

УДК 336.76

***ПРИМЕНЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ARMA-GARCH ДЛЯ
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ КУРСА АКЦИЙ***

Шемякина М.А.

ассистент,

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г.

Шахты,

Шахты, Россия

Клейменкин Д.В.

студент,

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г.

Шахты,

Шахты, Россия

Аннотация

Данная статья посвящена исследованию эффективности прогнозирования динамики курса акций ПАО «Сбербанк» (SBER) за период с января 2005 года по март 2021 года, для которых были проанализированы различные комбинации моделей ARMA и GARCH. Было выявлено, что распределение финансовых временных рядов отличается от нормального. Также доходность обыкновенных акций Сбербанка (SBER) не автокоррелирована. Был сделан вывод об отсутствии какой-либо закономерности в автокорреляциях акций для различных лагов. Для прогнозирования доходности были рассмотрены комбинации моделей ARMA и GARCH. В результате моделирования показатель точности MASE показал, что динамические модели ARMA-GARCH являются достаточно эффективными и подходящими моделями для изучения рядов доходности.

Ключевые слова: финансовый временной ряд, прогнозирование, кластеризация волатильности, ARMA, GARCH.

***USING DYNAMIC ARMA-GARCH MODEL TO FORECAST STOCK RATE
DYNAMICS***

Shemyakina M. A.

assistant,

Institute of Service and Entrepreneurship (branch) of DSTU in Shakhty,

Shakhty, Russia

Kleimenkin D. V.

student,

Institute of Service and Entrepreneurship (branch) of DSTU in Shakhty,

Shakhty, Russia

Abstract

This article is devoted to the study of the effectiveness of forecasting the dynamics of expenses of Sberbank (SBER) for the period from January 2005 to March 2021, for which various combinations of ARMA and GARCH models were analyzed. It was found that the distribution of financial time series differs from normal. Also, the yield on ordinary shares of Sberbank (SBER) is not autocorrelated. It was concluded that there is no regularity in the autocorrelations of various lags. Combinations of ARMA and GARCH models were considered to predict profitability. As a result of the accuracy indicator, MASE showed that dynamic ARMA-GARCH models are quite effective and suitable models for studying yield series.

Keywords: financial time series, forecasting, volatility clustering, ARMA, GARCH.

Происходящие экономические и политические события в стране и мире привели к повышению интереса в области количественного инвестирования.

Начало количественного инвестирования было положено в 1952 году работой Гарри Марковица по формированию портфеля. Используя математику для формирования портфеля с оптимальным набором активов путем достижения наилучшего соотношения риска и доходности (минимизация риска и максимизация доходности), он заложил основу применения математических моделей в сфере инвестирования.

Современное количественное инвестирование полагается исключительно на математические модели для принятия инвестиционных решений [1]. Используя общедоступные данные, количественные модели стремятся выявить статистические закономерности во временных рядах, которые впоследствии используются для определения возможного направления изменения цены актива.

Среди разработанных моделей особый интерес вызывают модели обобщенной авторегрессионной условной гетероскедастичности (Generalized AutoRegressive Conditional Heteroscedasticity (GARCH)). Эти модели широко используются в финансовых исследованиях [2], [3], [4] благодаря их способности учитывать изменяющуюся во времени волатильность и кластеризацию волатильности, которые относятся к характерным признакам финансовых временных рядов.

В рамках данной работы в качестве объекта исследования были выбраны дневные котировки акций ПАО «Сбербанк» (SBER) за период с января 2005 года по март 2021 года.

В таблице 1 приведены описательные статистики ежедневных логарифмических доходностей SBER.

Таблица 1 – Описательные статистики ежедневных логарифмических доходностей

Среднее значение,	Среднее значение,	Асимметрия, skew	Эксцесс, kurt	Стационарность		Engle's ARCH
				ADF	KPSS	

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

mean	mean					
0.000742	0.026792	0.000853	16.0720	3.289e-18	1.000e-01	6.871e-218

В результате анализа данных, представленных в таблице 1, можно сделать следующие выводы:

- распределение ежедневных логарифмических доходностей акций отличается от нормального;
- логарифмы ежедневной доходности содержат кластеризацию волатильности.

Подтверждением того, что распределение временных рядов отличается от нормального также является гистограмма дневной доходности.

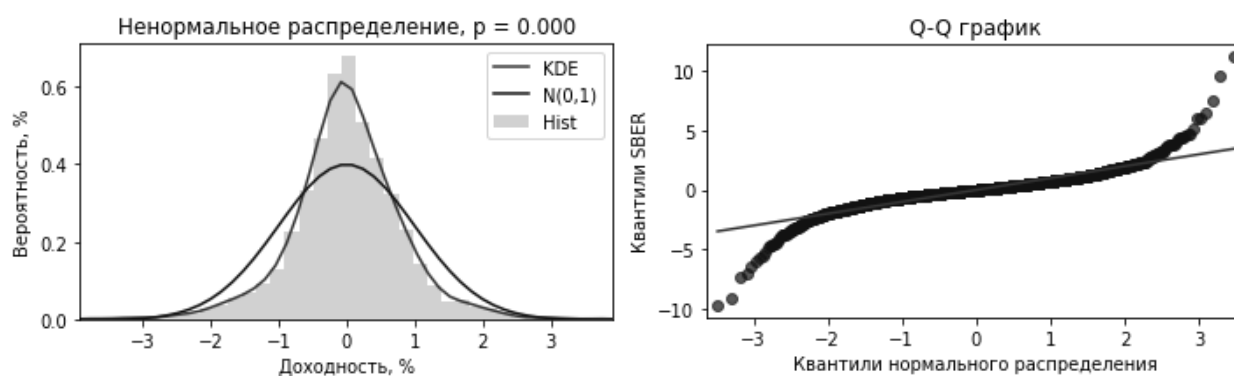


Рис. 1 - Гистограмма дневной доходности SBER, Q-Q график [авторская разработка]

Согласно графикам автокорреляции (ACF) и частичной автокорреляции (PACF) (рисунок 2) можно сделать вывод о том, что доходность обыкновенных акций Сбербанка (SBER) не автокоррелирована. Таким образом, можно говорить об отсутствии какой-либо закономерности в автокорреляциях акций для различных лагов.

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

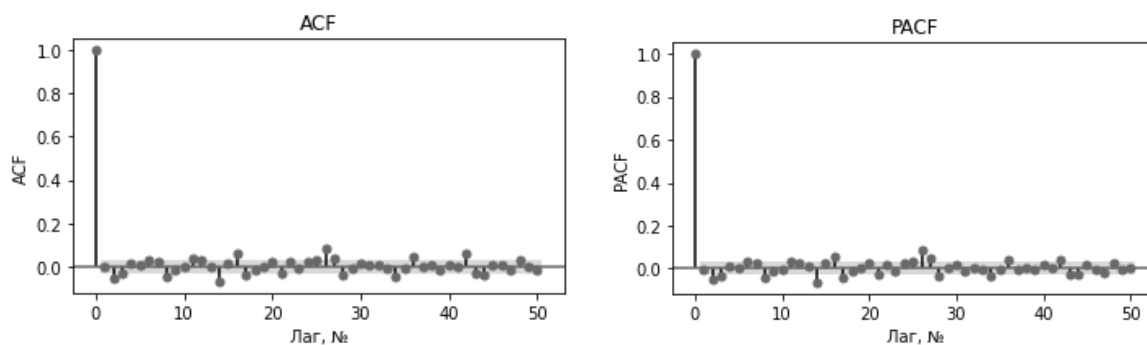


Рис. 2 – Графики ACF и PACF доходности SBER [авторская разработка]

График доходности обыкновенных акций Сбербанка, представленный на рисунке 3, демонстрирует ярко выраженный эффект кластеризации волатильности. Данное свойство важно учитывать в дальнейшем при определении оптимальной модели прогнозирования.

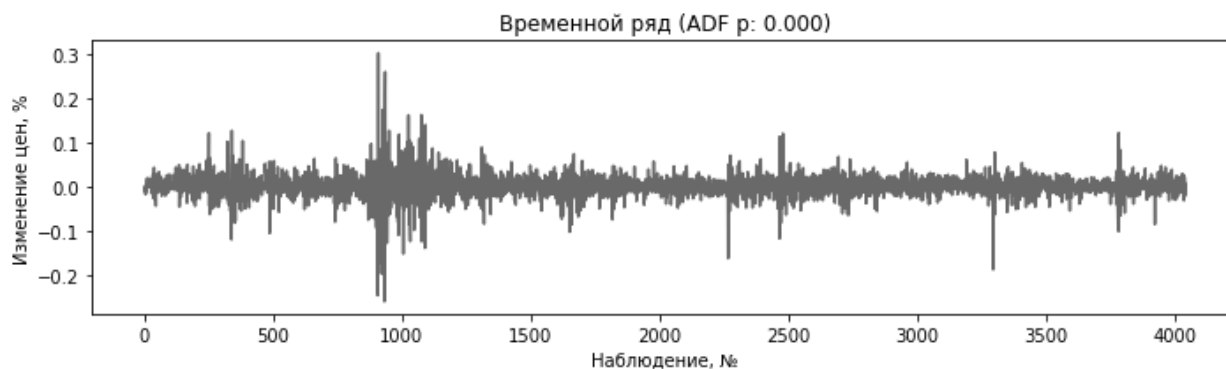


Рис. 3 - Ежедневные логарифмические доходности SBER [авторская разработка]

Кластеризация волатильности представляет собой тенденцию к возникновению волатильности на финансовых рынках группами [5]. Ожидается, что за большой доходностью последует большая прибыль, а небольшая доходность будет сопровождаться небольшой прибылью.

Основываясь на проведенном статистическом анализе временных рядов, можно сделать вывод о необходимости использования модели, которая способна учитывать автокорреляцию квадратов доходности, волатильность кластеризации, а также гетероскедастичность:

Одной из самых общих моделей для прогнозирования временных рядов является модель авторегрессионного скользящего среднего (ARMA) [3].

Модель ARMA (p, q) можно записать следующим образом:

$$y_t = c + a_1 y_{t-1} + a_2 y_{t-2} + \dots + a_p y_{t-p} + c_1 \varepsilon_{t-1} + c_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + c_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Следовательно, модель ARMA может объяснить взаимосвязь временного ряда как со случайным шумом (часть скользящего среднего), так и с самим собой на предыдущем шаге (часть авторегрессии).

Обобщенная авторегрессионная модель условной гетероскедастичности (GARCH) используется для моделирования изменяющейся во времени волатильности. В общем случае модель GARCH(p, q) может быть описана следующим образом:

$$\sigma^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i \sigma_{t-i}^2 \quad (2)$$

где ω – константа; q – количество последних изменений цен, влияющих на текущее значение волатильности; α_i – весовые коэффициенты, определяющие степень влияния предыдущих значений остатков на текущее значение волатильности (ARCH-параметры); ε_{t-i}^2 – лаговое значение квадрата остатка в момент времени $t - i$; p – количество предшествующих оценок волатильности, влияющих на ее текущее значение; β_i – весовые коэффициенты, определяющие степень влияния предыдущих оценок волатильности на ее текущее значение (GARCH-параметры).

В данном исследовании для повышения эффективности прогнозирования доходности нами были рассмотрены комбинации моделей ARMA и GARCH.

Можно выделить следующие этапы моделирования с использованием динамической модели ARMA-GARCH:

1. Перебор всех комбинаций входных параметров модели ARMA (p, q), используя метод GridSearch.

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

2. Выбор параметров модели ARMA (p, q), используя информационный критерий Акаике.
3. Анализ полученных остатков на гетероскедастичность.
4. Остатки модели ARMA подаются на вход моделям GARCH.
5. Выбор параметров моделей GARCH (p, q) аналогично подбору параметров модели ARMA (p, q).
6. Оптимизация моделей GARCH (p, q) к временному ряду.
7. Анализ остатков и квадратов остатков на предмет автокорреляции и гетероскедастичности.
8. Получение прогнозов доходности и волатильности вне выборки на один день вперед.

Для реализации и тестирования динамической модели ARMA-GARCH был выбран язык программирования Python. В качестве оценки точности прогнозирования доходности были использованы три показателя: средняя абсолютная ошибка (MAE); среднеквадратичная ошибка (RMSE); средняя абсолютная масштабированная ошибка (MASE).

В результате моделирования показатель точности MASE показал, что динамические модели ARMA-GARCH являются достаточно эффективными и подходящими моделями для изучения рядов доходности. Таким образом, на основе ошибки прогнозирования MASE можно сделать вывод о том, что модели ARMA-GARCH дают более точный результат по сравнению с наивным методом предсказания. Дальнейшая работа будет направлена на исследование таких методов прогнозирования финансовых временных рядов, как нейронные сети; модели на классификационно-регрессионных деревьях; цепи Маркова; кросс-спектральный анализ.

Библиографический список

1. Лавренова Е.С. Особенности биржевой торговли российского рынка ценных бумаг // *Juvenis scientia*. 2016. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-birzhev> (дата обращения: 15.05.2021).
2. Борочкин А.А. Волатильность и предсказуемость валютного курса российского рубля // *Финансы и кредит*. - 2017. - №5 (725). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/volatilnost-i-predskazuemost-valyutnogo-kursa-rossiyskogo-rublya> (дата обращения: 15.05.2021).
3. Fredrik O.H.H., Anders H.R. A Dynamic ARMA-GARCH Model: Forecasting Returns and Trading at the Oslo Stock Exchange. Master of Science degree. 2018. P. 94. URL: <http://hdl.handle.net/11250/2573100> (дата обращения: 17.05.2021).
4. Публичное акционерное общество «Московская биржа ММВБ-РТС». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.moex.com/ru/index/MOEX10> (дата обращения: 18.05.2021).
5. Полякова Т.Н. Российский рынок акций: динамика и состояние // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*. 2016. №3 (336). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rossiyskiy-rynok-ak> (дата обращения: 18.05.2021).

Оригинальность 93%