Свиязов Владимир Андреевич

**Применение нечёткой модели GARCH для прогнозирования волатильности фондовых индексов российского рынка**

Рассматривается проблема моделирования волатильности финансовых инструментов. Интерес к этой задаче проявляется как со стороны научного сообщества, так и со стороны специалистов-практиков. Один из возможных подходов к прогнозированию волатильности – нечёткое моделирование временного ряда волатильности, одной из разновидностей которого и посвящён доклад.

Наиболее распространено в области классических временных рядов в контексте задачи моделирования волатильности семейство моделей авторегрессии – условной гетероскедастичности [1]. Модели из этого семейства служат эталонными моделями в исследованиях, направленных на разработку других подходов к решению проблемы – они выступили таковыми и в предлагаемом исследовании.

Предлагаемый в докладе подход представляет собой комбинацию модели GARCH и системы нечёткого вывода типа Такаги–Сугено [2 – 5]. Модель предполагает разбиение входных данных на несколько нечётких кластеров, каждому из которых соответствует нечёткое правило вида «если – то». Элемент правила «то», именуемый консеквентом, имеет вид модели GARCH; элемент «если», называемый антецедентом, – некоторая функция принадлежности, определяющая степень активации кластера. Для получения выходного значения всей модели подсчитывается взвешенное среднее выходных значений локальных моделей (моделей GARCH, соответствующих кластерам), где весами выступают значения функций принадлежности. За счёт этой процедуры обеспечивается так называемое мягкое переключение между локальными моделями, благодаря которому удаётся избежать резких «скачков» выходного значения на границах кластеров.

Нечёткие модели, используемые для прогнозирования волатильности, служат объектом изучения в различных научных работах. Нечёткие модели авторегрессии – условной гетероскедастичности представлены в таких статьях, как [6 – 9]. В этих исследованиях авторы применяют модели к доходностям фондовых индексов развивающихся и развитых экономик, а также к курсам различных валютных пар. Также есть и работы, посвящённые моделированию волатильности посредством нечёткой логики, не использующие парадигму модели GARCH: [10 – 12].

Предлагаемая к рассмотрению модель применялась к историческим значениям доходности основных фондовых индексов российского рынка: Индексу МосБиржи и Индексу РТС. Проведённые исследования демонстрируют конкурентоспособность нечёткой модели GARCH в сравнении с классической моделью авторегрессии – условной гетероскедастичности. В отдельных случаях нечёткая модель показывает превосходящие по прогнозным характеристикам результаты. Наравне с модификациями классической модели GARCH, рассматриваемая нечёткая модель позволяет учесть такие факторы, как кластеризация ряда доходностей и асимметрия распределения этого ряда – свойства, которые демонстрируют финансовые рынки в реальности. В то же время нечёткая модель GARCH предоставляет большую свободу для учёта этих явлений, поскольку в ней не ограничивается количество кластеров и может задаваться различная форма функций принадлежности.

**Список литературы**

1. *Tsay R.S.* Analysis of Financial Time Series. 3rd ed. John Wiley & Sons, 2010
2. *Takagi T., Sugeno M.* Fuzzy identification of systems and its applications to modeling and control // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. 1985. Vol. SMC-15, № 1. P. 116–132
3. *Sugeno M., Kang G.T.* Structure identification of fuzzy model // Fuzzy Sets and Systems. 1988. Vol. 28, № 1. P. 15–33
4. *Baczyński M., Jayaram B.* Fuzzy Implications. Springer Berlin, Heidelberg, 2008
5. *Пегат А.* Нечеткое моделирование и управление. 2nd ed. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013
6. *Hung J.-C.* Adaptive Fuzzy-GARCH model applied to forecasting the volatility of stock markets using particle swarm optimization // Information Sciences. 2011. Vol. 181, № 20. P. 4673–4683
7. *Luna I., Ballini R.* Adaptive fuzzy system to forecast financial time series volatility // Journal of Intelligent and Fuzzy Systems. 2012. Vol. 23. P. 27–38
8. *Maciel L., Gomide F., Ballini R.* Enhanced evolving participatory learning fuzzy modeling: An application for asset returns volatility forecasting//Evolving Systems*. 2013. Vol. 5. P. 1–14*
9. *Maciel L., Gomide F. Ballini R.* Evolving Fuzzy-GARCH Approach for Financial Volatility Modeling and Forecasting // Comput. Econ. 2016. Vol 48, P. 379–398
10. *Thavaneswaran A. et al.* Novel Data-Driven Fuzzy Algorithmic Volatility Forecasting Models with Applications to Algorithmic Trading // 2020 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE). 2020. P. 1–8
11. *Tan L., Wang S., Wang K.* A new adaptive network-based fuzzy inference system with adaptive adjustment rules for stock market volatility forecasting // Information Processing Letters. 2017. Vol. 127. P. 32–36
12. *Troiano L., Mejuto E., Kriplani P.* An alternative estimation of market volatility based on fuzzy transform // IFSA-SCIS 2017 - Joint 17th World Congress of International Fuzzy Systems Association and 9th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems. 2017. P. 1–6