действующих по одной переменной

$$\partial^{\pm s_1, \pm s_2, \ldots, \pm s_h}(x_1, x_2, \ldots, x_h) : x_1^{q_1} x_2^{q_2} \ldots x_h^{q_h} = \prod_{i=1}^{h} \partial^{-s_i} x : x_1^{q_1} x_2^{q_2} \ldots x_h^{q_h},$$

будет приводить к одному результату в приближении нулевых полиномов интегродифференцирования.

Многомерный ∂-оператор интегродифференцирования комплексных порядков нескольких вещественных переменных является основным для развития *многомерного локального ∂-анализа* постоянных комплексных порядков, вещественных переменных, который обобщает одномерный локальный d-анализ [1]. Многомерный локальный ∂-анализ может найти применение для описания многомерных гомогенных фракталов у которых размерности по разным координатам постоянны и в общем случае отличны друг от дуга, а также физико-химических и иных процессов проходящих в таких фракталах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чуриков В.А. 1. Дополнительные главы анализа. Дробное интегрирование и дробное дифференцирование на основе d-оператора: учебное пособие . – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, – 2010. – 118 с.

СЕМЕЙСТВО ФРАНКА АССОЦИАТИВНЫХ СЛУЧАЙНЫХ МНОЖЕСТВ СОБЫТИЙ

Л.Ю. Шангареева
Научный руководитель: доцент, к.ф.-м.н. Д.В. Семенова
Сибирский Федеральный Университет, Институт математики и фундаментальной информатики
Россия, г. Красноярск, пр. Свободный, 79, 660041
E-mail: mizkuzy@yandex.ru

FRANK FAMILY OF ASSOCIATIVE RANDOM EVENT SETS

L.Yu. Shangareeva
Scientific Supervisor: Docent, PhD D.V. Semenova
Siberian Federal University, Russia, Krasnoyarsk, Svobodny str., 79, 660041
E-mail: mizkuzy@yandex.ru

In this work the Frank's family of associative eventological distributions of random sets of events are entered on the basis of known parametrical family of triangular norms. It is developed two theorems. In the first theorem formula is obtained and it determines associative random Frank's set with E-distribution of the II genre. In the second theorem it is determined N-ary covariations.

Многие из статистических систем природы и общества можно определить как случайное множество событий, образующих своеобразную структуру статистических взаимосвязей случайных событий друг с другом. Случайное множество событий — это случайный элемент со значениями из множества всех подмножеств конечного множества выделенных событий. Основная идея современной теории случайных множеств состоит в том, что структура статистических взаимозависимостей подмножеств конечного множества полностью определяется распределением случайного множества, заданного на множестве всех его подмножеств. Таким образом, изучение структур статистических взаимосвязей случайных событий означает, в итоге, изучение вероятностных распределений соответствующих случайных множеств событий.

Рассмотрим всеобщее вероятностное пространство (Ω, F, P). Пусть $\mathfrak{X} \subset F$ - конечное множество событий, выбранное из алгебры F этого пространства. Рассмотрим случайное множество событий $K : (\Omega, F, P) \to \left(2^{\mathfrak{X}}, 2^{2^{\mathfrak{X}}}\right)$, заданное под $|\mathfrak{X}|$. Вероятностное распределение *случайного множества событий* K можно представить несколькими эквивалентными распределениями вероятностей, порождённых этим множеством событий [1]:

- эвентологическое распределение (Э-распределение) I-го рода – набор из $2^{|\mathfrak{X}|}$ вероятностей вида $\{p(X), X \subseteq \mathfrak{X}\}$, где $p(X) = P(K = X) = P\left(\bigcap_{x \in X} x \bigcap_{x \in X^c} x^c\right)$;
- Э-распределение II-го рода – набор из $2^{|\mathfrak{X}|}$ вероятностей вида $\{p_X, X \subseteq \mathfrak{X}\}$, где $p_X = P(X \subseteq K) = P\left(\bigcap_{x \in X} x\right)$.

В работе [1] был предложен удобный инструмент анализа структур эвентологической зависимости – ковариация. Для множества событий $X \subseteq \mathfrak{X}$ $|X|$-арная ковариация определяется по формуле:

$$\mathrm{Kov}_X = P\left(\bigcap_{x \in X} x\right) - \prod_{x \in X} P(x), \ X \subseteq \mathfrak{X}.$$

Ковариация Kov_X обращается в нуль, когда события из X независимы; больше нуля, когда события из множества X статистически притягиваются; и меньше нуля, когда когда события из множества X статистически отталкиваются [1].

В работе [2] было введено определение ассоциативного случайного множества событий и его Э-распределения.

Определение 1. *Ассоциативным случайным множеством событий* K *под конечным множеством избранных событий* $\mathfrak{X}$ *с Э-распределением II-го рода* $\{p_X, X \subseteq \mathfrak{X}\}$*, где для всех* $X \subseteq \mathfrak{X}, |X| > 1$ *вероятности пересечения множеств событий* p_X *определяются рекурентным соотношением при известных вероятностях событий* $p_x = P(x), x \in \mathfrak{X}$ *и известной ассоциативной функции*

$$AED : [0,1]^2 \to [0,1]$$

$$p_{xy} = P(x \cap y) = AED(p_x, p_y)$$

$$p_{xyz} = P((x \cap y) \cap z) = AED(p_{xy}, p_z) = AED(AED(p_x, p_y), p_z),$$

$$p_X = P\left(\bigcap_{x \in X} x\right) = AED\left(p_{X \setminus \{y\}}, P(y)\right) = \ldots,$$

при условии, что соответствующее Э-распределение I-го рода будет легитимным.

В теории множеств случайных событий под ассоциативной функцией мы понимаем непрерывную t-норму [5, 7], удовлетворяющей условию Липшица, или, что эквивалентно, ассоциативную, коммутативную копулу [6, 7]. Э-распределения, определяемые функциями AED будем называть *ассоциативными Э-распределениями* [2, 3, 4]. Таким образом, ассоциативное случайное множество событий полностью определяется своим ассоциативным Э-распределением.

Особенность подхода описания вероятностных распределений множества случайных событий [1] с помощью аппарата ассоциативных функций [5, 6, 7] заключается в том, что для определения вероятностного распределения случайного множества событий достаточно знать всего $|\mathfrak{X}|$ вероятностей событий и вид ассоциативной функции, тогда как в общем случае вероятностное распределение случайного множества событий определяется $2^{|\mathfrak{X}|}$ параметрами. Заметим еще раз, что в теории множеств случайных событий [1] под ассоциативной функцией понимается непрерывная *t*-норма, удовлетворяющая условию Липшица [5, 7], или, что эквивалентно, ассоциативную, коммутативную копулу [6, 7]. В [5] доказаны теоремы о том, что случайные множества событий с основными структурами зависимостей событий [1] (вложенная, независимая, Фреше-граничная) являются ассоциативными случайными множествами событий. В [3, 4] введено параметрическое семейство Али-Михаэля-Хака случайных множеств событий на основе соответствующей треугольной нормы.

В данной работе введено параметрическое семейство Франка случайных множеств событий на основе соответствующей треугольной нормы. Доказаны следующие теоремы.

Теорема 1. *Пусть вероятности событий* $p_x = P(x) > 0, x \in \mathfrak{X}$. *Тогда ассоциативная функция*

$$A_\alpha(p_x, p_y) = \frac{1}{\alpha}\ln\left(1+\frac{(e^{\alpha p_x}-1)(e^{\alpha p_y}-1)}{e^{\alpha}-1}\right), \quad (x, y) \in \mathfrak{X}^2$$

определяет ассоциативное случайное множество Франка с Э-распределением II рода:

$$p_X = \frac{1}{\alpha}\ln\left(1+\frac{\prod_{x\in X}(e^{\alpha p_x}-1)}{(e^{\alpha}-1)^{|X|-1}}\right), \quad X \subseteq \mathfrak{X}$$

Доказательство теоремы проводится индукцией по мощности множества $|\mathfrak{X}|$.

Теорема 2. *Для ассоциативного случайного множества Франка, все арные ковариации* Kov_X, $X \subseteq \mathfrak{X}, |X| \geq 2$ *имеют вид*

$$\mathrm{Kov}_X = \frac{1}{\alpha}\ln\left(1+\frac{\prod_{x\in X}(e^{\alpha p_x}-1)}{(e^{\alpha}-1)^{|X|-1}}\right) - \prod_{x\in X} p_x, \quad X \subseteq \mathfrak{X}$$

Знак ковариации определяется знаком параметра $\alpha \in (-\infty, +\infty) \setminus \{0\}$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Asina S., Frank M., Schveizer B. Associative functions Triangular Norms and Copulas. - World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2006. – 238с.

2. Klement E.P., Mesiar R., Pap E. Triangular norms. – Boston: Kluwer Academic Pub., 2000. – 220с.

3. Семёнова Д.В., Кочанова Ю.С. Примеры семейств ассоциативных случайных множеств // Труды XII международной конференции ФАМЭБ'2013 конференции. – Красноярск, 2013. – С. 291–296.

4. D. Semenova, L. Shangareeva Associative Ali-Mikhail-Haq's random set // Материалы республиканской научно-практической конференции "Статистика и её применения 2013". Под ред. профессора А.А.Абдушукурова. – Ташкент, НУУз, 2013. – С. 88–94

5. Семёнова Д.В., Кочанова Ю.С. Эвентологические распределения случайных множеств событий на

основе ассоциативных функций // Труды XII международной конференции ФАМЭБ'2013 конференции. – Красноярск, 2013. – С. 286–290.

6. Roger B. Nelsen An Introduction to Copulas (Second Edition). - New York: Springer Scince + Business Media, Inc., 2006. – 276 с.

7. Воробьёв О.Ю. Эвентология. – Красноярск: Сибирский Федеральный Университет, 2007. – 435 с.

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ОЦЕНИВАНИЕ ТОРГОВЫХ СТРАТЕГИЙ

С.Г. Щербицкий

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент М.Е. Семёнов

Томский политехнический университет, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: sherbickii.serge@mail.ru

STATISTICAL EVALUATION OF TRADING STRATEGIES

S.G. Sherbicky

Scientific Supervisor: PhD, Associate prof. M.E. Semenov

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: sherbickii.serge@mail.ru

In investigation a statistical evaluation of the five trading strategies were carry out. Profit, open and close drawdowns for each of them were defined. Backtesting and optimization of parameters the "Stoch RSI"trading strategy helped to increase profits and trade efficiency.

Введение. Статистическое оценивание торговых стратегий предполагает поиск оптимального поведения кривой капитала (график изменения депозита) с учетом возможных убытков. Без статистически надежных исследований с учетом риска невозможно выбрать лучшую (единственную) среди конкурирующих стратегий, а также оценить, насколько результаты работы стратегии в будущем будут соответствовать историческим [1]. При тестировании торговой стратегии необходимо рассматривать множество параметров (эффективность торговых сигналов, текущие и зафиксированные убытки, количество прибыльных и убыточных сделок, волатильность рынка и т.д.), которые могут оказать влияние на принятие решения.

Торговая стратегия – сочетание алгоритмов, которое позволяет принимать решения об открытии и закрытии позиции и сопровождении сделки. Для создания механической (автоматизированной) торговой стратегии (ТС) можно использовать различные подходы. В наших исследованиях мы будем использовать компьютерные индикаторы, среди которых отметим *скользящую среднюю* (moving average, *MA*) и *индекс относительной силы* тренда (relative strength index, *RSI*). *MA* представляет собой усложненный тип линий сопротивления или поддержки. С помощью *RSI* определяют силу тренда и вероятность его смены.

На основании взаимного расположения МА и графика цены можно сформулировать простейшую ТС: если линия *MA* находится ниже ценового графика, то ценовой тренд является растущим, а если выше, то тренд – падающий. При пересечении графика цены со *MA* ценовой тренд меняет направление. В моменты пересечения графиков *MA* и цены поступает сигнал на открытие (закрытие) позиции.