

Кисель Игорь Владимирович

**АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ГИБКИМИ ВЕРТИКАЛЬНЫМИ
МАРКЕТИНГОВЫМИ СИСТЕМАМИ, ПОСТРОЕННЫМИ НА БАЗЕ
ТОВАРНОГО КРЕДИТА**

**05.13.06 - Автоматизация и управление технологическими
процессами и производствами (сфера услуг)**

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Санкт-Петербург – 2002

Работа выполнена в институте инноватики Санкт-Петербургского государственного политехнического университета.

Научный руководитель -

профессор, доктор
технических наук
Ерихов М.М.

Официальные оппоненты:

профессор, доктор
технических наук
Лыпарь Ю.И.

кандидат технических наук
Коновал И.В.

Ведущая организация:

Ассоциация центров
инжиниринга и
автоматизации

Защита состоится «24» декабря 2002 года в 15.00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.229.21 при Санкт-Петербургском государственном политехническом университете по адресу: 195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д.29, главный корпус, ауд. 326.

С диссертацией можно ознакомиться в фундаментальной библиотеке Санкт-Петербургского политехнического университета.

Автореферат разослан 22 ноября 2002 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

д.т.н., проф. Черненко Л.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. «Гибкие» вертикальные маркетинговые системы (ВМС), основанные на объединении в единый канал товародвижения производителя продукции, потребителя и посредников нескольких уровней на основе некоторых договорных отношений, регламентирующих общие стандарты маркетинговой работы, продажи и послепродажного обслуживания, являются в настоящее время, основным видом сбытовых структур, создание которых наиболее актуально для отечественных производителей продукции, осваивающих рыночные механизмы развития. Несмотря на огромное многообразие алгоритмов построения и развития ВМС, общими функциями всех распределенных сбытовых структур подобного рода являются:

- облегчение покупателям доступа к продвигаемому на рынок товару,
- предпродажная подготовка, гарантийное и послегарантийное обслуживание товара,
- проведение комплекса мероприятий по изучению и стимулированию спроса на товар в регионе деятельности конечного потребителя,
- мониторинг реализованного товара в течение всего жизненного цикла с утилизацией выработавшего свой ресурс товар или его компонентов.

Вопросам исследования, построения и развития ВМС, в том числе и с помощью математических моделей, посвящены работы: L.P. Bucklin, B.C. McCammon, М.М. Ерихова, Е. Дихтля и Х. Хершген, Ж.Ламбиена, L.B. Rosenbloom, W.J. Stanton, Л.В. Штерн, А. Эль-Ансари, Т.Кофлан, В.Е. Хруценко, И.В. Корнеева, W.G. Zikmund, A.Zentler, D.Ryde и другие.

Тем не менее, вопросы моделирования ВМС недостаточно полно освещены в указанных работах. С одной стороны это вызвано, по-видимому, расчетом на всесильность имитационного моделирования информационных и финансовых процессов, протекающих в ВМС. С другой - недостаточным использованием хорошо разработанных для технических приложений инженерных методов моделирования динамических систем к которым относятся и ВМС. В результате до настоящего времени отсутствовала пригодная для практического применения модель, способная выявить причинно-следственную связь параметров процесса

продажи с параметрами ВМС, указать наиболее перспективные области работы ВМС, внутри которых уже возможна более точная оптимизация методом математического моделирования.

Цель работы и основные задачи исследования. Целью работы является решение задачи автоматизации управления в основных периодических режимах ВМС, обеспечивающих устойчивую цикличность сбытового и производственного цикла.

Поставленная цель достигается решением следующих задач:

1. Разработать на основе подхода Видаля – Вольфа аналитическую модель ВМС в виде частотно-импульсной динамической модели для случаев полной предоплаты за продукцию и случая продажи в рассрочку.
2. Разработать методику анализа периодических режимов ВМС в случае малой инерционности рынка и получить основные взаимозависимости параметров ВМС и процесса продажи.
3. Получить условия оптимизации кредита, предоставляемого под развитие ВМС продаж с длительной рассрочкой платежа.
4. Разработать на основе метода гармонического баланса инженерный подход к анализу T - периодических режимов ВМС, учитывающих инерционность рынка и возможность предоставления рассрочки в оплате конечному покупателю.

Методы исследования. В работе использованы методология системного подхода, позволяющая получить адекватную поставленным задачам модель ВМС. При исследовании свойств полученной модели применяются методы теории нелинейных дифференциальных уравнений, частные методы автоматического управления, теории нелинейных импульсных систем. Для анализа экспериментальных данных использованы методы математической статистики.

Научная новизна результатов диссертационной работы заключается в следующем:

1. На основе подхода Видаля-Вольфа получена динамическая модель

ВМС в виде частотно-импульсной системы для случаев полной предоплаты за продукцию и продажи в рассрочку.

2. Предложена упрощенная аналитическая модель, описывающая установившийся режим ВМС в случае малой инерционности рынка.
3. Получены базовые зависимости, связывающие основные параметры процесса продажи с параметрами ВМС, в том числе с параметрами предоставляемой при покупке рассрочки платежа.
4. Найдены условия предоставления кредита на развитие ВМС, обеспечивающие максимум получаемой системой прибыли.
5. Разработан частотный метод анализа частотно-импульсных моделей ВМС, позволяющий определять параметры установившегося в системе периодического режима в зависимости от параметров системы, свойств рынка и графика оплаты в рассрочку для конечного покупателя.

Достоверность и обоснованность результатов работы определяется фундаментальностью основополагающих математических методов, положенных в основу исследования, а также хорошим совпадением результатов расчета параметров установившихся режимов продаж по предлагаемым моделям и экспериментальным данным.

Практическая значимость работы заключается в возможности применения полученных в ней моделей для построения и оптимизации распределенных сбытовых структур по типу ВМС для реализации любого вида товаров или услуг. В диссертационной работе получены методики исследований, примененные при построении алгоритмов функционирования дилерской сети ОАО «Курганмашзавод» г. Курган с целью оптимизации условий работы завода с дилерами для получения максимальной прибыли и удержания требуемой доли рынка. Предлагаемый подход позволил выделить область перспективных параметров работы ВМС (срок реализации продукции, максимально допустимый остаток товара на складе, объем поставок и т.д.), что значительно облегчило и ускорило практическую работу по организации дилерской сети.

На защиту выносятся:

1. Динамическая модель ВМС, полученная на основе подхода Видаля-Вульфа в виде частотно-импульсной системы для случаев полной предоплаты за продукцию и продажи в рассрочку.
2. Методы анализа периодических режимов ВМС в случае малой инерционности рынка и основные взаимозависимости параметров процесса продажи и полученной модели.
3. Условия оптимизации кредита, предоставляемого под развитие ВМС продаж с длительной рассрочкой платежа.
4. Методика одночастотного расчета параметров Т-периодических режимов ВМС, учитывающая инерционность рынка и возможность предоставления рассрочки в оплате конечному покупателю.

Реализация полученных результатов осуществляется при построении дилерской сети ОАО «Курганмашзавод» г. Курган, ориентированной на продукцию транспортного машиностроения: многоцелевую коммунальную строительную машину МКСМ-800 и мини-трактор КМЗ-012, а также в процессе реализации Федеральной программы «Инжинирингсеть России».

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались на конференциях:

Международной научно-практической конференции СПбГТУ «Системный анализ в проектировании и управлении», Санкт-Петербург, 20-22 июня 2001г.; XXXV конференции ААИ "Перспективы отечественного машиностроения", Н. Новгород, 18-19 сентября 2001г; XXXIX Международной научно-практической конференции ААИ «Приоритеты развития отечественного автотракторостроения и подготовки инженерных и научных кадров» Москва, МГТУ «МАМИ», 25-26 сентября 2002 г.; III международной конференции «IENS-2002», «Приборостроение в экологии и безопасности человека («ПЭБЧ») 4 ноября 2002 г. , юбилейной VIII Санкт-Петербургской международной конференции «Региональная информатика - 2002», Санкт-Петербург, 26-28 ноября 2002 г

Публикации: По теме диссертации опубликованы семь работ.

Структура и объем работы: Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списка исследованных источников и машинописного текста. Содержание иллюстрировано _____ рисунками, список исследованной литературы содержит _____ наименований.

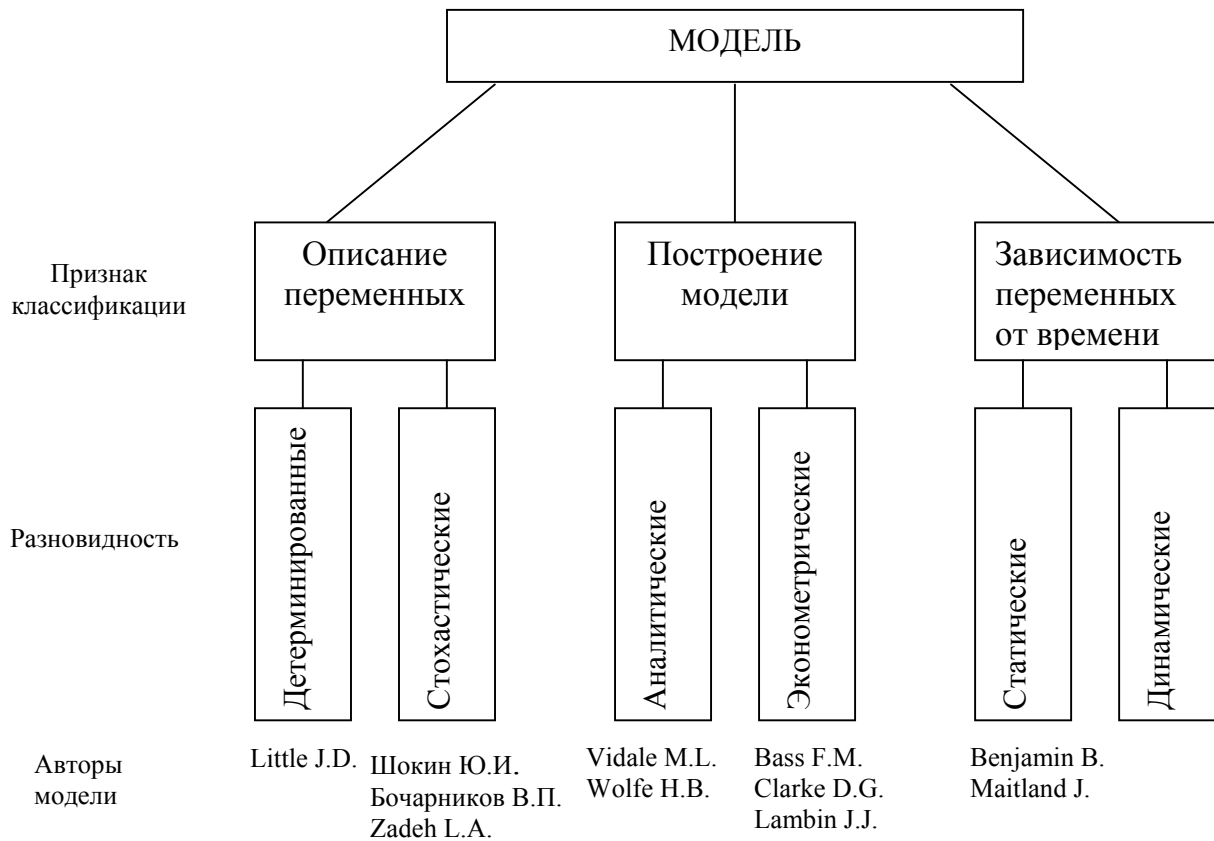
СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении диссертационной работы дан обзор путей развития каналов товародвижения в условиях современной рыночной экономики, раскрыта актуальность разработки методик построения и развития ВМС, как одной из наиболее распространенных разновидностей каналов товародвижения, составляющих основу комплекса маркетинга любого бизнес - продукта. В соответствии с основополагающими работами в этой области L.P. Bucklin, Л.В. Штерн, А. Эль-Ансари, Э.Т.Кофлан, Ж.Ламбина, R. Morgan, R.D. Buzzell, G. Getmeyer, W. Zikmund, W. Stanton и других исследователей предложена классификация ВМС по следующим признакам.

- концепция взаимодействия и управление участников канала,
- географическое местоположение,
- дополнительные функции канала поддерживающие продвижение товара на целевой рынок,
- структура (количество уровней) ВМС,

В первой главе диссертационной работы приведен обзор методов построения моделей ВМС. Предложенная классификация моделей отражена на рис.1, где указаны признаки классификации, разновидности признака и авторы моделей. Одним из основных вопросов исследования ВМС, как разновидности каналов товародвижения, является получение взаимосвязи основных характеристик канала - объема продаж в единицу времени и получаемой при этом прибыли от параметров самой ВМС, свойств целевого рынка и технологии реализации бизнес - продукта. С учетом того, что для развивающегося рынка России наибольший интерес представляют схемы продаж, построенные на принципе товарного кредита, актуальным становится вопрос исследования влияния параметров процесса

Основные признаки классификации



Дополнительные признаки классификации

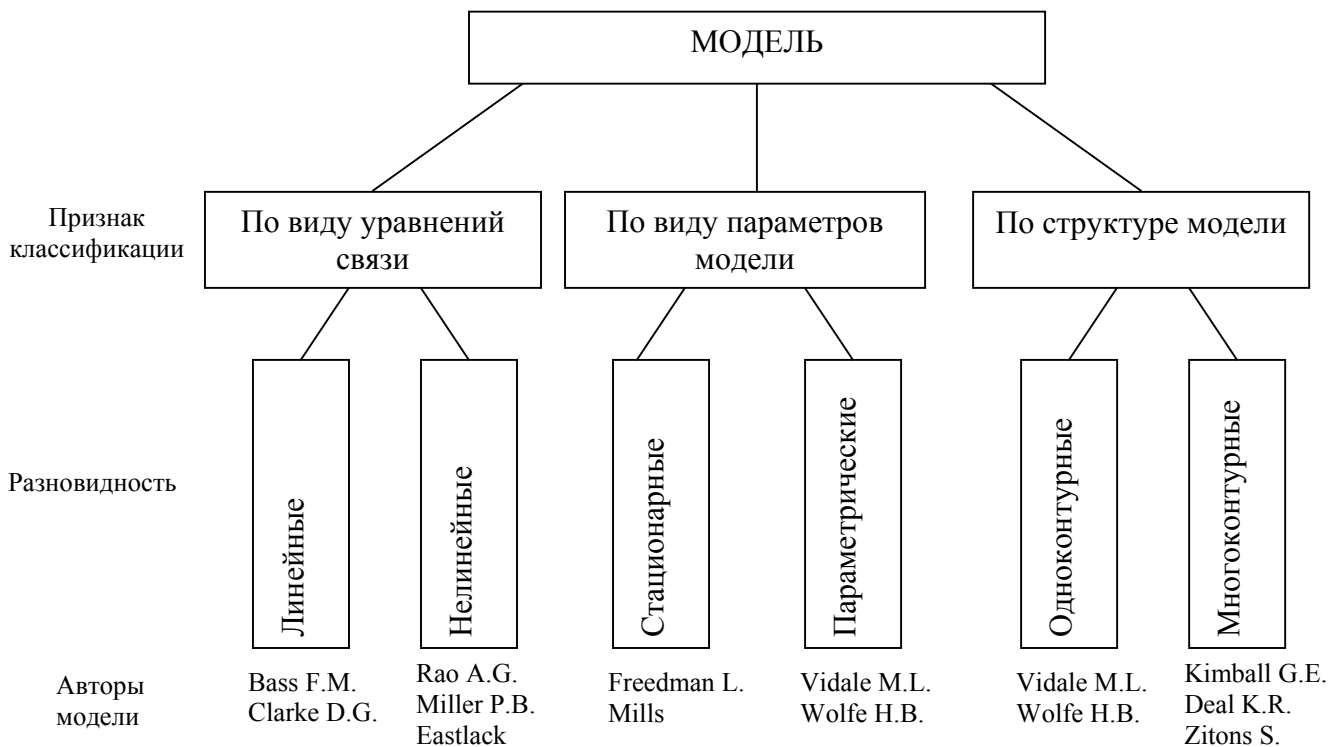


Рис. 1 Классификация моделей ВМС

товарного кредитования на возможности ВМС по реализации продукции. Требуемая для решения данной задачи модель может быть построена на основании подхода Видаля – Вольфа, в основе которого лежит уравнение связи текущего объема продаж $S(t)$ с интенсивностью информационного воздействия $a(t)$:

$$\frac{dS(t)}{dt} = \frac{ra(t)(M - S(t))}{M} - \lambda S(t), \quad (1)$$

где M – максимально достижимый уровень продаж (емкость рынка) в единицу времени,

t – текущий момент времени,

r – эффективность информационного воздействия,

λ – затухание (параметр, отражающий снижение сбыта со временем под влиянием различных факторов).

Уравнению (1) соответствует одноконтурная структурная схема рис.2, с линейной стационарной части системы

$$W(p) = \rho / (p + \lambda), \quad \text{где } \rho = r / M,$$

Если рассматривать случай нескольких неоднородных сегментов рынка и различные варианты маркетинговых воздействий (дифференцированное, недифференцированное, концентрированное), т.о. структура линейной стационарной части системы рис. 2 изменится, что, тем не менее, не создаст дополнительных трудностей при применении частотных методов анализа периодических режимов.

Во второй главе диссертационной работы на основании уравнения Видаля-Вольфа (1), связывающего текущий объем продаж и интенсивность информационного воздействия, получена частотно-импульсная модель ВМС, функционирующей на принципе товарного кредита. Принцип товарного кредита предполагает, что некоторый объем товарной продукции передается производителем дилеру без предоплаты на время реализации T .

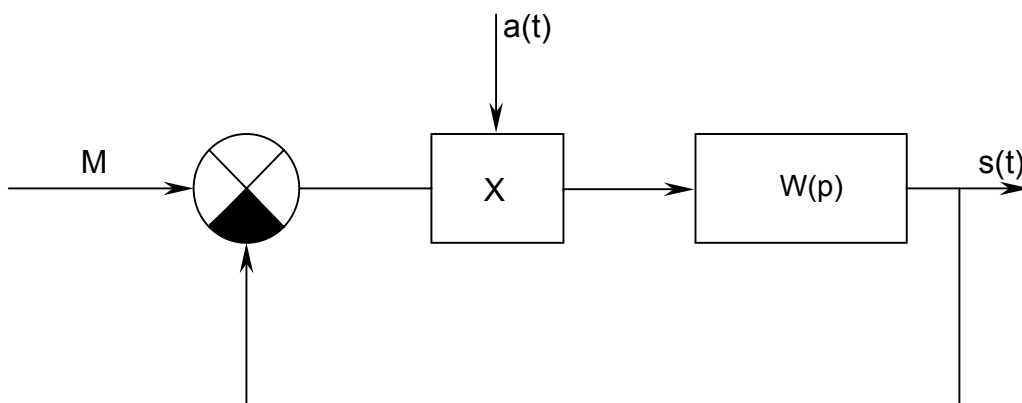


Рис. 2 Структурная схема модели информационного воздействия на рынке

При продаже каждой единицы товара дилер обязан сразу же перечислить денежные средства, за исключением причитающихся ему комиссионных, производителю. Очередная отгрузка партии продукции может произойти после того, как остаток товара из предыдущей партии на складе дилера уменьшится до величины Δ (предельно допустимой величины остатка готовой продукции). В предположении, что в данном случае в качестве информационного воздействия может выступать количество товарной продукции на складе дилера, была получена динамическая модель ВМС, приведенная на рис.3. В установившемся периодическом режиме работу модели иллюстрирует график рис.4. Введенное в структуру звено чистого запаздывания описывает возможное эквивалентное запаздывание в перечислении денежных средств за реализацию продукции, что происходит при применении дилером сложных распределенных во времени форм оплаты (рассрочки, лизинга). Таким образом, динамическая модель ВМС описывается следующими уравнениями:

$$\begin{aligned}
 y(t) &= A(t) \cdot (M - S(t)), \\
 S(t) &= W(p) \cdot y(t), \\
 A(t) &= \nu - k \int_0^t S(t) dt + \Delta,
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

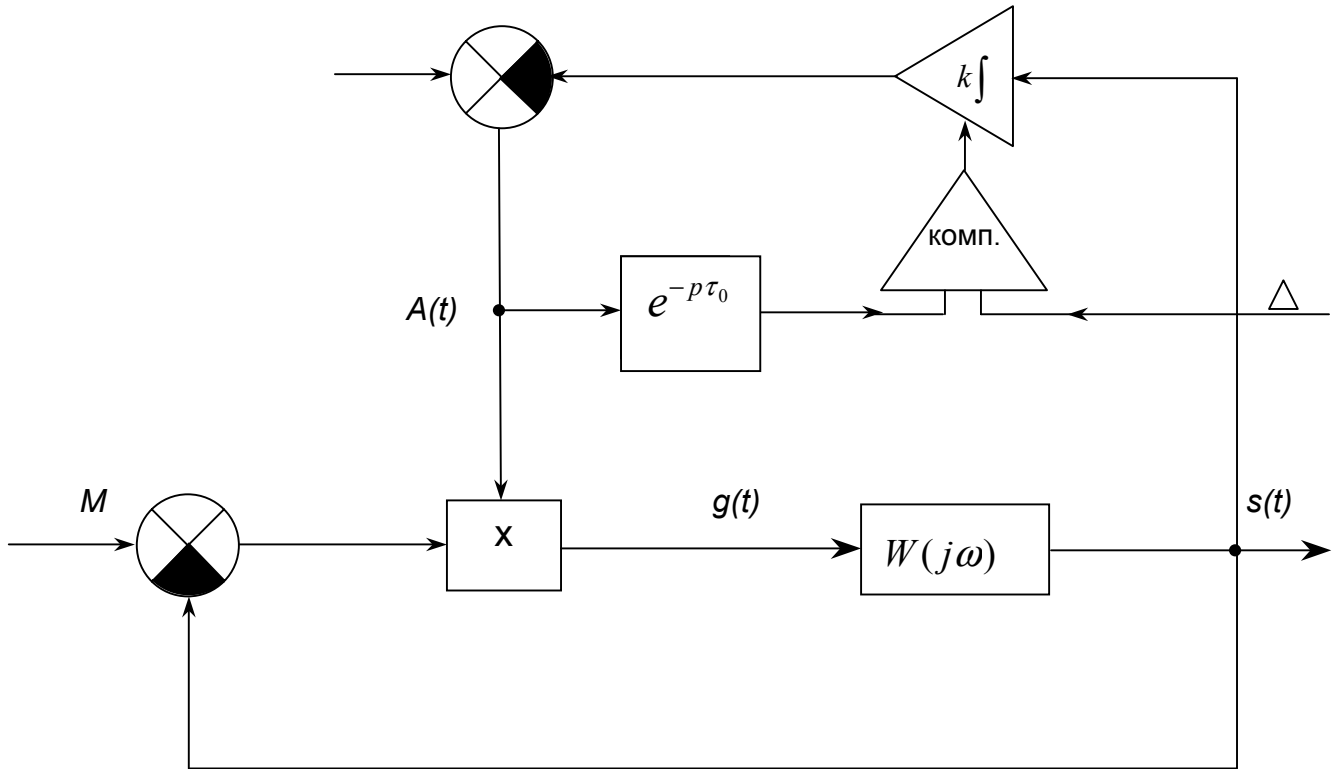


Рис. 3 Структурная схема ВМС на базе товарного кредита

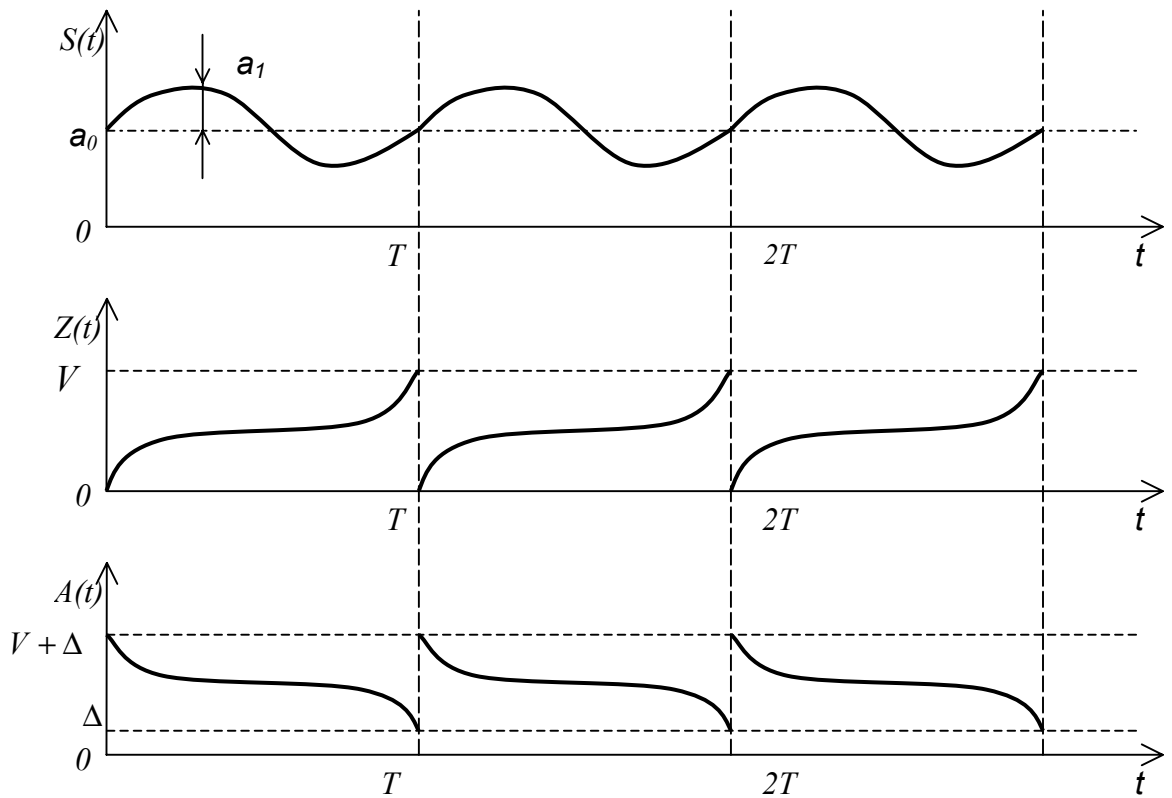


Рис. 4 Диаграмма работы ВМС в периодическом режиме

где:

$k [g^{-1}]$ - постоянная интегрирования, $A(t)[y.e]$ – информационное воздействие на рынок,

$k T[g]$ - момент поставки очередной партии товара на реализацию, определяемой в периодическом режиме определяются уравнением:

$$A(T - \tau_0) = \Delta, \quad (3)$$

где τ_0 - эквивалентное запаздывание поступления денежных средств, определяемые алгоритмом распределяемого закона кредитных платежей конечного покупателя.

В третьей главе диссертационной работы ищется решение системы уравнений (2), описывающих ВМС, в предположении о малой инерционности рынка, когда можно считать $W(j\omega) = \rho / \lambda = K = const$. Подстановкой

$Z(t) = k \int_0^t S(t) dt$ система уравнений (2) сводится к нелинейному

дифференциальному уравнению с разделяющимися переменными: $Z = g(Z)$, где:

$$g(Z) = kM \frac{V + \Delta - Z}{K^{-1} + V + \Delta - Z},$$

решение, которого необходимо иметь в виде:

$$\int_{z(0)}^Z \frac{dZ}{g(Z)} = \int_0^t dt \quad (4)$$

С учетом уравнения (3), задающего условия поставки товарного кредита на реализацию и тем самым определяющего периодичность функционирования ВМС, решение уравнения (4) можно получить в виде

:

$$T = k^{-1} M^{-1} (V - K^{-1} \ln \varepsilon) + \tau_0,$$

где: $\varepsilon = \Delta V / (V + \Delta)$. В том случае, когда распределенные по времени схемы оплаты товара конечным покупателем не допускаются $\tau_0=0$. Для этого случая графики зависимости объема поставок от относительно максимально допустимого остатка

на складке ε при различных сроках реализации товара T (а) и различных долях удерживаемого рынка $\alpha = V/(kTM)$ (б) приведены на рис. 5.

Отдельно в диссертационной работе рассмотрен вопрос оптимизации кредитной линии, привлекаемой для осуществления продаж с рассрочкой оплаты. Стоимость обслуживания кредита при наращивании долга простыми процентами составляет:

$$C = \xi VT = \xi T (TkM + K^{-1} \ln \varepsilon),$$

где: ξ – кредитная ставка (% в единицу времени). Показано, что существует диапазон сроков предоставления кредита $T \in [T_1, T_2]$, обеспечивающий выгодность привлечения инвестиций. Максимальная прибыль при этом соответствует времени реализации T_m :

$$T_m = (-2B - \sqrt{4B^2 - 12AC}) / 6A, \text{ где}$$

$$A = -\xi kM, \quad B = \xi K \ln \gamma, \quad C = \beta M,$$

β – доля прибыли ВМС в объеме текущих продаж.

В четвертой главе диссертационной работы приведена методика расчета периодических режимов ВМС методом гармонического баланса. На основании уравнений замыкания системы рис.3. по нулевой и первой гармоникам получено уравнение коэффициента линеаризации нелинейной нестационарной части модели в виде:

$$\tilde{\Gamma}(\theta; \beta) = x_0 + jy_0 + (x_1 + jy_1) \exp(-2j\varphi),$$

где

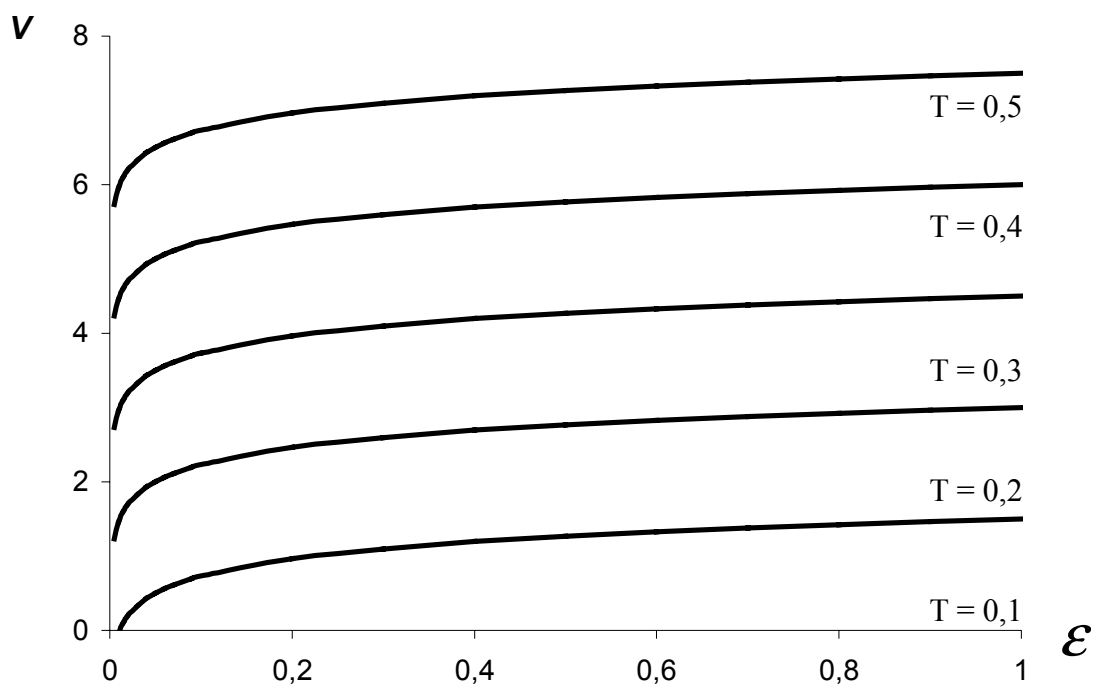
$$x_0 = -\frac{\beta}{\beta+1}(0,5 + \gamma + \theta) + \frac{\beta+1}{4\pi^2\beta}(0,5 + \gamma - \beta\theta)^{-1},$$

$$y_0 = (2\pi\beta)^{-1},$$

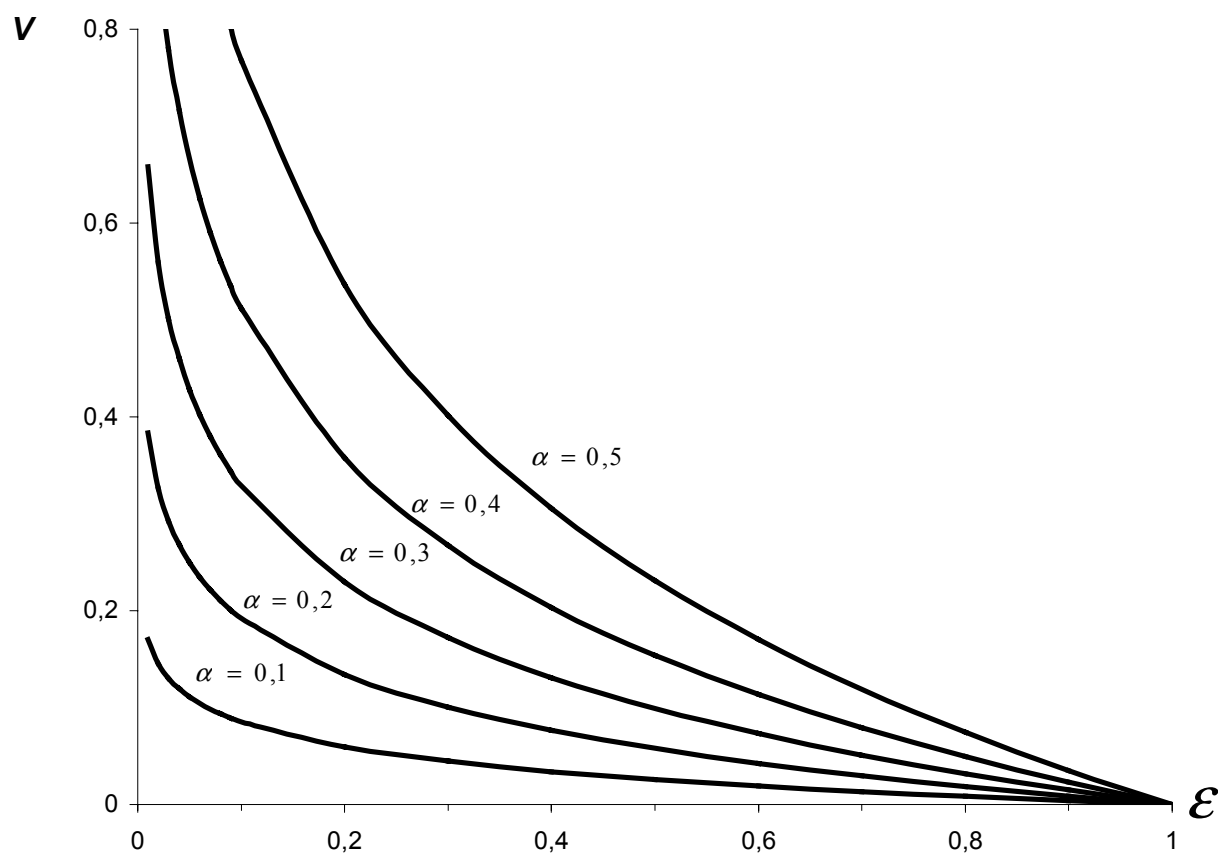
$$x_1 = -\frac{\beta+1}{4\pi^2\beta}(0,5 + \gamma - \beta\theta)^{-1},$$

$$y_1 = -(4\pi)^{-1},$$

$$\theta = V^{-1}W^{-1}(0), \beta = \alpha/(1-\alpha), \gamma = \varepsilon/(1-\varepsilon), \varepsilon = \Delta/(V + \Delta)$$



a.



б.

Рис. 5 Графики зависимости объема поставок V от относительного максимально допустимого остатка на складе.

φ - фазовый сдвиг периодических колебаний в системе,

\mathcal{E} - максимально допустимый относительный уровень задолженности, $\alpha = a_0/M$,

a_0 - амплитуда нулевой гармоники сигнала $S(t)$ (средний объем реализации продукции в единицу времени) определяется из уравнения периодов в установившихся режиме:

$$a_0 = V/k(T - \tau_0).$$

Таким образом, уравнение гармонического баланса будет иметь вид:

$$-\tilde{\Gamma} = \tilde{W}^{-1}(j\omega), \quad \tilde{W}(j\omega) = VW(j\omega),$$

что позволяет определить аналитически, либо графически все параметры установившиеся в ВМС режима продаж и проанализировать их взаимосвязь с параметрами ВМС в целом.

В работе показано, что в случае однородного рынка, когда частотный годограф $W(j\omega)$ описывается аperiodическим звеном и в плоскости обратных амплитудно-фазовых частотных характеристик имеет вид горизонтального луча, решение уравнения гармонического баланса может быть получено в явном виде. Этот случай отражен на рис. 6, где годограф коэффициента гармонической линеаризации представлен семейством дуг окружностей, центры которых при постоянной доле рынка лежит на горизонтальной прямой $y_0 = (2\pi\beta)^{-1}$.

В пятой главе диссертационной работы приведены результаты исследований реальной распределенной сбытовой структуры, созданной на ОАО «Курганмашзавод» г. Курган. Сбытовая структура ВМС, реализованная на ОАО «Курганмашзавод» в форме дилерской сети, обеспечивает реализацию конверсионной продукции завода: многофункциональных коммунально-строительных машин МКСМ-800, мини-тракторов КМЗ-012 и другой продукции. В диссертационной работе подробно анализируется модель ВМС по реализации мини-тракторов КМЗ-012. На первом этапе экспериментальной части исследования проведена параметрическая идентификация модели путем пробных ступенчатых информационных воздействий, в качестве которых выступала реклама в СМИ, вызывающая реакцию рынка в виде входящих телефонных обращений по этой рекламе. На рис. 7 и рис. 8 изображены подобные реакции для случаев рекламы на

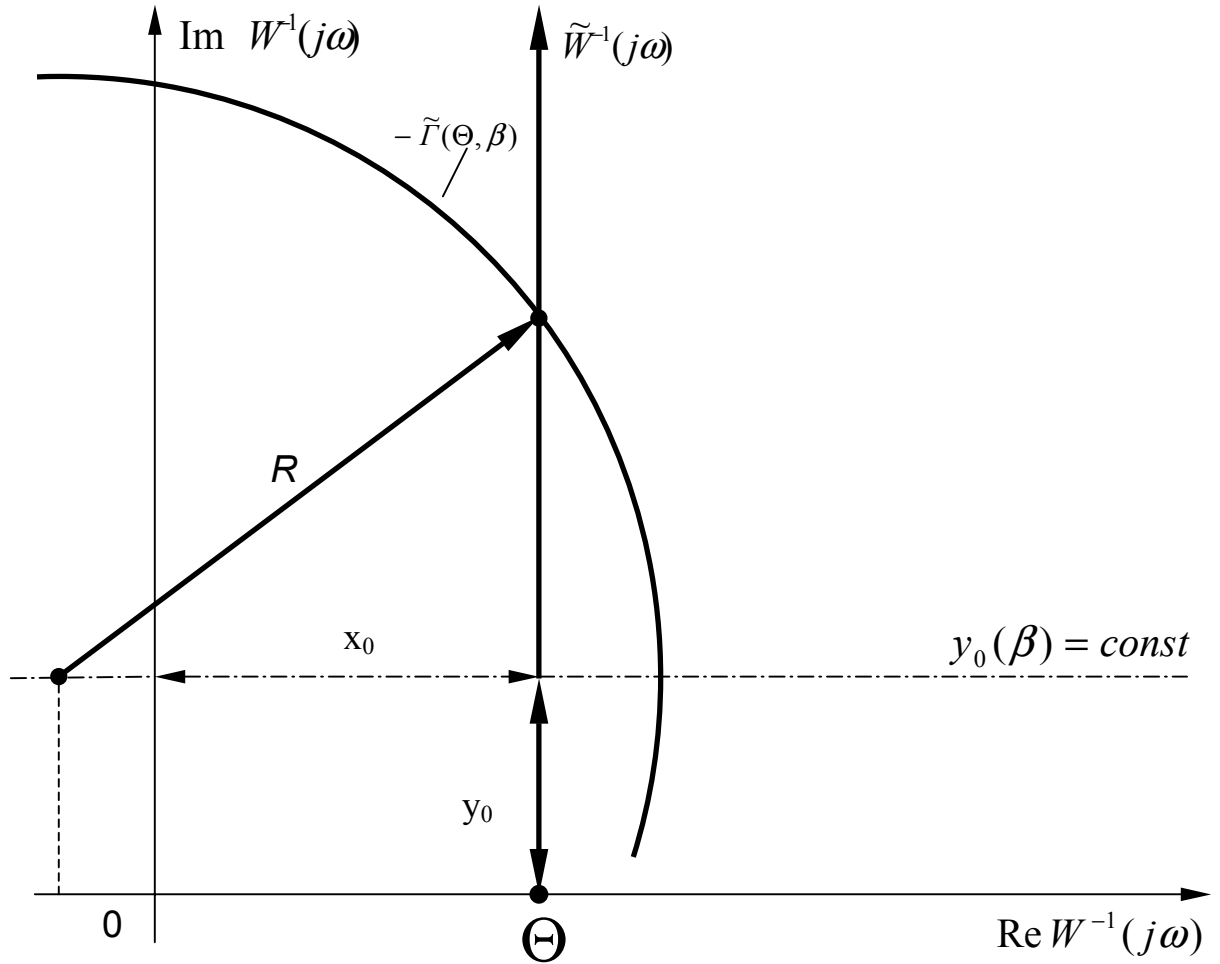


Рис. 6 Расчет параметров периодического режима при

$$\tilde{W}^{-1}(j\omega) = \Theta(1 + jT_p \Omega).$$

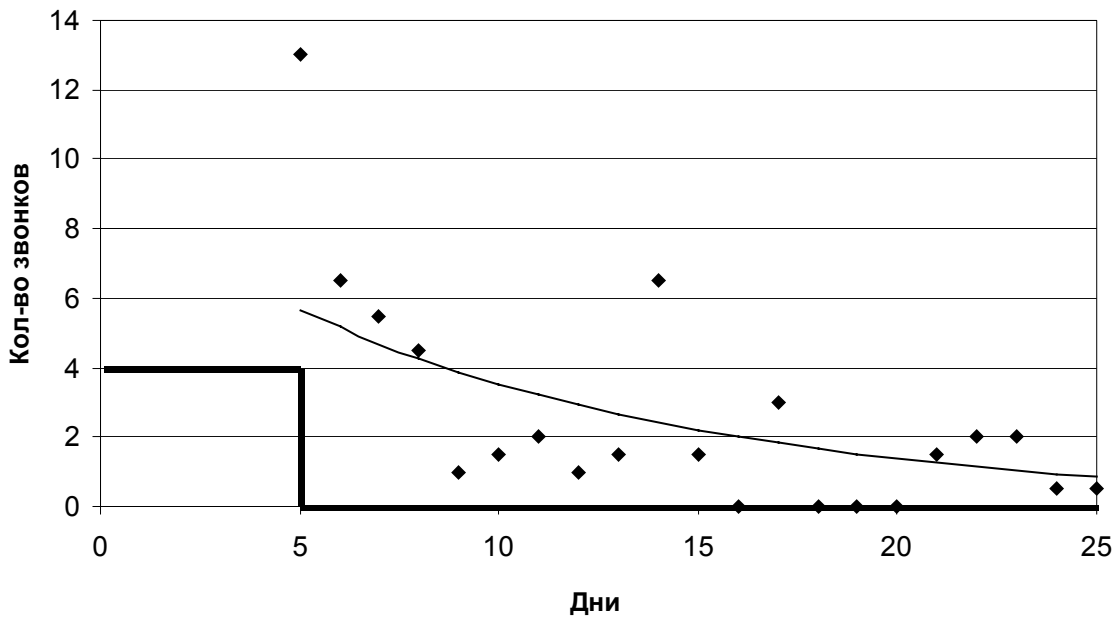


Рис. 7 Реакция рынка тракторов КМЗ-012 на пробное информационное воздействие в виде рекламы на телевидении

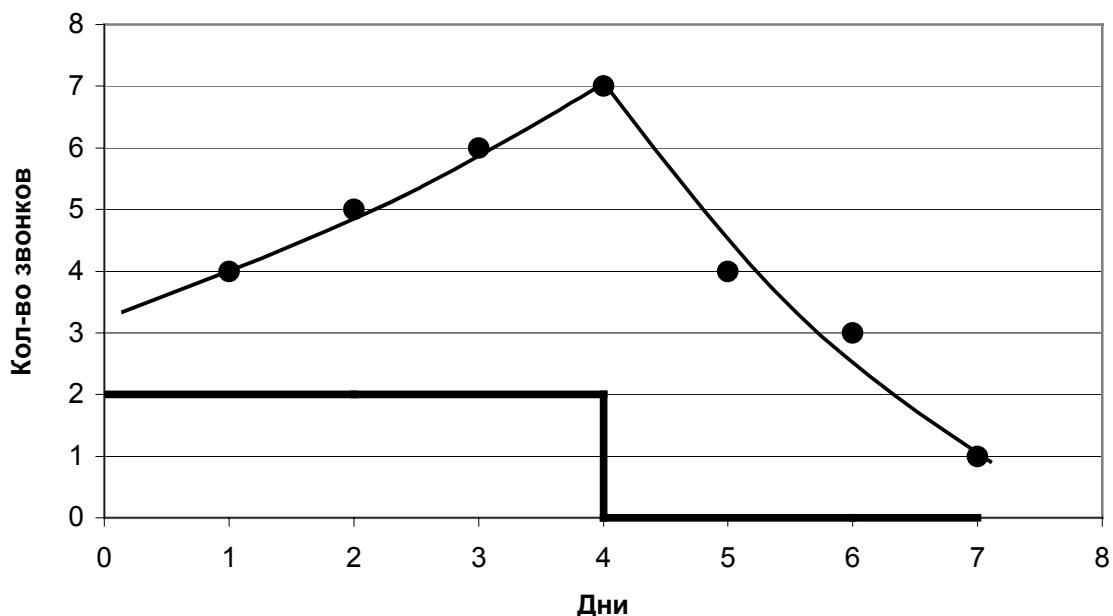


Рис. 8 Реакция рынка тракторов КМЗ-012 на пробное информационное воздействие в виде рекламы в периодическом издании «Реклама - Шанс»

телевидении и рекламы в периодическом печатном издании. С помощью методов математической статистики полученное распределение аппроксимировалось экспоненциальной зависимостью, параметры которой заносились в исходную модель ВМС. Приведенный далее расчет показал, что при объеме разовых поставок продукции в 5 млн. рублей в месяц для Северо-Западного региона России срок реализации должен составить порядка 1,5 месяцев, что с хорошей точностью (до 25%) соответствует реальным параметрам режима работы дилерской сети.

Заключение

Основные результаты диссертационной работы заключаются в следующем:

1. Получена нелинейная частотно-импульсная модель ВМС, учитывающая алгоритмы функционирования дилерской сети на базе товарного кредита, инерционные свойства рынка, возможности как полной, так и частичной предоплаты за реализуемую продукцию.
2. Разработана методика анализа периодических режимов в случае малой инерционности рынка, получена в неявном виде аналитическая зависимость параметров процесса продажи.

3. Получены условия оптимизации кредита на развитие ВМС, обеспечивающие реализацию режима продаж с рассрочкой платежа.
4. Получена методика частотного анализа периодических режимов ВМС, с учетом инерционных свойств рынка и распределенного во времени алгоритма оплаты за поставляемую конечному покупателю продукцию.
5. Проведена параметрическая идентификация модели и на ее основе оптимизирована работа дилерской сети ОАО «Курганмашавод» по реализации мини-тракторов КМЗ-012.

Основное содержание диссертации и научные результаты опубликованы **в следующих работах:**

1. Ерихов М.М., Кисель И.В. Адаптивная динамическая модель вертикальной маркетинговой схемы. // Вестник машиностроения. - 2000. - № 12;
2. Ерихов М.М., Кисель И.В., Иванова Н.А. Расчет периодических процессов адаптивных иерархических дилерских сетей (Сборник трудов международной научно-практической конференции), - СПб, 2001.;
3. Ерихов М.М., Кисель И.В. Нохрин А.Г. Лизинговые схемы – один из способов повышения эффективности схем продаж автотехники. - Тезисы докладов XXXV конференции ААИ «Перспективы отечественного машиностроения». - Н. Новгород, 2001;
4. Ерихов М.М., Кисель И.В., Нохрин А.Г. Организация распределенных по времени схем закупок муниципального городского транспорта. - Тезисы докладов XXXIX Международной научно – практической конференции ААИ «Приоритеты развития отечественного автотракторостроения и подготовки инженерных и научных кадров».- Москва, 2001;
5. Ерихов М.М., Кисель И.В., Нохрин А.Г. Оптимизация построения маркетинговых стратегий, основанных на реализации распределенных во времени схем продаж автотехники. //ААИ. - 2002. - № 1 (13), февраль;
6. Ерихов М.М., Кисель И.В. Компенсация затрат на экологическую чистоту товара при проектировании вертикальных маркетинговых систем. - Тезисы докладов III Международной конференции «IENS - 2002» «Приборостроение в экологии и безопасности человека «ПЭБЧ»». - СПб, 2002;

7. Ерихов М.М., Кисель И.В., Нохрин А.Г. Информационное обеспечение распределенных во времени схем закупок муниципального пассажирского транспорта. - Тезисы докладов юбилейной VIII Санкт-Петербургской международной конференции «Региональная информатика - 2002». – СПб, 2002.