

ARCH/GARCH-МОДЕЛИ В ИССЛЕДОВАНИИ ДИНАМИКИ ВОЛАТИЛЬНОСТИ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ВАЛЮТНЫХ КОТИРОВОК

Аннотация. Рассмотрены модели с авторегрессионной условной гетероскедастичностью (ARCH/GARCH), проанализированы их преимущества по сравнению с традиционными моделями анализа временных рядов. Исследованы особенности моделирования динамики волатильности рядов валютных котировок на основе данных моделей.

Анотація. Розглянуто моделі з авторегресійною умовною гетероскедастичністю (ARCH/GARCH), проаналізовано їх переваги порівняно з традиційними моделями аналізу часових рядів. Досліджено особливості моделювання динаміки волатильності рядів валютних котирувань на базі ARCH/GARCH-моделей.

Annotation. Models with autoregressive conditional heteroscedasticity (ARCH/GARCH) were considered. Their advantages over traditional models of time series analysis were analyzed. This method was used to simulate the dynamics of the volatility series of foreign exchange quotations.

Ключевые слова: модели с авторегрессионной условной гетероскедастичностью, ARCH/GARCH-модели, нелинейные модели временных рядов, волатильность, условная дисперсия.

Развитие мировой экономики, торговли, средств связи и телекоммуникаций, информационных технологий, процессов интеграции национальных экономик в мировую экономическую систему, а также отмена валютных ограничений во многих странах привели к существенному изменению состояния международного валютного рынка.

Современные тенденции развития международного валютного рынка характеризуются устойчивым ростом объемов конверсионных операций с иностранными валютами (рынка FOREX), сокращением времени распространения, обработки информации и совершения сделок на рынке FOREX, что сделало его доступным для более широкого круга участников и наиболее ликвидным финансовым рынком. Поведение рынка стало более динамичным с высокой волатильностью курсов валют и относительно высокочастотными колебаниями. Термин волатильность (от англ. *изменчивость, непостоянство*) используется, как правило, для неформального обозначения степени вариабельности, разброса переменной.

Одна из характерных черт финансовых рынков – это то, что присущая рынку неопределённость изменяется во времени. Как следствие, наблюдается "кластеризация волатильности". Под этим понимается, что периоды могут чередоваться: финансовый показатель ведёт себя нестабильно, затем наступает относительно спокойный период. Формальной мерой волатильности служит дисперсия (или среднеквадратичное отклонение).

Традиционные модели временных рядов, такие, как модель ARIMA, не могут адекватно учесть все характеристики, которыми обладают финансовые временные ряды, и поэтому требуют расширения. Одним из таких расширений являются ARCH-процессы (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity). Концепция и конкретная спецификация были впервые представлены в работе Engle Robert F. (1982), после чего последовали многочисленные модификации базовой конструкции и примеры применения новой модели к финансовым и макроэкономическим временным рядам.

Так же как успеху обычных линейных моделей временных рядов способствовало использование условных мат ожиданий вместо безусловных, ключевой момент модели ARCH состоит в различии условных и безусловных моментов второго порядка. В то время как безусловная матрица ковариаций для представляющих интерес переменных может быть неизменной во времени, условные дисперсии и ковариации часто нетривиальным образом зависят от состояний процесса в прошлом. Понимание точного характера этой временной зависимости крайне важно для многих проблем в макроэкономике и финансах, таких, как необратимые инвестиции, цены на опционы, структура процентных ставок по срокам и общие динамические соотношения для цен активов.

Кроме того, с точки зрения получения эконометрических выводов, потеря в асимптотической эффективности из-за неучета гетероскедастичности может быть сколь угодно большой, и при составлении экономических прогнозов, как правило, можно использовать намного более точную оценку неопределенности ошибки прогноза, если получать ее как условную по текущему информационному множеству [1].

Первоначально ARCH-модели исследовали инфляционную неопределенность. Впоследствии они нашли применение в анализе волатильности цен и доходностей спекулятивных активов. На основе результатов применения ARCH-моделей установлено, что динамика волатильности многих финансовых переменных подчиняется устойчивым закономерностям.

ARCH-модель моделирует волатильность в виде суммы констант базовой волатильности и линейной функции абсолютных значений нескольких последних изменений цен. При этом уровень волатильности (стандартное отклонение доходности финансового инструмента) рассчитывается на основании следующей рекурсивной формулы (ARCH(q)):

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2. \quad (1)$$

Расширением ARCH-модели является GARCH-модель волатильности, где на текущую волатильность влияют как предыдущие изменения цен, так и предыдущие оценки волатильности (так называемые "старые новости"). Память ARCH(q)-процесса ограничена q периодами. При использовании модели часто требуется длинный лаг q и большое число параметров α . Обобщенный ARCH-процесс (Generalized ARCH, GARCH), который предложен Т. Боллерслом в 1986 г., имеет бесконечную память и допускает более экономную параметризацию. Согласно данной модели (GARCH(p,q)) расчет волатильности производится по следующей формуле [2]:

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2. \quad (2)$$

Для сохранения стационарности применяются такие ограничения:

$$\omega \geq 0, \alpha \geq 0, \beta \geq 0, \sum_{i=1}^q \alpha_i + \sum_{j=1}^p \beta_j < 1. \quad (3)$$

Процедура, наиболее часто используемая для оценки качества полученной ARCH-модели, состоит в максимизации функции правдоподобия. При выборе между двумя моделями предпочтение отдается той, у которой значение максимума функции правдоподобия выше, а также информационный критерий Акайка и критерий Шварца минимальны.

На основании первых разностей и отклонений ряда от скользящей средней проводится построение модели с ARCH-эффектами, что позволяет провести анализ волатильности и получить декомпозицию дисперсии ошибок. Частная дисперсия позволяет определить прогнозные значения уровней ряда с меньшим доверительным интервалом.

Возможность оценки и моделирования движения курсов валют с учетом высокой волатильности с относительно высокочастотными колебаниями открывает дополнительные возможности для тех участников рынка FOREX, которые осуществляют конверсионные операции на условиях маржинальной торговли. Риск финансовых потерь, равно как и степень получаемой прибыли, для них возрастает больше, чем для участника рынка, не использующего заемные средства.

Модели такого типа могут быть построены и исследованы с помощью программного пакета анализа Eviews. Использование данного класса моделей (ARCH- и GARCH-модели) позволяет детально изучить динамику волатильности валютного рынка и осуществить ее краткосрочное прогнозирование.

Результаты, полученные на основе исследования таких моделей, могут быть улучшены благодаря использованию модификаций ARCH-моделей, а предложенная методика – эффективно применяться для оценки динамики и прогнозирования волатильности различных финансовых инструментов.

Научн. рук. Захарова О. В.

Литература: 1. Кремер Н. Ш. Эконометрика : учебник для вузов / Н. Ш. Кремера, Б. А. Путко. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 311 с. 2. Дяттерев В. М. Прогнозирование валютных курсов с использованием эконометрических моделей и искусственных нейронных сетей / В. М. Дяттерев. – М., 2010. – 103 с.