гибридная система обработки информации, позволяющая производить кластеризацию данных с лингвистическими атрибутами и выявлять зависимости в виде нечетких продукций. Представленный алгоритм позволяет проводить кластеризацию сильно сгруппированных и неравномерно распределенных данных: нечувствителен к входным параметрам и не требует указания количества кластеров.

Разработанная нечеткая гибридная система обработки информации была эффективно использована для анализа научных текстов. Охарактеризованы разрабатываемые для этого словарные средства – словарь общенаучной речи и нечеткие лексико-синтаксические шаблоны характерных фраз. Кратко описаны составные элементы шаблонов, язык их записи, а также методика их построения, базирующаяся на нечетком нейросетевом анализе. Все это дает возможность приступить к реализации процедуры распознавания дискурсивной структуры научно-технических текстов.

Библиографический список

1. Дюбуа, Д. Теория возможностей. Приложения к представлению знаний в информатике : пер. с фр. / Д. Дюбуа, А. Прад. М. : Радио и связь, 1990.
2. Горбоконенко, Е. А. Представление нечеткой информации в СУБД / Е. А. Горбоконенко, Н. Г. Ярушкина // Тр. 7-й нац. конф. по искусств. интеллекту. М. : Изд-во физ.-мат. лит., 2000.
3. Митрофанова, О. Д. Язык научно-технической литературы / О. Д. Митрофанова. М. : Изд-во МГУ, 1973.
4. Николаев, А. М. Описание семантики научного текста с позиций теории речевых актов (на материале рецензии на научно-техническую работу) / А. М. Николаев // НТИ. 1998. Сер. 2. № 7.
5. Рябцева, Н. К. Ментальные перформативы в научном дискурсе / Н. К. Рябцева // Вопросы языкознания. 1992. № 4.
6. Севбо, И. П. Сквозной анализ как шаг к структурированию текста / И. П. Севбо // НТИ. 1989. Сер. 2. № 2.
7. Вежбицка, А. Метатекст в тексте / А. Вежбицка // Новое в зарубежной лингвистике. М. : Прогресс, 1978. Вып. VIII.
8. Словарь глагольно-именных словосочетаний общенаучной речи. М. : Наука, 1973.

E. A. Engel

FUZZY HYBRID SYSTEM USAGE FOR DATA PROCESSING

The designed hybrid system for data processing is described. It covers the features of the scientific texts detected on the base of cluster analysis and realized by the fuzzy neural networks for scientific texts analysis. The fuzzy hybrid system for scientific texts analysis. The results of tests are described.

Keywords: cluster analysis, fuzzy neural network, hybrid system.

УДК 519.21

Т. А. Ширяева, С. И. Сенашов

СТОХАСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ АНАЛИЗА ФИНАНСОВЫХ СИСТЕМ

Предложен метод формирования оптимального портфеля ценных бумаг на основе формулы Кокса–Росса–Рубинштейна. Итогом работы является перечень конкретного вида мера риска и применение полученных мер к конкретным ценным бумагам и формирование предпочтения одних бумаг другим.

Ключевые слова: мера риска, стохастический анализ.

Эффективное управление движением капитала в рамках организаций (или физических лиц) предполагает временное вложение свободных средств в ценные бумаги для извлечения дополнительной прибыли.

Прежде чем вкладывать средства в ценные бумаги, необходимо изучить рынок ценных бумаг. Стоимость каждой ценной бумаги можно рассматривать как некоторую случайную величину. В любой ситуации желательно знать вид закона распределения.

Для решения данной задачи используют различные методы. В частности, можно рассматривать известные

стандартные вероятностные распределения и проводить проверки гипотез, что случайная величина имеет свое распределение со своими параметрами.

В случае, если распределение установлено, то характеристикой ценной бумаги является функция риска, которая может быть определена различным образом. Поэтому, сравнивая функции риска для наборов ценных бумаг, можно выбирать бумаги с наименьшим риском, т. е. говорить о предпочтительности одних ценных бумаг по отношению к другим.

Две математические модели рынка ценных бумаг. Инвесторы условно могут быть разделены на два типа.

Первый тип – количество средств ограничено, поэтому приобретаются ценные бумаги только одного вида и приходится отдавать предпочтения какому-либо конкретному виду ценных бумаг.

Второй тип – количество средств достаточно велико, поэтому возможно приобретение несколько видов ценных бумаг, т. е. осуществить формирование так называемого портфеля ценных бумаг.

Для первого типа инвесторов введем обозначения.

Пусть $\{a_1, a_2, \dots, a_k\}$ – исходное множество типов ценных бумаг. При выборе ценной бумаги устанавливаются предпочтения одной ценной бумаги другой. С точки зрения математики, это есть отношения порядка $a_1 < a_2$, если доход a_2 больше дохода a_1 .

Доход ценной бумаги – случайная величина. Необходимо количественная характеристика для введения отношения порядка. В данном случае количественная характеристика – это мера риска. Если мера риска $\pi(F)_1$ меньше меры риска $\pi(F)_2$, следует, $a_1 > a_2$.

Мера риска Вонга определяется следующим образом [1].

Пусть $\mathfrak{R} = R_+$, а $g : [0; 1] \rightarrow [0; 1]$ – неубывающая вещественная функция, удовлетворяющая условиям $g(0) = 0$, $g(1) = 1$, и мера риска выражается следующим образом:

$$\pi(F) = \int_0^{\infty} g(1 - F(x)) dx, \quad (1)$$

где $F(x)$ – функция распределения для дохода; $g(x)$ – неубывающая вещественная функция.

Мера риска использует вероятностные распределения дохода бумаги. Доход, как случайная величина, может иметь какое-либо стандартное распределение. Чтобы установить, к какому типу распределения относится данная случайная величина, можно использовать критерий согласия хи-квадрат В. Пирсона [2]. Предлагается рассмотреть следующие стандартные распределения: нормальное, показательное, Парето, логистическое.

Для данных функций распределений строится мера риска, которая в дальнейшем задает отношение порядка на множестве типов ценных бумаг. Статистические данные взяты в банке ЗАО «Райффайзенбанк».

Написана программа, рассчитывающая риск с учетом статистически данных (параметров). Рассчитанные данные сводим в таблицу.

Показано, что полученное отношения порядка не зависит от вида функции $g(x)$.

Мера риска зависит от параметра распределения. Строится таблицы мер риска в зависимости от параметров.

Для второго типа инвесторов строится оптимальный портфель.

Пусть $\{a_1, a_2, \dots, a_k\}$ – исходное множество типов ценных бумаг.

Пусть имеется безрисковый актив, который на интервале номер k стоит B_k , и рисковый актив, который на этом же интервале стоит S_k . Будем считать, что цены на актив устанавливаются в начале интервала.

Пусть на k -м интервале портфель содержит β_k единиц безрискового актива и γ_k единиц рискового актива. Такой портфель мы будем обозначать (β_k, γ_k) . Стоимость этого портфеля, т. е. стоимость содержащих в нем активов, равна

$$\Pi_k = \beta_k B_k + \gamma_k S_k, \quad (1)$$

где β_k – количество единиц безрискового актива на k -м временном интервале; γ_k – количество единиц рискового актива на k -м временном интервале; B_k – стоимость безрискового актива на k -м временном интервале; S_k – стоимость рискового актива на k -м временном интервале.

Стоимость портфеля (β_k, γ_k) – это случайная величина, которая представляется в виде комбинации двух случайных величин: стоимости рисковых активов S_k и безрисковых B_k .

Перестройка портфеля обошлась в сумму $\Delta\beta_k B_{k+1} + \Delta\gamma_k S_{k+1}$.

Портфель называется самофинансируемым (SF-портфель), если $\forall k \Delta\beta_k \cdot B_{k+1} + \Delta\gamma_k \cdot S_{k+1} = 0$, т. е. если на перестройку не тратится и от перестройки не получается дополнительно никаких денег. Само условие самофинансирования можно записать $\forall k (\beta_{k+1} - \beta_k) B_{k+1} + (\gamma_{k+1} - \gamma_k) \cdot S_{k+1} = 0$.

Существует безрисковый актив с процентной ставкой r стоимость B , так что B в начале временного интервала превращается в $(1+r)B$ в конце интервала.

Пусть имеется рисковый актив стоимостью S . Будем считать, что в конце одного интервала его стоимость может принимать одно из двух значений: или $(1+u)S$ (верхнее положение), или $(1+d)S$ (нижнее положение), причем имеет место соотношение $-1 < d < r < u$.

Решим задачу определения стоимости опциона. Ее идея – построить такой SF-портфель, который в точности повторял бы стоимость опциона на всей траектории цены акции S .

Пусть Π_k есть стоимость этого портфеля, а $V(S_k, k)$ – стоимость опциона на k -м временном интервале. Тогда должно быть

$$\Pi_k = V(S_k, k), \quad (2)$$

и, конечно,

$$\forall k \Delta\Pi_k = \Delta V(S_k, k). \quad (3)$$

Уравнение (2) дает

$$\beta_k B_k + \gamma_k S_k = V(S_k, k), \quad (4)$$

где $V(S_k, k)$ – стоимость опциона на k -м временном интервале; β_k – количество единиц безрискового актива на k -м временном интервале; γ_k – количество единиц рискового актива на k -м временном интервале; B_k – стоимость безрискового актива на k -м временном интервале; S_k – стоимость рискового актива на k -м временном интервале.

Уравнение (3) превращается в два – в соответствии с верхним и нижнем положением цены.

Верхнее положение $\beta_k r B_k + \gamma_k S_k u = V(S_k(1+u), k+1) - V(S_k, k)$, так что в этом случае $\Delta B_k = (1+r)B_k - B_k = rB_k$ и $\Delta S_k = (1+u)S_k - S_k = uS_k$.

Нижнее положение $\beta_k r B_k + \gamma_k S_k d = V(S_k(1+d), k+1) - V(S_k, k)$, так как теперь $\Delta S_k = (1+d)S_k - S_k = S_k d$.

Итак, мы имеем систему

$$\begin{cases} \beta_k B_k + \gamma_k S_k = V(S_k, k), \\ \beta_k r B_k + \gamma_k S_k u = V(S_k(1+u), k+1) - V(S_k, k), \\ \beta_k r B_k + \gamma_k S_k d = V(S_k(1+d), k+1) - V(S_k, k), \end{cases} \quad (5)$$

где $V(S_k, k)$ – стоимость опциона на k -м временном интервале; β_k – количество единиц безрискового актива

на k -м временном интервале; γ_k – количество единиц рискового актива на k -м временном интервале; B_k – стоимость безрискового актива на k -м временном интервале; r – процентная ставка безрискового актива; d – нижнее положение рискового актива; u – верхнее положение рискового актива; S_k – стоимость рискового актива на k -м временном интервале.

Если опцион продан в момент времени O и предъявляется к исполнению в момент времени N , то решение системы (5) имеет вид

$$V(S, 0) = V_0(S) = \frac{1}{(1+r)^N} \sum_{l=0}^N C_N^l p^l (1-p)^{N-l} V \times \left((1+u)^l (1+d)^{N-l} S, N \right).$$

Формула носит название формулы Кокса–Росса–Рубинштейна.

Рассчитанные данные сведены в таблицу.

Использование моделей на примере ценных бумаг ЗАО «Райффайзенбанк». ЗАО «Райффайзенбанк» является 100%-ным дочерним банком австрийской банковской группы Райффайзен. Банк работает в России с 1996 г. и оказывает полный спектр услуг частным и корпоративным клиентам, резидентам и нерезидентам, в рублях и иностранной валюте. Московское Главное Территориальное Управление Банка России (БИК ОПЕРУ Московского Главного Территориального Управления Банка России 044525000) осуществляет надзор за деятельностью Райффайзенбанка.

В начале 2006 г. группа «Райффайзен Интернациональ» приобрела 100 % акций ОАО «ИМПЭКСБАНК», в марте 2007 г. было принято официальное решение о дате начала реорганизации ОАО «ИМПЭКСБАНК» в форме присоединения к ЗАО «Райффайзенбанк Австрия». В результате данного приобретения Группа Райффайзен Интернациональ стала крупнейшей банковской группой в России.

С 1 октября 2007 г. УК «Райффайзен Капитал» начинает формирование новых фондов:

- ОПИФ А «Райффайзен-Потребительский сектор»;
- ОПИФ А «Райффайзен-Сырьевой сектор»;
- ОПИФ А «Райффайзен-Электроэнергетика»;
- ОПИФ А «Райффайзен-Телекоммуникации»;
- ОИПИФ «Райффайзен-Индекс ММВБ»;
- ОПИФ О «Райффайзен – Корпоративные инвестиции».

Пять из них рассчитаны на частных инвесторов и один (ОПИФ О «Райффайзен – Корпоративные инвестиции») на корпоративных.

Пример моделирования меры риска. Ниже приведены аппроксимации меры риска для данного банка и для следующих ценных бумаг: Райффайзен-Акции, Райффайзен-Облигации, Райффайзен-Сбалансированные, Райффайзен-Фонд Фондов.

Рассмотрены известные стандартные распределения: нормальное, показательное, Парето, логистическое.

Нормальное распределение:

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}},$$

где a – математическое ожидание, $a > 0$; σ – среднее квадратичное отклонение, $\sigma > 0$.

Логистическое распределение:

$$F(x) = \frac{1}{1 + e^{-\frac{x-\alpha}{\beta}}},$$

где α, β – параметрами распределения, $x > \alpha$, $\alpha, \beta > 0$.

Показательное распределение:

$$F(x) = 1 - e^{-\alpha x},$$

где α – параметрами распределения, $\alpha, x > 0$.

Парето распределение:

$$F(x) = 1 - x^{-\alpha},$$

где α – параметрами распределения, $\alpha > 0$, $x \geq 1$.

Используем функцию риска Вонга [1]:

В виде функции $g(x)$ рассмотрены четыре случая:

$$g(x) = x, \quad g(x) = x^2, \quad g(x) = x^3, \quad g(x) = \frac{\ln(x+1)}{\ln(2)}.$$

Ниже приведены сведения о мере риска рассмотренных распределений (табл. 1)

Пример построения портфеля на основе формулы Кокса–Росса–Рубинштейна. Ниже приведены расчеты стоимости опциона для данного банка.

Ниже приведены таблицы стоимости опционов безрисковый актив – Райффайзен-Акции (количество $\beta = 5$), рисковый актив – Райффайзен-Индекс ММВБ в зависимости от времени N и количества рисковых активов (см. табл. 2–4).

Таким образом, приведенные данные показывают, что рассмотренные модели могут быть использованы при изучении экономических систем, включающих работу с ценными бумагами.

Таблица 1

Меры риска для банка ценной бумаги Райффайзен-Акции

Функция распределения	Нормальное	Логистическое	Показательное	Парето
Мера риска				
$g(x) = x$	0,318	0,006848	0,320	0,783
$g(x) = x^2$	0,280	0,006337	0,159	3,211
$g(x) = x^3$	0,261	0,007819	0,106	1,034
$g(x) = \frac{\ln(x+1)}{\ln(2)}$	0,378	0,009879	0,331	0,832

Библиографический список

1. Новоселов, А. А. Математическое моделирование финансовых рисков: Теория измерения / А. А. Новоселов. Новосибирск : Наука, 2001.

2. Крамер, Г. Математические методы статистики / Г. Крамер. М. : Мир, 1975.

Таблица 2

Стоимость опциона при верхнем значении процентной ставки рискованной бумаги $d - \min$ и при нижнем значении процентной ставки рискованной бумаги $u - \min$

Количество бумаг γ \ Время N	5	15	25	50
3	$2,353 \cdot 10^6$	$2,116 \cdot 10^6$	$2,879 \cdot 10^6$	$2,786 \cdot 6 \cdot 10^6$
5	$9,778 \cdot 5 \cdot 10^5$	$1,740 \cdot 9 \cdot 10^6$	$2,503 \cdot 9 \cdot 10^6$	$4,411 \cdot 4 \cdot 10^6$
10	$5,575 \cdot 3 \cdot 10^5$	$1,320 \cdot 5 \cdot 10^6$	$2,083 \cdot 6 \cdot 10^6$	$3,991 \cdot 1 \cdot 10^6$
15	$2,511 \cdot 9 \cdot 10^6$	$2,006 \cdot 4 \cdot 10^6$	$4,359 \cdot 10^6$	$4,449 \cdot 2 \cdot 10^6$
25	$4,561 \cdot 9 \cdot 10^{15}$	$-1,631 \cdot 10^{17}$	$-1,151 \cdot 10^{17}$	$-2,747 \cdot 10^{17}$
30	$-1,134 \cdot 10^{22}$	$-1,956 \cdot 10^{22}$	$9,460 \cdot 5 \cdot 10^{21}$	$-3,932 \cdot 10^{22}$

Таблица 3

Стоимость опциона при верхнем значении процентной ставки рискованной бумаги $d - \max$ и при нижнем значении процентной ставки рискованной бумаги $u - \max$

Количество бумаг γ \ Время N	5	15	25	50
3	$2,353 \cdot 1 \cdot 10^6$	$2,116 \cdot 1 \cdot 10^6$	$2,879 \cdot 1 \cdot 10^6$	$2,786 \cdot 6 \cdot 10^6$
5	$9,778 \cdot 5 \cdot 10^5$	$1,740 \cdot 9 \cdot 10^6$	$2,503 \cdot 9 \cdot 10^6$	$4,411 \cdot 4 \cdot 10^6$
10	$5,575 \cdot 3 \cdot 10^5$	$1,320 \cdot 5 \cdot 10^6$	$2,083 \cdot 6 \cdot 10^6$	$3,991 \cdot 1 \cdot 10^6$
15	$4,314 \cdot 4 \cdot 10^5$	$1,195 \cdot 5 \cdot 10^6$	$1,952 \cdot 7 \cdot 10^6$	$3,850 \cdot 2 \cdot 10^6$
25	$6,333 \cdot 2 \cdot 10^{12}$	$7,441 \cdot 3 \cdot 10^{12}$	$7,9781 \cdot 10^{12}$	$1,486 \cdot 10^{13}$
30	$-3,758 \cdot 10^{15}$	$1,006 \cdot 2 \cdot 10^{17}$	$1,2678 \cdot 10^{17}$	$2,064 \cdot 8 \cdot 10^{17}$

Таблица 4

Стоимость опциона при верхнем значении процентной ставки рискованной бумаги $d - \text{среднее}$ и при нижнем значении процентной ставки рискованной бумаги $u - \text{среднее}$

Количество бумаг γ \ Время N	5	15	25	50
3	$2,353 \cdot 1 \cdot 10^6$	$2,116 \cdot 1 \cdot 10^6$	$2,879 \cdot 1 \cdot 10^6$	$4,786 \cdot 6 \cdot 10^6$
5	$9,778 \cdot 5 \cdot 10^5$	$1,740 \cdot 9 \cdot 10^6$	$2,503 \cdot 9 \cdot 10^6$	$4,411 \cdot 4 \cdot 10^6$
10	$5,575 \cdot 3 \cdot 10^5$	$1,320 \cdot 5 \cdot 10^6$	$2,083 \cdot 6 \cdot 10^6$	$3,991 \cdot 1 \cdot 10^6$
15	$7,296 \cdot 3 \cdot 10^5$	$1,583 \cdot 6 \cdot 10^6$	$2,503 \cdot 5 \cdot 10^6$	$4,714 \cdot 2 \cdot 10^6$
25	$1,524 \cdot 7 \cdot 10^{16}$	$2,970 \cdot 10^{16}$	$2,786 \cdot 8 \cdot 10^{16}$	$4,955 \cdot 10^{16}$
30	$-1,917 \cdot 10^{20}$	$1,462 \cdot 10^{21}$	$-2,232 \cdot 10^{20}$	$-3,751 \cdot 10^{20}$

T. A. Shiryayeva, S. I. Senashov

STOCHASTIC MODELS OF THE ANALYSIS OF FINANCIAL SYSTEMS

The method of the optimum portfolio of securities formation on the basis of Koks–Ross Rubinshtejn formula is offered. A work result is the list of a concrete kind of the risk measure and application of the received measures to concrete securities and the preference formation of one papers to another.

Keywords: a risk measure, the stochastic analysis.