

Вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
m	90	75	30	55	45	85	65	80	25	15
n	4	3	5	6	4	3	5	7	6	5

Задача 2. При пересечении таможенной границы в пункте пропуска осуществлен контроль 200 граждан на предмет запрещенных к перемещению через таможенную границу товаров. Известно, что 0,1% граждан нарушают запрет на ввоз (вывоз) товаров. Найти вероятность того, что запрет нарушили: а) 5 граждан; б) не более двух.

Задача 3. Найти математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение случайной величины $T \sim E_x(\lambda)$ – времени ожидания очередной машины прохождения таможенного контроля, если поток машин простейший и время (в часах) между прохождениями машин через КП распределено также как и T .

Вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
λ	0,1	3,0	0,3	0,4	2,0	5,0	4,0	0,6	0,5	0,2

Литература

1. Барановская, С.Н. О готовности студентов к изучению стохастики / С.Н. Барановская, Н.В. Кепчик // Математика и информатика в естественнонаучном и гуманитарном образовании: материалы Междунар. науч.-практич. конф., Минск, 20–21 апреля 2012 г. / БГУ. – Минск, 2012. – С. 132–134.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ФОНДОВОГО РЫНКА США С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНТРОПИИ ПЕРЕСТАНОВОК

Данильчук А.Б., кандидат экономических наук (Черкасский национальный университет им. Богдана Хмельницкого, г. Черкассы, Украина)

Соловьев В.Н., доктор физико-математических наук, профессор (Криворожский государственный педагогический университет, г. Кривой Рог, Украина)

2 февраля 2018 г. началось падение, а 5 февраля произошел обвал рынка США. Падение индекса Dow Jones Industrial Average более чем на 600 пунктов за один день – достаточно редкое явление и за всю историю американского рынка таких случаев было всего восемь. Индекс Dow Jones является одним из важнейших показателей экономики США, в него входит 30 американских компаний, по цене акций которых делают вывод о стабильности мирового фондового рынка.

Американские эксперты одной из причин подобного обвала назвали «перегретость» американского фондового рынка. Бывший председатель Федеральной резервной системы США Алан Гринспен отметил, что, по его мнению, на американском фондовом рынке сформировались два пузыря. С другой стороны, финансовые аналитики считают, что снижение индексов есть не что иное, как краткосрочное падение.

Реакция мировых рынков не заставила себя ждать: цены на сырьевые товары упали, пошатнулись рынки в глобальных финансовых центрах.

Чего ожидать мировым финансовым рынкам? Спровоцирует ли (или уже спровоцировала) эта ситуация очередной кризис?

Целью нашей работы является моделирование динамики фондового рынка США и выявление кризисных состояний посредством энтропии перестановок.

В работе [1] Бандтом и Помпе было введено понятие энтропии перестановок (Permutation Entropy, *PermEn*) как количественной оценки неопределенности системы. Преимуществом данного показателя является независимость энтропии перестановок от значений сигнала, поскольку она использует только относительные частоты встречающихся в сигнале разных паттернов.

Описание и практическая реализация метода энтропии перестановок для мониторинга и моделирования фондовых, валютных, спотовых рынков представлены в работах [2, 3].

Проанализируем ряд «голубых фишек» фондового рынка США (Dow Jones Industrial Average, *djia*) за период с 03.01.1984 г. по 10.03.2018 г. Ранее [4] было показано, что использование такого длинного ряда позволяет продемонстрировать возможности энтропии перестановок в качестве индикатора-предвестника кризисных явлений. Расчеты проводились с использованием процедуры скользящего окна. На рис. 1 показана сравнительная динамика энтропии перестановок и исходного ряда с параметрами: ширина окна 250 точек, шаг – 5.

Особенностью поведения энтропийного показателя является стремительное падение его значений в преддверии кризисов. На рисунке кризисы отмечены стрелками.

Полученные результаты расчетов (рис. 1) прекрасно демонстрируют возможности использования энтропии перестановок в качестве индикатора-предвестника кризисных явлений. Независимо от значений индексов, мощности кризиса мы наблюдаем характерное поведение показателя - стремительное падение энтропии.

Февральский обвал фондового рынка США сегодня сравнивают с кризисом 2008 г., но в то же время финансисты, аналитики и эксперты стараются не вызывать паники. Авторам, по результатам моделирования, хотелось бы отметить глубину сегодняшнего кризиса. Кроме того, поведение энтропии перестановок не предвещает быстрого возврата системы (рынка) к докризисному состоянию.

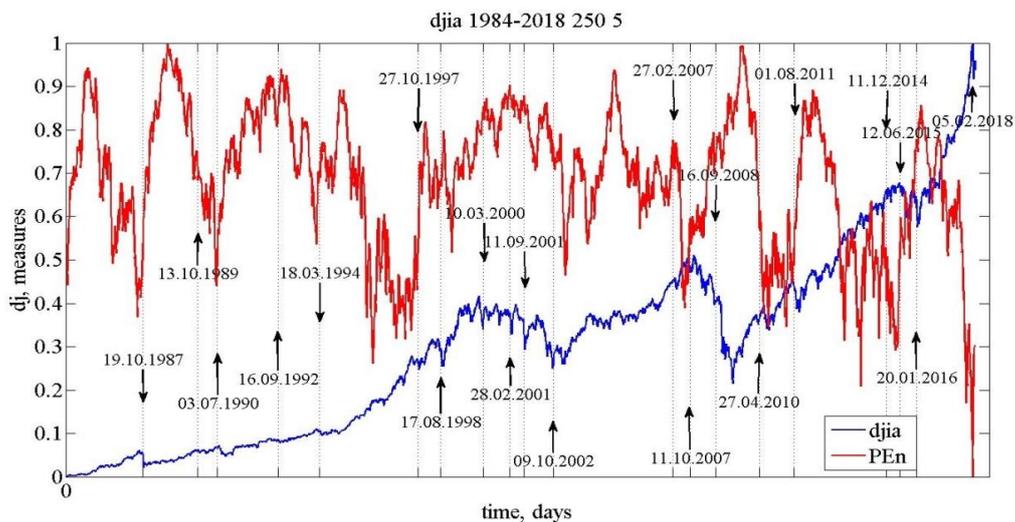


Рисунок 1 – Сравнительная динамика исходного ряда и энтропии перестановок
 Источник: рассчитано авторами на основе [5]

Таким образом, энтропия перестановок может использоваться в качестве действенного инструментария мониторинга и моделирования фондовых рынков, а заблаговременное выявление предкризисных состояний позволит выстроить эффективную систему безопасности.

Литература

1. Bandt, C. Permutation entropy: A natural complexity measure for time series / C. Bandt, V. Pompe // *Physical Review Letters*. – 2002. – Vol. 88. – ISSN 1079-7114.
2. Данильчук, Г.Б. Энтропійний аналіз стану світової банківської системи / Г.Б. Данильчук, О.С. Лук'янчук, В.М. Соловійов / *Проблеми моніторингу, моделювання та менеджменту емерджентної економіки : монографія / за ред. д. ф.-м. н., проф. Соловійова В. М. – Черкаси : Брама-Україна, 2013. – С. 122–153.*
3. Соловійов, В.М. Моделювання складних систем : Навчально-методичний посібник для самостійного вивчення дисципліни // В.М. Соловійов, О.А. Сердюк, Г.Б. Данильчук. – Черкаси : Видавець О. Ю. Вовчок, 2016. – 204 с.
4. Данильчук, Г.Б. Використання ентропії перестановок для передпрогнозного аналізу кризових явищ на фондовому ринку / Г.Б. Данильчук, В.В. Соловійова // *Вісник Черкаського університету. Серія «Економічні науки»*. – 2016. – № 3. – с.127-133.
5. Статистика индексов мирового фондового рынка [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://finance.yahoo.com>