

НЕЧЁТКАЯ ОЦЕНКА ХАРАКТЕРА РЫНКА ЦЕННЫХ БУМАГ

Г.Я. Ратушняк, А.Г. Суханова

АНОО ВО «Одинцовский гуманитарный университет», 143000, Московская область, г. Одинцово, ул. Ново-Спортивная, д. 3.
Филиал ФГБОУ ВПО «МГИУ» в г. Рославле, 216500, Смоленская обл., г. Рославль, ул. Каляева, 65-Б.

.....

Чтобы принимать правильные решения относительно покупки или продажи финансовых активов, требуется определение характера рынка ценных бумаг. Существующие методы анализа состояния рынка ценных бумаг в полной мере не учитывают вероятностное распределение состояний и нечётко-множественное описание характера рынка ценных бумаг. Для эффективной работы на рынке ценных бумаг требуются новые методы анализа и прогнозирования его состояния. В работе предложен нечётко-множественный алгоритм для оценки характера рынка ценных бумаг. Данный алгоритм содержит операции теории нечётких множеств. Нечёткость характера рынка ценных бумаг проявляется в «размытости» границ его разновидностей. Благодаря теории нечётких множеств могут быть описаны нечёткие понятия и знания, можно оперировать этими знаниями и делать нечёткие выводы. В настоящее время нечёткие множества широко используются в различных областях.

В данной статье была разработана экспертная система нечёткого вывода для нечёткой оценки характера рынка ценных бумаг. В качестве инструментальной среды разработки была использована система компьютерной математики Mathcad. Для характеристики рынка в работе был применён индекс РТС. Разработанная экспертная система позволяет по введённым конкретным значениям входных показателей получать оценку характера рынка ценных бумаг. Применение данной экспертной системы позволяет пользователям системы устранять неопределённость при принятии решений, ориентироваться в ситуации на рынке ценных бумаг и принимать правильные решения относительно покупки или продажи финансовых активов. Разработанная в данной статье экспертная система была применена для случая волатильного рынка.

.....

Ключевые слова: система нечёткого вывода, теория нечётких множеств, волатильность рынка, экспертная система.

Определение характера рынка ценных бумаг необходимо для принятия правильных решений в отношении покупки или продажи финансовых активов: если «медвежий» рынок – то желательна продажа ценных бумаг; если «бычий» рынок – то целесообразна покупка ценных бумаг. В данном случае «медвежий» рынок – это рынок, на котором наблюдается тенденция к понижению цен, а на «бычьем» рынке устанавливается тенденция роста цен. На рынке «быков» инвесторы предвидят предстоящий подъём и покупают акции. На рынке «медведей» инвесторы ожидают исключительно падения прибылей компаний и начинают продавать ценные бумаги.

В настоящее время для оценки состояния рынка ценных бумаг используются различные методы. К основным методам анализа этих рынков можно отнести: психологический, фундаментальный, технический (с помощью технических индикаторов), графический, свечной, фрактальный, а также синтез технического и фундаментального анализов. В последнее время всё более популярными становятся психологические аспекты оценки рынка ценных бумаг, появилось целое исследовательское направление, получившее название «поведенческих финансов». Действительно, даже если компания получает положительную оценку по результатам фундаментального и технического анализов, но общественное мнение не разделяет такого оптимизма, то именно последнее скорее всего скажется на поведении потенциальных инвесторов.

Фундаментальный анализ представляет собой метод классификации компаний на основе экономических факторов, цель которого – определение реальной стоимости акций. Для расчёта реальной стоимости акций используются важнейшие показатели деятельности компании, собираемые из различных источников. Также при фундаментальном анализе рассматриваются данные о ситуации на рынке в целом, макроэкономические показатели, изучается социально-политическая ситуация в стране. Технический анализ – это анализ тенденций изменения цен и объёмов торговли ценными бумагами в прошлом для предвидения изменения цен в будущем.

Рассмотренные выше методы имеют свои достоинства и недостатки. Одним из недостатков фундаментального анализа является то, что большая часть фундаментальной информации «размыта». К недостаткам технического анализа можно отнести то, что нельзя предвидеть достаточно точно тенденции рынка ценных бумаг на довольно длительный период. При осуществлении технического анализа полезно принимать во внимание и результаты фундаментального анализа. Существующие методы также в полной мере не учитывают вероятностное распределение состояний и нечётко-множественное описание характера рынка ценных бумаг. Для эффективной работы на рынке ценных бумаг

требуются новые методы анализа и прогнозирования его состояния.

В данной работе для описания понятия «характер рынка ценных бумаг» была применена теория нечётких множеств, в связи с тем, что природа этого понятия носит нечёткий характер. Эта нечёткость проявляется в «размытости» границ разновидностей рынков ценных бумаг. Благодаря теории нечётких множеств можно описывать нечёткие понятия и знания, оперировать этими знаниями и делать нечёткие выводы [4]. В настоящее время нечёткие множества широко используются в различных областях, например, в статье М.Б. Суханова и А.Г. Сухановой описаны возможности системы MATLAB при построении систем нечёткого вывода для определения готовности преподавателя к проектированию информационной образовательной исследовательской среды вуза [7]. Применение нечётких множеств в управлении корпоративными финансами и для оценки эффективности и риска фондовых инвестиций, а также рыночного риска рассмотрены в монографии Н.Л. Маренкова [1] и докладе А.Г. Сухановой и М.Б. Суханова [6].

В настоящей статье авторами разработана экспертная система нечёткого вывода для оценки характера рынка ценных бумаг. Экспертная система (система, основанная на знаниях) – сложный программный комплекс, аккумулирующий знания специалистов в конкретных предметных областях [5]. Для работы с нечёткими множествами большими возможностями обладает пакет расширения *Fuzzy Logic* системы MATLAB. В данной статье в качестве инструментальной среды разработки была использована система компьютерной математики *Mathcad*. Для характеристики рынка в работе был использован индекс РТС. РТС – это крупнейшая и наиболее активно используемая в России электронная биржевая площадка. Индекс РТС рассчитывается каждые полчаса в течение всей торговой сессии на основании данных о сделках, заключённых в РТС с наиболее ликвидными акциями [1].

В качестве выходного параметра системы нечёткого вывода будем рассматривать нечёткую лингвистическую переменную (ЛП) «Характер рынка». В качестве входных параметров выбраны две нечёткие лингвистические переменные: «Доходность рынка», «Волатильность рынка». Экспертные знания о данной проблемной области могут быть представлены в виде следующих правил [3]:

– если рынок с относительно высокой или высокой доходностью и умеренной его волатильностью, то это – «бычий» рынок;

– если рынок с отрицательной доходностью, сравнительно высокой по модулю при умеренной волатильности рынка, то это – «медвежий» рынок;

– если рынок с низкой по модулю доходностью и умеренной волатильностью, то это – «нейтральный» рынок;

Таблица 1.

Правила нечёткого вывода при различных значениях входных переменных

Доходность рынка	Волатильность рынка	Выдаваемый системой результат: характер рынка
Высокая	Умеренная	«Бычий»
Отрицательная, сравнительно высокая по модулю	Умеренная	«Медвежий»
Низкая по модулю	Умеренная	«Нейтральный»
Любая	Неумеренная	«Волатильный»

– если рынок с неумеренной волатильностью, то это «волатильный» рынок.

Сформулированные выше правила можно представить в виде табл. 1.

Терм-множество значений первой ЛП «Доходность рынка» зададим как множество $T_1 = \{\text{«низкая»}, \text{«средняя»}, \text{«высокая»}\}$, а терм-множество второй ЛП «Волатильность рынка» зададим как множество $T_2 = \{\text{«умеренная»}, \text{«неумеренная»}\}$. Терм-множество значений выходной ЛП «Характер рынка» зададим как множество $T_3 = \{\text{«медвежий»}, \text{«нейтральный»}, \text{«бычий»}, \text{«волатильный»}\}$.

Доходность рынка будем рассчитывать как дневную доходность в расчёте на год [2] по формуле (1):

$$R_{market} = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \cdot 260 \cdot 100\%, \quad (1)$$

где W_1 – значение индекса РТС в точке t_1 ,
 W_0 – значение индекса РТС в точке t_0 ,
 260 – среднее количество торговых дней в году.

Для доходности рынка будем использовать следующую шкалу границ доходности рынка (см. табл. 2):

Таблица 2.
Шкала границ доходности рынка

Границы зон доходности, %	<-241	-241 – 143	>143
Зоны доходности	низкая	средняя	высокая

Для волатильности рынка будем использовать следующую шкалу границ волатильности (см. табл. 3):

Таблица 3.
Шкала границ волатильности рынка

Границы зон волатильности рынка, %	<40	>40
Зоны волатильности	умеренная	неумеренная

Волатильность (изменяемость) – это величина ожидаемых или исторически сложившихся колебаний цены на акции в процентах [8]. Волатильность можно определить путём расчёта математического среднеквадратического отклонения по формуле (2):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}, \quad (2)$$

где x_i – значения цены на анализируемые ценные бумаги за рассматриваемый период,
 \bar{x} – среднее значение цены за рассматриваемый период,

n – количество значений цен.

Для термов входной переменной «Волатильность рынка» будем использовать трапециевидные функции принадлежности. Значение трапециевидной функции принадлежности в точке x вычисляется согласно (3):

$$f(x) = \begin{cases} 1 - \frac{b-x}{b-a}, & \text{если } a \leq x \leq b \\ 1, & \text{если } a \leq x \leq b \\ 1 - \frac{x-c}{d-x}, & \text{если } c \leq x \leq d \\ 0, & \text{в остальных случаях} \end{cases} \quad (3)$$

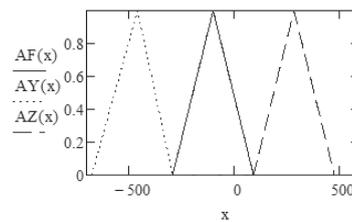
Для термов входной переменной «Доходность рынка», а также выходной переменной «Характер рынка» будем использовать треугольные функции принадлежности. Значение треугольной функции принадлежности в точке x вычисляется согласно (4):

$$f(x) = \begin{cases} 1 - \frac{b-x}{b-a}, & \text{если } a \leq x \leq b \\ 1 - \frac{x-b}{c-b}, & \text{если } b \leq x \leq c \\ 0, & \text{в остальных случаях} \end{cases} \quad (4)$$

На рис. 1 показано задание треугольных функций принадлежности для термов входной переменной «Доходность рынка» в системе Mathcad.

Рис.1. Задание функций принадлежности для термов входной переменной «Доходность рынка».

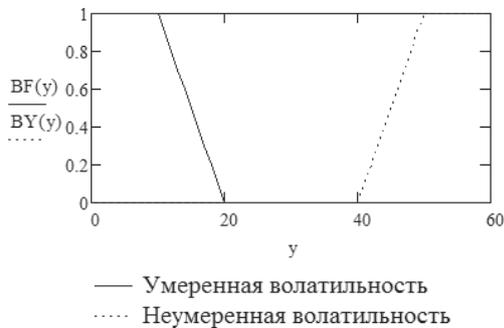
$$AFYZ(x) := \max(AF(x), AY(x), AZ(x))$$



- Низкая доходность
- Средняя доходность
- - Высокая доходность

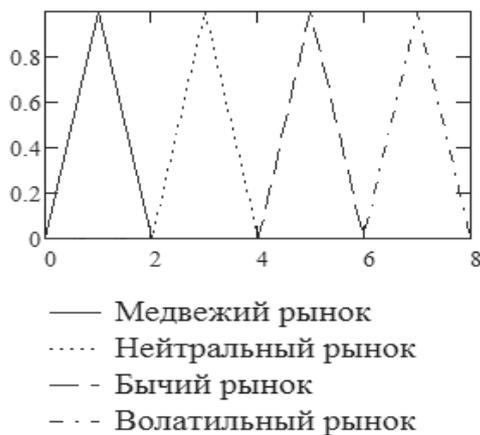
На рис. 2 показано задание трапецевидных функций принадлежности для термов входной переменной «Волатильность рынка» в системе Mathcad.

Рис. 2. Задание функций принадлежности для термов входной переменной «Волатильность рынка».



На рис. 3 показано задание треугольных функций принадлежности для термов выходной переменной в системе Mathcad.

Рис.3. Задание функций принадлежности для термов выходной переменной «Характер рынка».



Результат нечёткого вывода представлен на рис. 4 и 5, при «чётких значениях» входных переменных, равных -300 и 60.

Рис. 4. Результат нечёткого вывода при значениях входных переменных [-300 и 60] в системе Mathcad.

↳ Задаем четкие значения входных переменных

$$x := -300 \quad y := 60$$

Вычисляем значения функций принадлежности, соответствующие значениям входных переменных

$$AF(x) = 0 \quad AY(x) = 0.063 \quad AZ(x) = 0 \quad BY(y) = 1 \quad BF(y) = 0$$

Находим уровни отсечения функции принадлежности выходной переменной

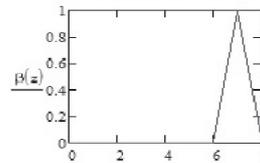
$$\alpha_1 := \min(AY(x), BF(y)) \quad \alpha_1 = 0 \quad \alpha_2 := \min(AF(x), BF(y)) \quad \alpha_2 = 0 \\ \alpha_3 := \min(AZ(x), BF(y)) \quad \alpha_3 = 0 \quad \alpha_4 := BY(y) \quad \alpha_4 = 1$$

Находим объединение усеченных функций принадлежности $z := 0..8$

$$C1(z) := \min(\alpha_1, CF(z)) \quad C2(z) := \min(\alpha_2, CY(z)) \quad C3(z) := \min(\alpha_3, CZ(z)) \\ C4(z) := \min(\alpha_4, CM(z)) \quad \beta(z) := \max(C1(z), C2(z), C3(z), C4(z))$$

Рис. 5. Результат нечёткого вывода при значениях входных переменных [-300 и 60] в системе Mathcad (продолжение).

Строим график функции принадлежности переменной вывода



Находим "четкое" значение переменной вывода центроидным методом

$$+ \frac{0 \cdot \beta(0) + 8 \cdot \beta(8) + \sum_{i=1}^7 (i \cdot \beta(i))}{1} = 7$$

Из рис. 5 видно, что, если задать первой входной переменной значение -300, что будет соответствовать низкой доходности рынка, второй переменной – значение 60, что соответствует неумеренной волатильности рынка, то мы получаем «чёткое значение» выходной переменной, равное 7, что соответствует волатильному характеру рынка.

В заключение можно констатировать: в работе предложен нечётко-множественный алгоритм для оценки характера рынка ценных бумаг. В алгоритме применяются операции теории нечётких множеств. Предложенный алгоритм реализован в среде компьютерной математики Mathcad. Проведённые вычислительные эксперименты позволили сделать следующие выводы:

- понятие «характер рынка ценных бумаг» носит нечёткий характер и для его описания возможно применение теории нечётких множеств;
- разработанная экспертная система позволяет по введённым конкретным значениям входных показателей получать оценку характера рынка ценных бумаг, что позволяет её пользователям снимать неопределённость принимаемых решений при работе с финансовыми активами, ориентироваться в сложившейся ситуации на рынке ценных бумаг и принимать правильные решения относительно покупки или продажи финансовых активов.

Список литературы

1. Маренков Н.Л. Ценные бумаги. Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. 608 с.
2. Мосунова Т.Г. Комплекс адаптивных моделей управления портфелем ценных бумаг: автореф. дис. (канд.) экон. наук. Иваново, 2008. 22 с.
3. Недосекин А.О. Нечётко-множественный анализ риска фондовых инвестиций. СПб.: Сезам, 2002. 181 с.
4. Пивкин В.Я., Бакулин В.П., Кореньков Д.И. Нечёткие множества в системах управления. Новосибирск: Изд-во НГУ, 1998. 75 с.
5. Рыбина Г.В. Проектирование систем, основанных на знаниях. Учебное пособие. М.: МИФИ, 2000. 102 с.
6. Суханова А.Г., Суханов М.Б. Система нечёткого вывода для оценки рыночного риска // Системы компьютерной математики и их приложения: материалы XIV Международной научной конференции. Смоленск: Изд-во СмолГУ, 2013. Вып. 14. С. 106–109.
7. Суханов М.Б., Суханова А.Г. Нечёткая оценка готовности преподавателя к проектированию образовательной среды // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. 2013. № 2. С. 15–19.
8. Хаертфельдер М., Лозовская Е., Хануш Е. Фундаментальный и технический анализ рынка ценных бумаг. СПб.: Питер, 2005. 352 с.

Об авторах

Ратушняк Григорий Яковлевич – д.техн.н., профессор, начальник отдела научного развития и подготовки кадров высшей квалификации, профессор кафедры прикладной информатики, АНО ВО «Одинцовский гуманитарный университет». E-mail: ratushnjak@yandex.ru.

Суханова Анна Геннадьевна – к.техн.н., доцент, доцент кафедры прикладной математики и информационных технологий Филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный индустриальный университет» в г. Рославле Смоленской области. E-mail: Ann-Sukhanova@yandex.ru.

FUZZY ESTIMATION OF THE CHARACTER OF THE SECURITIES MARKET

G.Ya. Ratushnyak, A.G. Sukhanova

Autonomous non-profit organization for higher education «The Odintsovo University for the Humanities». Russia, 143000, Moscow region, Odintsovo, Novo-Sportivnaya str., 3.

The branch of Federal state budgetary educational institution of higher professional education «The Moscow state industrial University», in Roslavl'. Russia, 216500, Smolensk region, the city of Roslavl', Kalyaeva str., 65-B.

Abstract: *To make the right decisions regarding the purchase or sale of financial assets the definition of the nature of the securities market is required. Existing methods of evaluation of the state securities market does not fully take into account the probability distribution of the states and fuzzy-multiple description of the character of securities market. For the efficient operation of the securities market new methods of analysis and forecasting of its state are required.*

In this paper we propose a fuzzy-multiple algorithm to evaluate the character of the securities market. This algorithm contains the operations of fuzzy sets theory. The fuzzy of the character of the securities market manifests itself in the «blur» of the boundaries of its varieties.

The expert system of a fuzzy conclusion is developed for an estimation of the character of the securities market. In this article the expert system of fuzzy inference was developed for a fuzzy assessment of the character of the securities market. As instrumental development environment a system of computer mathematics Mathcad was used. For the characteristics of the market RTS Index was used. Developed expert system allows to enter specific values of the input indicators to obtain an estimate of the character of the securities market. The use of this expert system allows system users to resolve uncertainty when making decisions, to navigate the situation on the securities market and make the right decisions regarding the purchase or sale of financial assets. Developed in the work of the expert system was applied for the case volatility market.

Key words: *system of a fuzzy conclusion, fuzzy set theory, the volatility of the market, the expert system.*

References

1. Marenkov N.L. Tsennye bumaghi [The Securities]. Rostov-on-Don: Phoenix, 2003. 608 p. (In Russian)
2. Mosunova T.G. Kompleks adaptivnyh modeley upravleniya portfelem tsennyh bumag: avtoref. dis. (kand.) ekon. nauk [Complex of Adaptive Models of Securities Portfolio Management: abstr. of diss. (Cand.) econ. sci.]. Ivanovo, 2008. 22 p. (In Russian)
3. Nedosekin A.O. Nechyotko-mnozhestvennyi analiz riska fondovyh investitsiy [Fuzzy-Multiple Risk Analysis of Stock Investments]. St. Petersburg: Sesame, 2002. 181 p. (In Russian)
4. Pivkin V.Ya., Bakulin V.P., Koren'kov D.I. Nechyotkie mnozhestva v sistemah upravleniya [Fuzzy Sets in Control Systems]. Novosibirsk: Publ. house NSU, 1998. 75 p. (In Russian)
5. Rybina G.V. Proektirovanie sistem, osnovannyh na znaniyah. Uchebnoe posobie [The Design of Systems Based on Knowledge: Tutorial]. Moscow, 2000. 102 p. (In Russian)
6. Sukhanova A.G., Sukhanov M.B. Sistema nechyotkogo vyvoda dlya otsenki rynochnogo riska [System of the Fuzzy Conclusion for the Estimation of Market Risk]. Sistemy komp'yuternoy matematiki i ikh prilozheniya: materialy XIV Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii [Systems of Computer Mathematics and Its Applications: proceedings of the XIV International scientific conference]. Smolensk, 2013, vol. 14, pp.106–109. (In Russian)
7. Sukhanov M.B., Sukhanova A.G. Nechyotkaya otsenka gotovnosti prepodavatelya k proektirovaniyu obrazovatel'noy sredy [Fuzzy Estimation of Preparedness for Design of the Educational Environment]. // Vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologiy i dizaina. 2013, no. 2, pp. 15–19. (In Russian)
8. Khaertfel'der M., Lozovskaya E., Khanush E. Fundamental'nyi i tekhnicheskiy analiz rynka tsennyh bumag [Fundamental and Technical Analysis of Securities Market]. St. Petersburg, 2005. 352 p. (In Russian)

About the author

Grigoriy Y. Ratushnyak – Doctor of Technical Sciences, Professor, head of scientific development and higher qualification training department, Professor of application informatics chair, Autonomous non-profit organization for higher education «The Odintsovo University for the Humanities».

E-mail: ratushnjak@yandex.ru

Anna G. Sukhanova – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, department of applied mathematics and information technologies, The branch of Federal state budgetary educational institution of higher professional education «The Moscow State Industrial University», in the Roslavl', Smolensk region.

E-mail: Ann-Sukhanova@yandex.ru.