джонстон Дж. Эконометрические методы. М.: Статистика, 1980.
3. Магнус Я. Р., Катьишев П. К., Пересецкий А. А. Эконометрика. Начальный курс. М.: Дело, 2000.
4. Малюгин В. И. Рынок ценных бумаг: количественные методы анализа. Мн.: БГУ, 2001.
5. Никитина Н. В., Форись Т. П. Анализ и прогнозирование курсов валют и экономических показателей цен акций с помощью ARIMA-моделей // НИРС-2004. Гродно: ГрГУ, 2004. С. 136–139.
6. Никитина Н. В., Форись Т. П. Анализ и прогнозирование экономических временных рядов с помощью ARIMA-моделей // Материалы VII Республиканской науч. конф. студентов и аспирантов (г. Гомель, 22–24 марта 2004 г.). Гомель: ГГУ, 2004. С. 169.
7. Нисон С. Японские свечи: графический анализ финансовых рынков. М.: Диаграмма, 1998.