Краткосрочное прогнозирование нестационарного спроса в оптовой торговле

тема диссертации и автореферата по ВАК 08.00.12, кандидат экономических наук Иванько, Роман Сергеевич

**Год:**

2005

**Автор научной работы:**

Иванько, Роман Сергеевич

**Ученая cтепень:**

кандидат экономических наук

**Место защиты диссертации:**

Москва

**Код cпециальности ВАК:**

08.00.12

**Специальность:**

Бухгалтерский учет, статистика

**Количество cтраниц:**

143

## Оглавление диссертации кандидат экономических наук Иванько, Роман Сергеевич

Введение

Глава 1. Особенности управления запасами на оптовом мпогономепклатурпом складском комплексе

1.1. Обзор категории запасы, их классификация и характеристики

1.2. Модели управления запасами

1.3. Особенности классификации многономенклатурного товарного ассортимента

1.4. Перспективные подходы к прогнозированию спроса

Глава 2. Методические вопросы прогнозирования нестационарного спроса

2.1 Прогнозирования спроса с использованием методов ближайшего соседа

2.2 Метод Кростона

2.3 Бутстреп-оценки значения спроса за период

2.4 Методика прогнозирования спроса с использованием селективной модели

2.5 Вычисление ошибки прогнозирования в связи с моделью управления запасами

Глава 3. Применение селективной методики дли прогнозирования спроса па оптовом рынке косметики

3.1 Предварительная обработка данных и классификация товаров

3.2 Апробация методов, основанных на поиске ближайшего соседа

3.3 Апробация метода Кростона на рядах с большим количеством нулей

3.4 Прогнозирование суммарного спроса за период методом бутстреп

3.5 Апробация селективной модели 105 Заключение 112 Список литературы 116 Приложения

## Введение диссертации (часть автореферата) На тему "Краткосрочное прогнозирование нестационарного спроса в оптовой торговле"

Актуальность исследования. С развитием оптовой торговли и постепенным введением в строй современных складских комплексов, играющих роль крупных распределительных центров и осуществляющих многономенклатурную торговлю, растет потребность в разработке методологии управления многономенклатурными товарными запасами. Ведь поддержание ассортимента и своевременное обслуживание клиентов требует от торговой организации консервации огромных средств в запасах.

В работах, посвященных моделям управления запасами, традиционно наибольшее внимание уделяется выбору стратегии управления запасами, а вопросы прогнозирования спроса на товары рассматриваются лишь косвенно. В то же время, проблема прогнозирования спроса не менее важна для оптимального управления запасами, чем собственно стратегия управления. Часто рассматриваются модели, в соответствии с которыми спрос носит детерминированный характер, либо подчинен некоторому простому и стабильному закону распределения. Практические исследования в данной области показывают наличие ряда ситуаций, когда данный упрощенный подход неприемлем. В особенности это касается спроса на отдельные товары па коротких интервалах времени. Такая постановка задачи характерна для оперативного управления ассортиментом склада.

Недостаток информации о факторах, влияющих на спрос на интервалах порядка недели, приводит к использованию методов автопроекции временных рядов. Большой интерес вызывают развивавшиеся несколько обособленно методы ближайшего соседа (непараметрической регрессии), практические результаты их применения, приспособленность к прогнозированию прерывистого спроса. Под прерывистым спросом здесь понимается спрос, который значительную часть времени не предъявляется вообще. Методы прогнозирования прерывистого спроса недостаточно описаны в отечественной литературе.

Важность ряда описанных проблем для коммерческих организаций и торговой сети в целом, необходимость усовершенствования некоторых методов прогнозирования и их апробация на данных оптовой торговли, обуславливают актуальность выбранной темы работы с практической и научной точек зрения.

Цель п задачи исследования. Целыо диссертационной работы является разработка методики краткосрочного прогнозирования нестационарного (прерывистого) спроса, без выраженных тренда и сезонности.

Достижение цели потребовало постановки и решения следующих задач:

• Проанализировать системы управления запасами, взаимосвязь стратегии управления запасами и задачи прогнозирования прерывистого спроса на товары;

• Проанализировать характер спроса на различные товары, выделив характерные особенности временных рядов спроса товарных групп;

• Предложить алгоритм, повышающий точность прогноза метода, основанного на поиске ближайших соседей;

• Разработать селективную методику краткосрочного прогнозирования спроса на товар, используя в качестве базовых методы, основанные на поиске ближайших соседей, методы Кростона и экспоненциального сглаживания;

• Создать алгоритмы и программное обеспечение, реализующие специальные методы прогнозирования, предложенные в работе;

• Провести апробацию методики прогнозирования, основанной на использовании селективной модели, сравнить ее прогностические свойства с другими моделями.

Объектом исследования являются системы управления товарными запасами оптовой торговой организации.

Предметом исследования являются методы краткосрочного прогнозирования в системе управления запасами оптовой торговой организации.

Информационной базой является база данных о ежедневных отгрузках и поступлениях со складских комплексов крупной фирмы - производителя и распространителя косметических товаров за 2002-2003 гг., а также официальные данные Росстата.

Расчеты производились с помощью пакета программ Statistica 6.0, а также с помощью программ, разработанных автором п написанных на языке Borland Delphi 5.

Теоретической основой исследования послужили работы отечественных и зарубежных ученых по вопросам управления запасами, логистики, статистического прогнозирования и моделирования временных рядов, математической статистике, нелинейной динамике и методам непараметрической регрессии, прогнозирования прерывистого спроса, а также методам размножения выборок.

Научная новизна работы заключается в разработке методики краткосрочного прогнозирования прерывистого спроса на товары оптового складского комплекса, при отсутствии тренда и сезонности.

Предмет защиты составляют следующие положения и результаты, полученные лично соискателем и содержащие элементы научной новизны:

• Предложена типологизация товаров по характеру спроса, учитывающая долю товара в суммарном обороте организации и частоту появления ненулевых значений спроса;

• Исследованы особенности прогнозирования с использованием методов ближайшего соседа, метода Кростона и метода бутстреп на прерывистых временных рядах спроса на косметические товары;

• Разработана и апробирована на товарах оптового рынка косметики селективная методика прогнозирования прерывистого спроса, включающая методы ближайшего соседа, метод Кростоиа и экспоненциальное сглаживание;

• Предложена система мониторинга ближайших соседей, позволяющая повысить прогностические способности методов, основанных на их поиске;

• Для товаров оптового рынка косметики проведен анализ преимуществ и недостатков предлагаемых методов прогнозирования по сравнению с традиционными статистическими методами.

Практическая значимость. Выводы, результаты и рекомендации по методике краткосрочного прогнозирования прерывистого спроса могут быть использованы организациями оптовой торговли.

Результаты диссертационного исследования могут быть использованы в учебном процессе по курсу «Статистические методы прогнозирования».

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертационного исследования докладывались и получили одобрение на 11-ой Всероссийской научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Прикладные аспекты статистики и эконометрики» (Москва,2005)

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в 6 научных работах, общим объемом 1,5 п.л.

Структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и приложений.

## Заключение диссертации по теме "Бухгалтерский учет, статистика", Иванько, Роман Сергеевич

Заключение

В результате проведенного в данной работе исследования были сформулированы и обоснованы следующие выводы.

Анализ моделей управления запасами показал, что прогнозирование спроса играет ключевую роль в обеспечении эффективного управления запасами, независимо от выбранной стратегии управления. От предсказанного значения спроса зависят ключевые параметры модели, такие как момент заказа на пополнение запасов и количество заказываемого на склад товара. В то же время, сама постановка задачи прогнозирования зависит от принятой стратегии управлениятоварами, от того, каким образом производится контроль над уровнем запасов, от доли товара в суммарном обороте склада, а также, от времени, необходимого на выполнение заказа на пополнение. Все эти параметры должны учитываться.

В ходе предварительной обработки и анализа данных были выявлены их основные характерные особенности: отсутствие выраженных трендовых и сезонных компонент, прерывистый характер спроса. Анализ литературы по теме исследования показал необходимость совершенствования методологии прогнозирования спроса, содержащего большое количество нулевых значений и имеющего сложный характер. С учетом многономенклатурности анализируемого складского комплекса, прогнозирование должно проводиться в полуавтоматическом режиме, реакция на изменения в характере спроса должна быть достаточно гибкой и быстрой. Несмотря на наличие в данной области ряда разработанных специальных методов, их возможности исследованы не полностью, а точность получаемого прогноза и способность адаптироваться к изменениям характера спроса зачастую неудовлетворительны.

Были рассмотрены перспективные параметрические и непараметрические подходы к прогнозированию спроса. Сделан вывод о необходимости их совместного использования. Для прогнозирования исследуемых временных рядов предложены непараметрические методы ближайшего соседа, а также параметрический метод Кростона - для работы с временными рядами, содержащими большое количество нулевых значений. В отдельных случаях, для товаров, доля которых в суммарном обороте организации невелика, предложено использовать методику прогнозирования с использованием бутстреп. Интерес к бутстрепу в последнее время увеличивается, так как растут возможности вычислительной техники.

Как показал анализ методов ближайшего соседа, для получения хорошего прогноза важно не только найти ближайшего соседа для текущего состояния временного ряда, но и проконтролировать, насколько ближайший сосед в действительности схож с текущим состоянием и пригоден для построения прогноза. Предложено ввести подобную систему мониторинга для методов ближайшего соседа, которая актуальна в том случае, если поиск проводится по принципу К-ближайших соседей (например, метод PMRS). При таком принципе отбора соседей, они всегда будут найдены. При исследовании метода PMRS экспериментально установлено, что в случае, когда для текущего состояния временного ряда нет близкого аналога в исторических данных, предпочтительнее не строить прогноз по найденным ближайшим соседям, а использовать наивную модель, либо усреднение нескольких последних значений.

Недостатки методов ближайших соседей при работе с временными рядами, содержащими большое количество нулевых значений, могут быть частично компенсированы путем разработки селективной модели, которая предусматривает, что в базовый набор помимо прогнозов, полученных методами ближайших соседей, включаются прогнозы, полученные методом экспоненциального сглаживания и методом Кростона.

Данная модель вместе с принципом первоначальной классификации и системой мониторинга ближайших соседей составляет методику краткосрочного прогнозирования прерывистого спроса, имеющего сложную структуру, предлагаемую автором.

Экспериментальная апробация методов ближайшего соседа и их сравнение с простым экспоненциальным сглаживанием показало преимущество метода нечеткого ближайшего соседа. Система мониторинга ближайших соседей и использование наивной модели в том случае, когда ближайший сосед не найден, либо признан неудовлетворительным, позволила улучшить результат метода PMRS, однако он все равно уступает методу нечеткого ближайшего соседа.

Экспериментальная апробация метода Кростона показывает относительное преимущество этого метода над простым экспоненциальным сглаживанием при прогнозировании временных рядов с большим количеством нулевых значений. Однако это преимущество реализуется только в том случае, когда контроль над уровнем запасов осуществляется не постоянно, а только в моменты возникновения спроса.

Методика прогнозирования спроса на основе метода бутстреп эффективна в случае, когда спрос сохраняет относительную стабильность в будущем периоде, не происходит существенного увеличения среднего размера заказов, поступающих на склад, либо среднего интервала между их возникновением. По этой причине использование данного метода в исследовании ограничено группой товаров В, где метод показал себя хорошо. Для 75% анализируемых товаров этой группы, прогнозное значение было превышено не чаще, чем в 5% случаев, при уровне обслуживания - 95%.

Результаты вычислительных экспериментов подтвердили необходимость комбинированного применения отобранных методов. Предложена селективная модель, осуществляющая одновременное прогнозирование по всем методам, включенным в базовый набор, и выбор наилучшего прогноза в соответствие с критерием селекции. В базовый набор включены прогнозы, полученные методами ближайшего соседа PMRS и

FNNM, а также экспоненциальным сглаживанием и методом Кростона. Селективная модель в ходе экспериментов показала в целом лучший результат, чем модели, построенные по каждому из методов в отдельности. Удалось построить селективную модель с низким значением параметра адаптации для критерия селекции (ссв= 0,2), которая показала наилучший результат. Небольшое значение параметра адаптации предпочтительнее в силу сложного характера анализируемых рядов.

Обобщая результаты, можно сделать вывод, что удалось разработать методику на основе селективного подхода, с использованием нескольких специальных методов (ближайшего соседа, метод Кростона). Эта методика позволила решить задачу краткосрочного прогнозирования спроса на товары крупного распространителя косметики на отечественном рынке. Результаты краткосрочного прогнозирования по селективной методике выше результатов, полученных по отдельным моделям, входящим в базовый набор.

Предложенная в работе методика прогнозирования на основе селективного подхода будет полезна для прогнозирования спроса в оптовой торговле в полуавтоматическом режиме, когда пет возможности тщательно анализировать спрос на каждый из товар. В случае, когда есть потребность в более тщательном контроле над отдельными наименованиями товаров, может быть дополнительно проанализирован и модифицирован базовый набор селективной модели, по которому осуществляется прогнозирование.

Система мониторинга ближайших соседей может быть использована в ряде смежных задач, в которых используются методы с отбором по принципу К-ближайших соседей. На практике она способна существенно повысить точность прогноза.

## Список литературы диссертационного исследования кандидат экономических наук Иванько, Роман Сергеевич, 2005 год

1. Айвазян С.А, Мхитарян B.C. Прикладная статистика и основы эконометрики, М: ЮНИТИ, 1998

2. Амбарнова Е., Оганесян М. Управление товаром в розничной торговле. http://vvvv\v.retai.ru/biblio/economixl.asp.

3. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Ы. Анализ, синтез, планирование решений в экономике. М: Финансы и статистика, 2000

4. Бауэрсокс Д.Д, Клосс Д.Д. Логистика. Интегрированная цепь поставок,- -М: ГУУ НФПК, 2001

5. Бслоусов А.Г. Коммерческая логистика, М: Феникс, 2001

6. Беляевский И.К., Кулагина Г.Д., Данченок Л.А. Статистика рынка товаров и услуг, М: Финансы и статистика, 2002

7. Букина Г.Н., Розин Б.Б. Нормирование и прогнозирование расхода ресурсов на основе математико-статистического моделирования. Новосибирск: Наука, 1991

8. Гаев JI.B. Рандомизированная обработка результатов имитационных экспериментов. Материалы первой научно-практической конференции по вопросам применения имитационного моделирования в промышленности Санкт-Петербург, 2003

9. Гаев JI.B., Шмарион М.Ю. Компьютерное исследование бутстреп-моделирования//Современные проблемы информатизации. Тезисы докладов второй электронной научной конференции,- Воронеж: ВГПУ, 1997

10. Гаврилов Д.А. Управление производством на базе стандарта MRP II. Принципы и практика, Санкт-Петербург: Питер, 2002

11. П.Гласс Дж., Стенли Дж. Статистические методы в прогнозировании. М: Прогресс, 1976.

12. Гордон М.П., Карнаухов С.Б., Логистика товародвижения. М: ЦЭМ, 1998

13. Дубров A.M., Мхитарян B.C., Трошин Л.И. Многомерные статистические методы. М: Финансы и статистика, 2000

14. Дубров А. М. Компонентный анализ эффективности в экономике, М: Финансы и статистика, 2002

15. Дуброва Т.А. Статистические методы прогнозирования, М: ЮНИТИ, 2003

16. Дмитриева Л.А., Куперин Ю.А, Сорока И.В., Методы теории сложных систем в экономике и финансах. Труды Всероссийской научно-практической конференции «Межднсциплинарность в науке и образовании», Санкт-Петербург, 2001, стр. 29-50

17. Елманова Н. Системы управления предприятием для дистрибьюторских компаний. . Директор. 2(67), 2003.

18. Зеваков A.M. Методические основы решения задач по управлению запасами. Караганда, 1989

19. Зеваков А.М, Петров В.В. Логистика производственных и товарных запасов, Санкт-Петербург: издательство Михайлова В.А., 2002

20. Инютина К.В. Нормирование производственных запасов с применением математико-статистических методов.- М: Статистика, 1969

21. Кобелев Н.Б. Практика применения экономико-статистических методов и моделей. -Москва.: «Финстатинформ», 2000.

22. Кудрявцев Б.М. Модели управления запасами. М: Ин-т управления им. С. Орджоникидзе, 1987

23. Лоскутов А. 10., Журавлев Д.И., Котляров. О.Л. Применение метода локальной аппроксимации для прогноза экономических показателей, -Вопросы анализа и управления риском, т 1, 1, М: МГУ, 2003

24. Лоскутов А. Ю., Михайлов А. С. Введение в синергетику. М: "Наука", 1990

25. Лотоцкий В.А., Мандель А.С. Модели и методы управления запасами. -М: Наука, 1991

26. Пугачев М.И., Ляпунцов Ю.П. Методы социально-экономического прогнозирования. М: ТЭИС, 1999

27. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов. М: Финансы и статистика, 2003

28. Мазманова Б. Г. Методические вопросы прогнозирования сбыта. Маркетинг в России и за рубежом, 11, 2000

29. Малинецкий Г.Г., Потапов А.Б. Современные проблемы нелинейной динамики.- М:, УРСС, 2000

30. Материалы практического семинара «Корпоративная логистика, управление закупками и запасами», М: Российская Академия Госслужбы при Президенте РФ, 2002

31. Модели и методы теории логистики, под ред. B.C. Лукинского B.C. Санкт-Петербург: Питер, 2003

32. Монин А.С., Питсрбарг Л.И. Предсказуемость погоды и климата. В кн. Пределы предсказуемости. Ред. Ю.А. Кравцов. М: ЦентрКом, 1997.

33. Мыслить глобально, действовать - локально. // Экономика и время. 4. 1999

34. Николайчук В.Е. Логистика. Санкт-Петербург: Питер, 2002

35. Орлов А.И. Математика случая: Вероятность и статистика основные факты: Учебное пособие. - М: МЗ-Пресс, 2004

36. Орлов А.И. Прикладная статистика. Учебник. М: Издательство "Экзамен", 2004

37. Поживалова Н.С., Яковлева Г.Н. Статистика материально-технического обеспечения, Киев: Выща школа, 1989

38. Резникова Л.В. Применение логистических алгоритмов в АСУ товарных запасов (с постоянным периодом заказа, ABC, XYZ): http://vvvvvv.soft.implozia.ru/nevvs/seminar0112.html, 2002

39. Рыжиков Ю.И. Планирования многономенклатурных запасов при вероятностном спросе. — Изв. АН СССР. Техн. Кибернетика. 1968,2. с. 3137

40. Рыжиков Ю.И. Теория очередей и управление запасами, Санкт-Петербург: Питер, 2001

41. Сакович В.А. Модели управления запасами. Минск: Наука и техника, 1986

42. Секреты «золотого» запаса. Кое-что о методах расчета оптимальной величины товарного запаса, «Маркетолог», 11,2000.

43. Сергеев В.И. Логистика. Учебное пособие. СПб.: СПбГИЭА, 1995

44. Сергеев В.И. Менеджмент в бизнес-логистике. М: Инф.-изд.дом «ФИЛИНЪ», 1977

45. Сергеев В.И. Основы логистики. Учебное пособие для вузов (под ред. проф. В. И. Сергеева и проф. Л. Б. Мпротнна)- М: ИНФРА-М, 1999

46. Статистическое моделирование экономических процессов, сборник научных трудов. Под ред. Лившица Р.А., Новосибирск: Наука, 1991

47. Управление запасами и бюджетирование продаж, Экономика и время, 10, 2000

48. Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. 2-е изд., псрсраб. и доп. М: Статистика, 1997

49. Хачатрян В.И. Математические методы управления запасами: текст лекций. М: МЭСИ, 1983

50. Хэнссменн Ф. Применение математических методов в управлении производством и запасами/ Пер с англ. М: Прогресс, 1966

51. Эфрон Б. Нетрадиционные методы многомерного статистического анализа.- М: Финансы и статистика, 1988

52. Altman N. S. An Introduction to Kernel and Nearest Neighbor Nonparametric Regression. The American Statistician. Vol. 46, 3, 1992, pp. 175-185.

53. Armstrong J. S., Collopy F., Error Measures For Generalizing About Forecasting Methods:8 Empirical Comparisons, International Journal of Forecasting, 8, 1992, pp 69-80.

54. Armstrong J. S., Collopy F., Another Error Measure for Selection of the Best Forecasting Method:The Unbiased Absolute Percentage Error, http://liops.\vharton.iipenn.edu/forecast/paperpdf/armstronu-iinbiasedAPE.pdf

55. Bickel, P. and D. Freedman . Some asymptotic theory for the bootstrap. Annals of Statistics, 9, 1981 , pp 1196-1217.

56. Booth, J.G., P. Hall. Monte Carlo approximation and the iterated bootstrap. Biometrika, 81, 1994, pp 331-340.

57. Carbone R. and Armstrong J. S. Evaluation of extrapolative forecasting methods: Results of a survey of academicians and practitioners, Journal of Forecasting, 1, pp. 215-217, 1982

58. Chorafas D.N. Chaos Theory in the Financial Markets: Applying Fractals, Fuzzy Logic, Genetic Algorithms, Swarn Simulation & the Monte Carlo Method to Manage Markets, Probus Publishing Company, 1994

59. Croston J.D. Forecasting and stock control for intermittent demands. Operational Research Quarterly 23, 1972, pp. 289-303.

60. Croston, J. D. Stock Control for Slow-Moving Items. Operational Research Quarterly, 25, 1974.pp. 123-130.

61. Davison, A. C., Hinkley D.V. Bootstrap Methods and their Application. Cambridge Univ. Press. 1997

62. Davis S., Davidson W. 2020 Vision: Transform your Business Today to Succeed in Tomorrow's Economy. New York: Simon and Schuster, 1991

63. Dixon, P. M. The bootstrap and the jackknife: describing the precision of ecological indices. Design and analysis of ecological experiments, 2nd edition. Oxford University Press, Oxford, UK, 2001, pp 267-288

64. Dunsmuir W. and Snyder R., Control of Inventories with Intermittent Demand. European Journal of Operational Research, 40, 1999,pp. 16-21.

65. Eaves A. Forecasting, ordering and stock-holding for erratic demand, Materials of The 22nd forecasting symposium on forecasting 2002 (ISF 2002). - Dublin. Ireland

66. Efron B. Bootstrap methods: another look at the jackknife. Annals of Statistics, 7, 1976, pp. 1-26.

67. Efron B. ,Tibshirani R. Bootstrap methods for standard errors, confidence intervals and other measures of statistical accuracy. Statistical Sciencc 1,1986, pp. 54-77.

68. Efron, B. and R.J. Tibshirani, An Introduction to the Bootstrap. New York: Chapman & Hall, 1993

69. Gardner E. Evaluating Forecast Performance in an Inventory Control System. Management Science, 36, 1999, pp. 490-499.

70. Farmer J. D. and Sidorowich J. J. Predicting Chaotic Time Series Phys. Rev. Lett., 59, 1987, pp. 845-848.

71. Farmer J. D. and Sidorowich J. J. Predicting Chaotic Dynamics, in Dynamic Patterns in Complex Systems. Singapore: World Scientific, pp. 265-292, 1988

72. Fildes R., Beard C. Forecasting Systems for Production and Inventory Control, International Journal of Operations and Production Management, 12, 1992, pp. 4-27.

73. Franses P.H., Time series models for business and economic forecasting, Cambridge University Press, 1998

74. Friedman J.H., Bentley J.L., Finkel R.A. An Algorithm for Finding Best Matches in Logarithmic Expected Time. ACM Transactions on Mathematical Software. Vol. 3, 3, 1977. pp. 209-236.

75. Fox J., Long J.S. Modern Methods of Data Analysis. Sage, Newbury Park. 1990

76. Heuts R.M.J., Strijbosch L.W.G. and. van der Schoot E.H.M. A combined forecast-inventory control procedure for spare parts. Conference on Flexible Automation & Intelligent Manufacturing (FAIM'99), 1999

77. Heyvaert A. and Hurt A. Inventory Management of Slow-Moving Parts, Operations Research, 4, 1956, pp. 572-580.

78. Horowitz J. L. Bootstrap methods in econometrics: theory and numerical perfomance, 7th World Congress of the Econometric Society, Tokyo, 1995, http://econwpa.wustl.edu:8089/eps/em/papers/9602/9602009.pdf

79. Horowitz, J.L. 1994. Bootstrap-based critical values for the information-matrix test, Journal of Econometrics, 61, 1994, pp 395-411.

80. Johnston, F.R.,Boylan, J.E., Forecasting for items with intermittent demand, Journal of the Operational research Society, 1996, pp. 113-121.

81. Johnston, F.R., Boylan, J.E., Forecasting intermittent demand: a comparative evaluation of Croston's method. Comment, International Journal of Forecasting, 12, 1996, pp. 297-298.

82. Johnston, F., Boylan J, Shale E. The Forecasting and Inventory Managementof Slow Moving Items , 22nd International Symposium on Forecasting, Dublin, Ireland, 2002.

83. Kantz H., Schreibcr Т., Nonlinear time series analysis, Cambridge University Press, 1997.

84. Lall U., Recent Advances in Nonparametric Function Estimation: Hydraulic Applications, Reviews of Geophysics, 33, 2, pp. 1093-1102, 1995.

85. LeBaron В., Chaos and Nonlinear Forecastability in Economics and Finance // Philosophical Transactions of the Royal Society of London., vol 348, pp/ 397404, 1994.

86. Мак К., Hung С. A Simple Model for Computing (s,S) Inventory Policies when Demand is Lumpy, International Journal of Operations and Production Management, 6, 1986, pp. 62-68.

87. Makridakis, Spyros et al. The accuracy of extrapolation (time series) methods: Results of a forecasting competition, Journal of Forecasting, l.pp. 1-153, 1982

88. Mandelbrot B.B., Fractals and scaling in finance, Springer, 1997.

89. Mitchell G., Problems of Controlling Slow-Moving Engineering Spares, Operational Research Quarterly, 13, 1961, pp. 23-39.

90. Motnikar B. S., Pisanski T. and Cepar D. Time-series forecasting by pattern imitation, OR Spcktrum, 18(1), pp. 43-49, 1996.

91. Pal S.K., Majumder D. D., Fuzzy mathematical approach to pattern recognition, John Wiley, New York, 1986.

92. Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners, Armstrong J. S (editor): Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers, 2001

93. Rajagopalan, B. and U. Lall, Nearest Neighbour Local Polynomial Estimation of Spatial Surfaces, Spatial Interpolation Comparison Contest, Journal of Geographic Information and Decision Analysis, 2, 2, pp. 48-57, 1998.

94. Rajagopalan, B. and U. Lall, A Nearest Neighbor Bootstrap Resampling Scheme for Resampling Daily Precipitation and other Weather Variables, Water Resources Research, 35, 10,pp. 3089-3101, 1999.

95. Rao A. A Comment on: Forecasting and Stock Control for Intermittent Demands, Operational Research Quarterly, 24, 1973, pp 639-640.

96. Ripley B. D. Pattern Recognition and Neural Networks. United Kingdom: Cambridge University Press. 1999.

97. Sharma A., Tarboton D. G., Lall U., Streamflow Simulation: A Nonparametric Approach, Water Resources Research, 33, 2, pp. 291-308, 1997.

98. Shenstone L, Hyndman R. J., Stochastic models underlying Croston's method for intermittent demand forecasting, Monash univesity, Australia, Working Paper 1,2003

99. Smart C.N. Bootstrap your way for better forecast. Midrange Enterprise,2004

100. Smith В., Vemuganti R. A Learning Model for Inventory of Slow-Moving Items, AIIE Transactions, 1, 1969, pp. 274-277.

101. Singh. S. and McAtackney P. Dynamic Time-series Forecasting using Local Approximation, Proc. 10th IEEE International Conference on Tools with AI, Taiwan, IEEE Press, pp. 392-399, 1998.

102. Singh, S. Forecasting using a Fuzzy Nearest Neighbor Method, Proc. 6th International Conference on Fuzzy Theory and Technology, Fourth Joint Confercncc on Information Scienccs (JCIS'98), North Carolina, vol. 1, pp.8083, 1998.

103. Singh S. Multiple forecasting using local approximation. Pattern Recognition, 33, 2000

104. Singh S. Noise Impact on Time-Series Forecasting using an Intelligent Pattern Matching Technique, Pattern Recognition, vol. 32, issue 8, pp. 13891398, 1999.

105. Snyder, R.D. Inventory control with the gamma distribution, European Journal of Operational Research, 17, 1984, pp. 373-381.

106. Snyder R.,Forecasting Sales of Slow and Fast Moving Inventories, Monash univesity, Australia, Working Paper 7, 1999

107. Snyder, R.D., Koehler, А.В., Ord, J. K.,. Lead time demand for simple exponent ial smoothing: an adjustment factor for the standard deviation, Journal of Operational Research, 1999.

108. Srinivas V. V., Srinivasan K. A Hybrid Stochastic Model For Multiseason Streamflow Simulation, Water Resources Research, 37, 10, pp. 2537-2549, 2001.

109. Syntetos A.A., Boylan J.E. Inventory Management for spare parts. Materials of Second world confcrence on POM and 15th annual POM Conference, Cancun, Mexico, 2004

110. Tapscott D. Strategy in the New Economy. Logistics & Supply Chain Journal, November 1998

111. Vogel R.M., Shallcross A.L. The moving blocks bootstrap versus parametric time series models. Water resources research, vol 32, 6, 1996, pp 1875-1882

112. Weigend A. S. and Gersehnfield N. A. Time Series Prediction: Forecasting the Future and Understanding the Past, Massachusetts:Addison-Wesley,1994.

113. Willemain T.R., Smart C.N., Shockor J.H., DcSautcls Р.Л. Forecasting intermittent demand in manufacturing: a comparitive evaluation of Croston's method. International Journal of Forecasting 10, 1994, pp. 529-538