

ЕМКОСТНЫЙ МЕТОД АНАЛИЗА РЕДКИХ СОБЫТИЙ В ЭКОНОМИКЕ

*Ю.А. КОРАБЛЕВ, кандидат экономических наук, ст. преподаватель,
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации
e-mail: yura-korablyov@yandex.ru*

Аннотация

Статья содержит план исследования развития метода анализа редких событий на примере возникновения спроса (покупок) на произвольный вид продукции, происходящий не регулярно, не периодически, с ходом времени. Разрабатываемый метод может быть универсальным для любой сферы торговли или оказания услуг. Возможности разрабатываемого метода не ограничиваются торговлей, он может применяться при анализе других экономических, исторических, социальных событий.

Ключевые слова: емкостный метод, редкие события, сеть распространителей, моделирование.

Большую сложность для различного вида аналитиков представляет анализ редких событий, которые характерны своей нерегулярностью, отсутствием четкой закономерности между интервалами возникновения, отсутствием закономерности о глубине воздействия этих событий. Поэтому особый интерес вызывает анализ причин возникновения редких событий с последующей способностью предсказывать эти самые редкие события. В торговле это приводит к тому, что аналитики, как правило, разделяют регулярные и редкие продажи в две разные категории для последующей раздельной обработки, причем компании вынуждены разрабатывать собственные эвристические методы для анализа редких продаж, состоящие из статистических математических методов и собственного опыта. До сих пор нет удовлетворительного математического инструментария, способного с приемлемой точностью и достоверностью выявлять соответствующие закономерности и предсказывать будущие редкие события.

Регулярные, постоянные или частые продажи, как правило, с легкостью предсказываются с помощью проверенных методов математического моделирования, выявления тренда и сезонности [1, 5, 6], факторного анализа [2, 7, 11]. Если же продажи имеют рваный характер, не регулярные, редкие, то разработаны также особые математические методы анализа, такие как метод Кростона [8, 12, 14], метод бутстраппинга [9, 10, 13, 14] (Виллемейна), иногда также используется факторный анализ и др. Также при анализе редких продаж используются различные виды сглаживания и фильтрации. В дальнейшем делается прогноз, в торговых компаниях определяется уровень страхового запаса, составляется план поставки товара, на производственных предприятиях строится план производства и план закупки сырья.

Существенным недостатком методов анализа продаж является то, что все манипуляции, будь то методы фильтрации и сглаживания, проводятся на данных, агрегированных за определенный период. Суммирование продаж за такие периоды, как день, два, три дня, неделя и др., приводит к тому, что при таком суммировании теряется значительная часть важной информации, хотя на первый взгляд кажется, что такое агрегирование приносит пользу. Ситуация с агрегированием данных по периодам похожа на ситуацию, как если бы суммировать площадь следов на определенных участках, а затем пытаться разобраться, какие следы будут на следующем участке (рис. 1).

Подобное представление данных, как бы потом они ни обрабатывались, приведет к потере точности при дальнейших прогнозах. Причины возникновения редких событий будут скрыты, если и получится их восстановить, то с большими потерями.

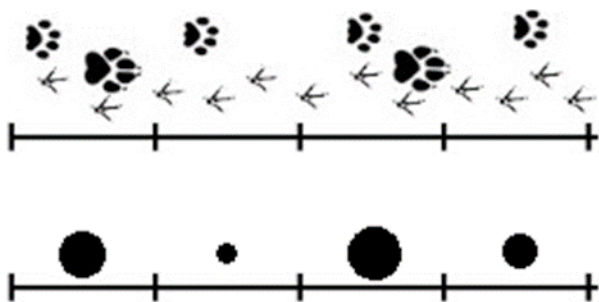


Рис. 1. Суммирование площади следов

Как уже было сказано, все эти методы обладают значительными недостатками, приводящими к неточностям при восстановлении исходной зависимости. Многим компаниям приходится разрабатывать собственные эвристические методы анализа редких продаж, продолжаются споры о том, какой же метод лучше подходит в определенных ситуациях.

Разрабатываемый метод анализа редких продаж [3, 4], лишенный упомянутых недостатков, был использован для анализа продаж фармацевтической продукции. Этот метод из-за того, что в нем покупатели, будь то конечные потребители или промежуточные распространители, рассматриваются как индивиды, обладающие некоторым неизвестным уровнем запаса продукции, который как емкость заполняется и опустошается со временем, мы называем емкостным методом, или подходом, а модель представления возникновения редких событий – емкостной моделью. Эффективность этого метода была подтверждена в результате многочисленного моделирования процесса заболевания многочисленных пациентов и их обращения в аптеки за лекарствами.

Основная идея этого метода заключается в следующем. На заводе-изготовителе или у

промежуточных распространителей имеется набор данных о времени t_i^j и объемах y_i^j продукции, проданной каждому покупателю. Обладающий такими данными аналитик может попытаться определить, с какой скоростью $f^j(t)$ расходовался запас продукции y_i^j каждым из его покупателей j , предполагая, что объем совершенной покупки есть интеграл от такой функции скорости потребления за время от момента совершения этой покупки t_i^j , до момента времени совершения следующей покупки t_{i+1}^j (рис. 2).

В простейшем случае достаточно определить среднюю скорость, с которой опустошался запас конкретного покупателя i между двумя датами покупки $y_i^j / (t_i^j - t_{i+1}^j)$. Стоит сразу заметить, что на данном этапе исследования для упрощения всех расчетов как раз и будет использоваться средняя скорость потребления продукции. Интерес же представляет функция потребления продукции не на одном таком временном участке, а на всем множестве участков, где данная функция будет иметь ступенчатый вид и которую достаточно сгладить любыми известными способами (рис. 3).

Способность анализировать и предсказывать редкие события (продажи) позволяет: в торговле – сократить издержки на хранение запасов продукции, составить более выгодный ритмичный план поддержания запасов; на производстве – сократить издержки на хранение готовой продукции, формирование более сбалансированного плана производства.

Стоит обратить внимание, что данный метод можно развить на совершенно любую область торговли, без различий по виду товаров – будь то канцелярские товары, товары личной гигиены, электротехника, обувь,

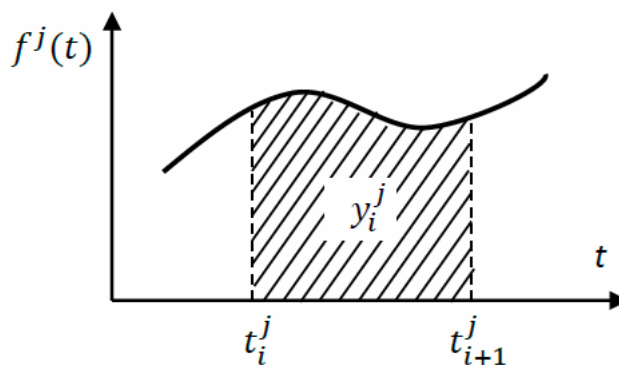


Рис. 2. Объем совершенной покупки

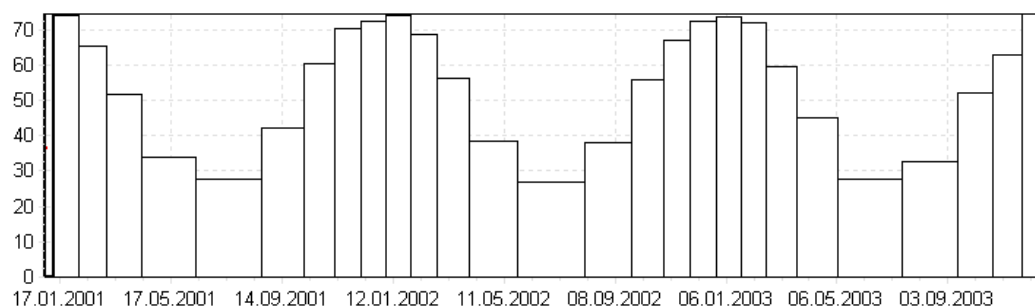


Рис. 3. Средняя скорость потребления продукции на всем периоде наблюдений

одежда или даже персональные компьютеры или смартфоны. Существует возможность обобщения данного метода на рынок услуг при должном обосновании. В сфере услуг анализ редких событий позволит спланировать оптимальный график работы мастеров, организовать более высокий уровень сервиса, добиться большего удовлетворения клиентов. Кроме того, емкостный метод можно использовать и в других областях для получения новых интересных закономерностей. Например, можно попробовать проанализировать такие исторические события, как войны или перевороты, политические события, быть может, получится проанализировать даже некоторые природные, физические или геологические события.

Предлагаемый метод является математическим инструментом обработки данных, который позволяет выявлять скрытые закономерности. Применение его для новых видов продукции или же в других областях требует соответствующего научного изучения и обоснования. Стоит отдельно рассмотреть вопрос о точности определения исходных закономерностей, так как речь идет об их выявлении, для этого предстоит воспользоваться методами имитационного моделирования. Прежде всего необходимо обосновать применение емкостного метода в различных областях торговли или оказания услуг. В случае необходимости надо предложить список допущений об особенностях поведения продавцов, покупателей или клиентов, обязательных для применения данного метода. Исследование должно показать возможные последствия нарушения этих предположений. Для конкретных областей торговли могут быть разработаны примеры оптимального способа поддержания запасов продукции, обеспечивающие минимальные издержки и максимальное удовлетворение клиентов.

Что же касается точности, в исследовании предполагается разработать компьютерную имитационную модель процесса приобретения продукции покупателями через цепочку распространителей. При этом распространители выстраиваются иерархически: распространители высшего уровня, которые закупаются у производителя, помельче, которые закупаются у распространителей высшего уровня, и так далее до последних распространителей, которые будут работать уже с конечными потребителями. Получается так, что товару требуется пройти цепочку распространителей, чтобы добраться до конечного потребителя, однако решение о покупке товара продвигается снизу-вверх по мере опустошения запасов потребителей и распространителей, одни распространители выступают в качестве покупателей по отношению к другим распространителям. В модели для конечных потребителей будет задаваться исходная функция потребления одним из возможных способов (вручную или случайно), в некоторых конфигурациях потребители и распространители должны быть способны изменять свой максимальный уровень запаса в зависимости от скорости расхода продукции (рис. 4).

Можно допустить, что при одной конфигурации схемы результаты будут значительно отличаться от результатов другой конфигурации схемы цепочки распространителей. В предполагаемом исследовании необходимо предусмотреть средства создания произвольной схемы с заданным числом уровней иерархии. Количество дочерних покупателей у каждого распространителя можно будет задавать вручную, однако следует также предусмотреть возможность генерации случайного количества покупателей у каждого распространителя. Для большей достоверности результаты моделирования следует получить для как можно больше количества различных схем цепочек распространителей.

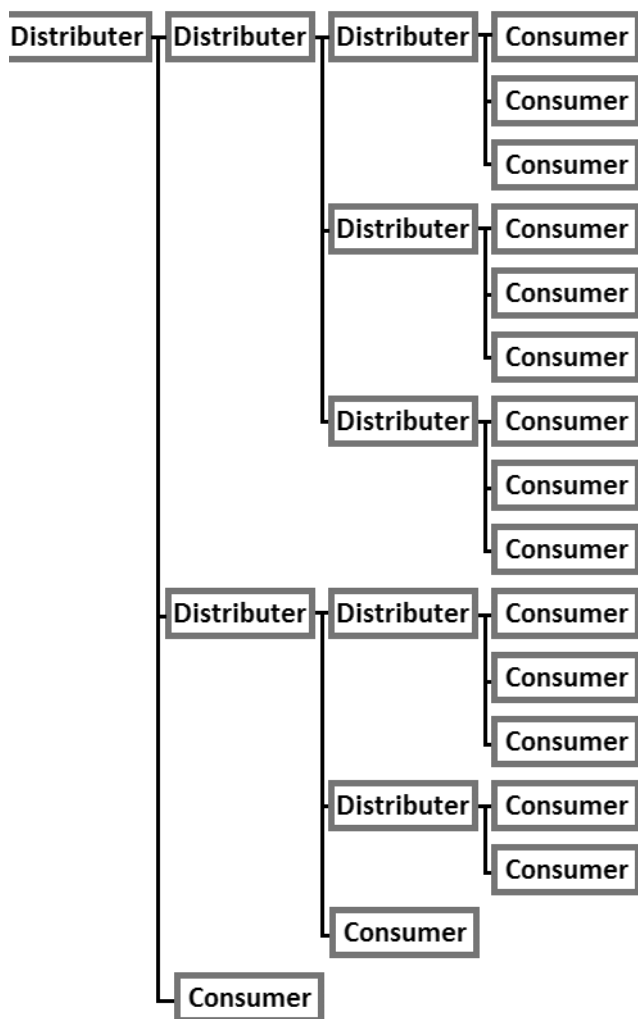


Рис. 4. Схема последовательности распространителей

Предполагается, что исходные функции потребления продукции у конечных потребителей можно также будет задавать как вручную, так и с помощью средств автоматической генерации вида функции. В некоторых экспериментах хотелось бы посмотреть на точность определения скорости потребления продукции при идентичности всех индивидуальных скоростей продукции у конечных потребителей. В следующих экспериментах хорошо было бы посмотреть, как поведет себя определяемая скорость потребления, если у потребителей функции будут различаться лишь амплитудами. В исследовании следует оценить точность, когда покупатели будут изменять максимальный уровень запаса в соответствии с некоторой заложенной схемой. Например, когда они видят, что их товар быстро заканчивается, они принимают решение

приобрести партию товара в два раза большего объема, и наоборот, если товар очень медленно расходуется, то следующая покупаемая партия будет в два раза меньшего объема. И, наконец, хорошо бы отдельно понаблюдать за способностью определять исходную зависимость при совершенно случайных скоростях потребления конечных потребителей, т.е. когда функции одних совершенно не будут похожи на функции других.

В результате функционирования модели на каждом узле цепочки распространителей будет получен набор данных, содержащий даты и объемы покупок разными покупателями. Уже к этим наборам данных будет применяться емкостный метод для восстановления заложенных изначально закономерностей. Компьютерная модель должна определять точность исходной зависимости с помощью разрабатываемого метода в результате функционирования механизма приобретения продукции покупателями через цепочку распространителей. В результате проведения исследования должно быть понятно, как изменяется точность определения исходной зависимости скорости потребления от уровня иерархии, от переключения потребителей между конкурирующими распространителями, от способности изменять максимальный запас продукции, от способа задания исходной функции потребления, от вида и характеристик приобретаемой продукции (рис. 5).

Следует отдельно рассмотреть вопрос влияния позиции компании в цепочке распространителей на пути к конечному потребителю, обратить внимание на явление конкуренции, когда покупатели обращаются к альтернативному поставщику в сети распространителей, на точность получаемых прогнозов (рис. 6).

Точность определения исходных закономерностей предполагается измерять как относительное среднее квадратичное отклонение (в %). Количество проверяемых уровней иерархии предполагается брать от 3 до 10, количество дочерних распространителей для распространителя – от 3 до 10, количество прогонов каждой конфигурации – от 5 (если в конфигурации предполагается использовать случайную генерацию исходной функции потребления и случайный выбор потребителей между конкурирующими распространителями).

Прежде чем приступать к разработке компьютерных моделей, следует составить и обосновать концептуальные модели процессов покупки-продажи соответствующих видов

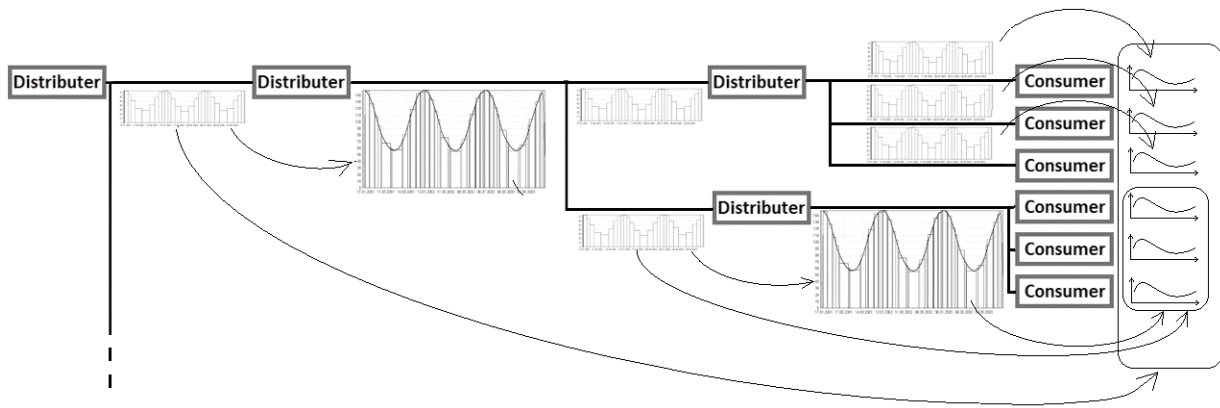


Рис. 5. Сравнение точности определения скорости потребления на разных позициях в цепочке распространителей

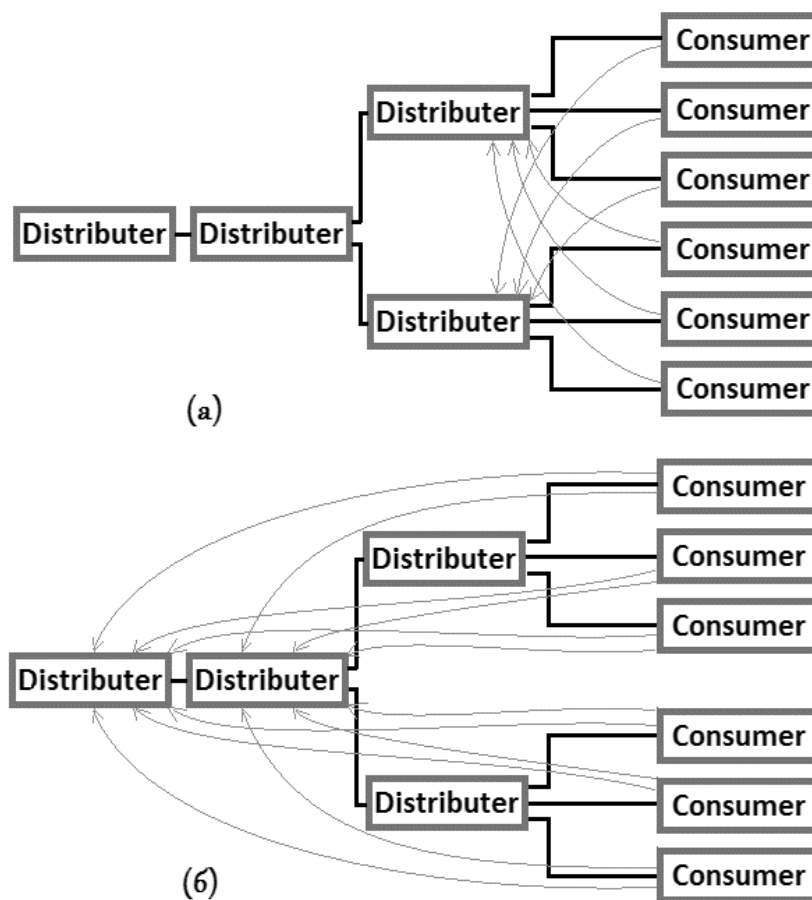


Рис. 6. Переключение покупателей на других распространителей

продукции в приближенных к реальности условиях.

В результате проведения исследования обобщается емкостный метод анализа редких продаж на произвольный вид продукции и услуг. В случае использования данного метода в других областях он может дать новые знания и выявить новые, еще неизвестные закономерности. Данный подход может

использоваться для анализа произвольных редких событий, которые могут возникать в результате процессов, схожих с заполнением и опустошением некоторых емкостей. Результаты исследования могут быть использованы в розничной и оптовой торговле, на производстве, в социологических и исторических исследованиях и др. Предстоит исследовать применимость данного метода

для других видов продукции, возможность обобщения на другие сферы торговли, например, на сферу услуг, возможность использования данного метода в совершенно других областях, например, для анализа исторических или политических событий. Отдельно рассматривается вопрос точности определения исходных закономерностей, которое предполагается изучить с помощью комплексного имитационного моделирования.

Библиографический список

1. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики. М., 1998.
2. Бююль А., Цёфель П. SPSS: искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей. СПб., 2002.
3. Кораблев Ю.А. Емкостный метод определения функции скорости потребления // Экономика и менеджмент систем управления. 2015. Т. 15. № 1.1. С. 140–150.
4. Кораблев Ю.А. Обоснование емкостного метода определения спроса // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. 2015. №5. С. 96–101.
5. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов. М., 2003.
6. Мишулина О.А. Статистический анализ и обработка временных рядов. М., 2004. С. 180.
7. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ: сб. работ / под ред. И.С. Енюкова. М., 1989.
8. Croston J.D. Forecasting and stock control for intermittent demands. *Operational Research Quarterly* 23, 1972. P. 289–303.
9. Efron B. Bootstrap methods: another look at the jackknife // *Annals of Statistics*. 1976. №7. P. 1–26.
10. Efron B., Tibshirani R.J. An introduction of the Bootstrap. New York, 1993.
11. Nong Ye. The hand book of data mining, Arizona State University, LEA Publishers, Mahwah, New Jersey, 2003.
12. Shenstone L., Hyndman R. J. Stochastic models underlying Croston's method for intermittent demand forecasting. Monash university, Australia, Working Paper 1, 2003.
13. Smart C.N. Bootstrap your way for better forecast. Midrange Enterprise, 2004.
14. Willemain T.R., Smart C.N., Shocker J.H., DeSautels P.A. Forecasting intermittent demand in manufacturing: a comparative evaluation of Croston's method // *International Journal of Forecasting*. 1994. №10. P. 529–538.