РАЗДЕЛ ХLI. МОДЕЛИРОВАНИЕ

Карпенко Н.В.¹, Карпенко С.М.²

Методика построения эконометрической прогнозной модели курса акций
транспортно-логистической компании

¹ФГАУО ВО «Российский Университет Транспорта» (РУТ «МИИТ»)

²ФГАУО ВО «Национальный исследовательский технологический университет
«МИСис»
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/lj-04-2021-321

Аннотация

Предлагается методика построения эконометрической прогнозной модели курса акций транспортно-логистической компании. Влияние внешних факторов на котировки акций оценивается волатильностью. Прогнозирование курса акций производится на основе авторегрессионной модели. Состав факторных переменных определяется автокорреляционной функцией. Оценивается качество и точность модели. Предложенная методика может быть использована для прогнозирования временных рядов показателей с адаптацией к предметной области.

Ключевые слова: Методика, эконометрическая прогнозная модель, курс акций, волатильность, модель авторегрессии, предпосылки метода наименьших квадратов, точность модели.

Abstract

A method for constructing an econometric forecast model of the share price of a transport and logistics company is proposed. The impact of external factors on stock prices is assessed by volatility. Stock price forecasting is based on an autoregressive model. The composition of the factor variables is determined by the autocorrelation function. The quality and accuracy of the model are evaluated. The proposed method can be used to predict time series of indicators with adaptation to the subject area.

Keywords: Methodology, econometric predictive model, volatility, autoregression model, prerequisites of the least squares method, model accuracy.

Эконометрические методы и модели широко применяются для исследования динамики производственных, экономических, финансовых и других показателей с учетом влияния различных внешних и внутренних факторов. Анализ динамики курсов акций компаний, предоставляемых фондовыми биржами, должен учитывать множество факторов, которые носят как кратковременный, так и долговременный характер. Рассмотрение нескольких факторов, оказывающих влияние на размер котировок, существенно усложняет прогностическую модель. Ввиду этого предлагается описывать курс акций достаточно простой моделью, а влияние внешних факторов учитывать при выборе временного интервала с относительно стабильным их влиянием на рынок ценных бумаг.

Ценные бумаги (акции) – волатильный актив, зависящий от отрасли экономики, размера компании, количества акций в обращении, формы финансовой отчетности и других внутренних и внешних факторов.

Для определения масштаба ретроспективы и определения длины интервала наблюдений воспользуемся волатильностью, как индикатором подверженности акции влияниям изменяющегося рынка. Волатильность V_t котировок y_t за период $t = 1, 2, \dots, n$ составляет

$$V_t = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (d_t - \bar{d})^2}{n-1}} \cdot 100\% ,$$

где $d_t = \ln \frac{y_t}{y_{t-1}}$, $\bar{d}$ – средняя за период.

Выбирается временной интервал, на котором $|V_t| < \Delta_{V_t}$, значение Δ_{V_t} задается исходя из особенностей компании, требуемой точности прогноза и др.

Прогнозирование курса акций транспортно-логистической компании y_t осуществляется с помощью модели авторегрессии AR(p):

$$y_t = b_1 \cdot y_{t-1} + b_2 \cdot y_{t-2} + \dots + b_p \cdot y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Здесь y_{t-l} , ($l = 1, 2, \dots, p$) – значения переменной y_t в соответствующие моменты времени; p – порядок модели; b_l – параметры модели; ε_t – случайное отклонение.

Для определения порядка модели и состава факторных переменных y_{t-l} используется автокорреляционный анализ. Находятся коэффициенты автокорреляции:

$$r_l = \frac{\sum_{t=l+1}^n (y_t - \bar{y}_t)(y_{t-l} - \bar{y}_{t-l})}{\sqrt{\sum_{t=l+1}^n (y_t - \bar{y}_t)^2 \cdot \sum_{t=l+1}^n (y_{t-l} - \bar{y}_{t-l})^2}} \quad (2)$$

В уравнение (1) включаются факторы y_{t-l} , для которых $\text{abs}(r_l) > 0,7$.

Параметры b_l уравнения (1) оцениваются с помощью системы уравнений Юла-Уокера, построенной на основе автокорреляционной функции (2).

Теоретически оценки Юла-Уокера несмещенные и эффективные. Однако на практике эти свойства могут не подтверждаться, что обусловлено возможной коллинеарностью y_{t-l} и ε_t . Нарушением этих свойств оценок обычно пренебрегают. Оценка параметров авторегрессионного уравнения в среде Excel – трудоемкая процедура. Для их нахождения рекомендуется использовать статистические пакеты, а в случае проведения большого количества расчетов – программирование.

Считается, что модель AR(p) имеет хорошее качество, если ее остатки ε_t удовлетворяют предпосылкам метода наименьших квадратов (МНК).

1. Проверка случайности остатков обычно осуществляется с помощью критерия поворотных точек, выполнением неравенства (с доверительной вероятностью 0,95):

$$\frac{2}{3}(n-2) - 1,96\sqrt{\frac{16n-29}{90}} < p < \frac{2}{3}(n-2) + 1,96\sqrt{\frac{16n-29}{90}} ,$$

где p – число поворотных точек, n – длина ряда.

2. Оценка статистической значимости равенства нулю среднего остатков $\bar{\varepsilon} = 0$ подтверждается t-критерием.

3. Для проверки постоянства дисперсии остатков σ_{ε}^2 модели AR(p) традиционно используют тест Голдфелда-Квандта («длинные» ряды) и коэффициент ранговой корреляции Спирмена («короткие» ряды). Для снижения трудоемкости вычислительных процедур рекомендуется использовать статистические пакеты.

4. Традиционно независимость остатков проверяется с помощью критерия Дарбина-Уотсона, однако он применяется для выявления автокорреляции остатков только первого порядка и не применим к моделям AR(p) при $p > 1$. Для анализа

независимости остатков необходимо использовать метод, не зависящий от типа используемой модели, например, критерий серий.

5. Для проверки подчинения остатков ε_t нормальному закону, наиболее часто используется критерий χ^2 Пирсона. Однако применение критериев согласия требует довольно большого объема данных ($n > 100$). Поэтому при небольшом объеме данных проверку гипотезы о виде функции распределения проводят графически или приближенными методами, например, основанными на асимметрии и эксцессе (критерий Жарка-Берра и др.). Существующие критерии проверки согласованности эмпирических и теоретических частот обладают разной мощностью. При выборе критерия руководствуются целями исследования и заявленной точностью прогноза.

Как правило, при оценке точности математических моделей используют среднюю относительную ошибку аппроксимации:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{\varepsilon_t}{y_t} \right| \cdot 100\% .$$

В то же время, при исследовании финансовых рядов, установлено, что ошибка аппроксимации MAPE чувствительна к длине, масштабу и размерности ряда и приводит к неоправданному завышению или занижению точности. Эти недостатки частично устраняются при использовании симметричной версии оценки точности:

$$sMAPE = \frac{2}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t + \hat{y}_t} \right| \cdot 100\% .$$

При прогнозировании по модели, обладающей определенной точностью, считается, что прогнозные значения y_t на всем горизонте прогноза обладают той же точностью, при условии выполнения требований МНК в части остатков.

Решение задачи оценки и прогнозирования курса акций основано на анализе нескольких характеристик. При сравнении величины волатильности и средней относительной ошибки аппроксимации выявляется взаимосвязь между точностью модели и степенью изменчивости рынка. В нетипичном случае с этой целью используется коэффициент автокорреляции первого порядка.

Предложенная методика прогнозирования курса акций может быть использована для эконометрического моделирования временных рядов различных показателей с некоторой корректировкой аппарата математической статистики с учетом особенностей изучаемой предметной области.

1. Айвазян С.А., Фантащини Д. Эконометрика-2: продвинутый курс с приложениями в финансах: учебник / С.А. Айвазян, Д. Фантащини. – М.: Магистр: Инфра-М, 2015. – 944 с.
2. Эконометрика: Учебник / Под ред. И. И. Елисеевой. – М.: Финансы и Статистика, 2003. – 344 с.
3. Тихомиров Н.П., Дорохина Е.Ю. Учебник по дисциплине «Эконометрика» / Н. П. Тихомиров, Е. Ю. Дорохина. – М.: Изд-во Рос. экон. акад., 2002. – 640 с.
4. Домбровский В.В. Эконометрика : Учебник / В. В. Домбровский. – Т.: Томский государственный университет, 2016. – 342 с.
5. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А., Анализ данных на компьютере: учебное пособие. – Новое издание. – М.: МЦНМО, 2016. – 368 с.