

*На правах рукописи*

**ДЗЮБА СЕРГЕЙ АНУФРИЕВИЧ**

**Модели управления подсистемами предприятия  
в сфере среднего бизнеса и их инструментальное обеспечение**

Специальность:

08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
доктора экономических наук

Иркутск – 2011

Работа выполнена в ГОУ ВПО национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет (НИ ИрГТУ)

Официальные оппоненты: доктор экономических наук, профессор (?)  
Глущенко Константин Павлович

доктор экономических наук, доцент  
Карпович Алексей Иванович

доктор экономических наук, профессор  
Черников Александр Павлович

Ведущая организация: ГОУ ВПО национальный исследовательский  
Новосибирский государственный университет  
(НИ НГУ)

Защита состоится ?? марта 2012 г. в ?? часов на заседании диссертационного совета Д.003.001.02 при Учреждении Российской академии наук Институт экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения РАН (ИЭОПП СО РАН) по адресу: 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, 17, Конференц-зал.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ИЭОПП СО РАН.

Автореферат разослан ?? декабря 2011 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат экономических наук

М.А. Ягольницер

## Общая характеристика работы

### Актуальность

Система управления предприятием является сложным взаимосвязанным комплексом бизнес-процессов. Её становление сопутствует росту бизнеса и становится важным конкурентным преимуществом крупных фирм, своего рода одной из важнейших производственных технологий.

В сфере среднего и малого бизнеса потребность в системе управления не меньшая. Однако простое копирование решений, действующих в крупном бизнесе, с изменением лишь масштаба не приводит к достижению нужного результата. Это связано с тем, что и по задачам, и по способам их решения малый и средний бизнес не являются уменьшенной копией крупного бизнеса. Между ними существуют качественные различия, требующие иных технологий реализации решений для методов управления, которые лишь внешне выглядят очень похожими.

Суть этих различий заключается в том, что при сравнении крупного и среднего бизнеса на одной чаше весов будет лежать уровень экономии от масштаба производства, а на другой чаше – скорость принятия решений, определяемая количеством участников, а также вовлечённостью собственника в процессы управления. Причём эффект экономии от масштаба распространяется не только на производственные, но и информационно-управленческие процессы.

Современные корпоративные информационные системы как ключевое средство поддержки принятия управленческих решений сегментированы по размерам предприятия, исходя из таких их характеристик, как количество пользователей и объём оборота. В качественном же плане системы для более мелкого бизнеса проектируются так же, как для крупного, но с сокращённым набором функций.

Актуальность работы обусловлена тем, что исторически сложившийся подход к проектированию, внедрению и оценке эффективности информационных систем и систем управления в целом, ориентированный на крупный бизнес, порождает трудности и проблемы принципиального характера применительно к фирмам меньшего размера, там, где их, казалось бы, не должно быть. Это препятствует проявлению конкурентных преимуществ среднего и мелкого бизнеса и «работает» на снижение его эффективности.

В работе предлагается подход к инструментальным средствам управления, опирающийся на учёт качественных различий между крупными, средними и малыми фирмами. Это накладывает иные требования к структуре системы управления, проектированию, внедрению, эксплуатации информационных систем и оценке их эффективности. В частности, использование математических моделей для решения задач управления в среднем бизнесе должно быть тесно интегрировано в информационную

систему, чему принципиально препятствуют реляционные принципы их построения.

### **Степень разработанности проблемы**

Выявление качественных различий между крупным, средним и малым бизнесом опирается на основные результаты теории фирмы, полученные Ф.Найтом, Р.Коузом, Г.Саймоном, Г.Демсецем, А.Алчيانом, М.Дженсенем, У.Меклингом, О.Вильямсоном, Ф.Махлупом, О.Хартом, Г.Б.Клейнером, Е.В.Поповым и др. Решаемые ею задачи тесно переплетаются с теорией отраслевых рынков (Дж.Робинсон, Э.Чемберлин, Ж.Тироль), организацией промышленного производства (П.Милгром, Дж.Робертс, Д.Хей, Д.Моррис), теорией экономической информации (Дж. Стиглер, Дж. Акерлоф, М. Спенс). Основное внимание уделяется взаимодействию фирмы с внешней средой, её участию в организации рынков, экономике фирмы и эффекту экономии от масштаба, практическим аспектам управления фирмой. В меньшей степени развита теория внутрифирменных процессов и их влияние на проблему ограниченности размера фирмы. Она получила развитие в ранних работах Р.Коуза, Г.Саймона и О.Вильямсона. Основная причина ограниченности размера выявлена в падении управляемости, передаваемой по иерархическим структурам растущей фирмы. Это легло в основу современной теории управления иерархиями. Однако сама причина этого падения и то, почему оно неизбежно превышает экономические выгоды от роста фирмы, включая экономию от масштаба, освещены недостаточно хорошо в силу того, что наличие этого эффекта рассматривается как некоторая очевидность, понятная и не требующая глубокого исследования.

Основополагающее утверждение, что увеличение размера фирмы напрямую связано с улучшением управления, принадлежит Р. Коузу. С другой стороны, кибернетика рассматривает управление как воздействие на множество состояний объекта (У. Росс Эшби, С. Бир, В.М. Глушков). Связующая их ключевая идея, что управляемость возрастает при увеличении количества информации, предоставляемой объекту управления (В.А.Трапезников) не получила должного развития в рамках теории информационных систем в силу того, что теоретические основы измерения количества информации, предложенные К. Шенноном, не позволяли измерять качество (семантику) информации. Такая слабость этого звена послужила одной из причин того, что теория информационных систем в трудах Н.Я. Петракова, А.Г. Аганбегяна, В.М. Жеребина, Г.И. Марчука, В.М. Глушкова и др. главное своё развитие получила в области обобщения эмпирического опыта разработки и эксплуатации автоматизированных систем управления (АСУ). Хотя при этом теоретические основы решения этой проблемы заложены в работах А.Н. Колмогорова по теории информации.

Можно утверждать, что главной характерной чертой задачи разработки методов управления предприятием и инструментальных средств их

информационного обеспечения выступает междисциплинарность решаемых задач, лежащих на стыке теории фирмы, управления, информационных систем и теории информации. То, что представляется открытой проблемой в рамках одной из дисциплин, зачастую уже имеет основу для решения в рамках одной из смежных, но не имеет проблемных постановок задач.

Особенно ярко это проявляется в теоретической разработке задачи оценки эффективности АСУ, развитой в работах Н.Г.Чумаченко, И.А.Кручинина, Р.И.Заботиной, С.С.Брудника, Ю.П.Лапшина, Н.И.Чешенко и др. Прямым экономическим эффектом от внедрения АСУ считается экономия затрат труда в процессах сбора и обработки экономической информации, а косвенным – улучшение характеристик управляемости предприятием. Косвенный эффект практически не поддаётся количественному оцениванию, но признаётся, что, как правило, он превышает величину основного эффекта. В рамках теории информационных систем это явление рассматривается только как эмпирическое наблюдение. Для получения его теоретического обоснования необходимо обращение к теории информации и теории фирмы, однако здесь требуемые постановки задач отсутствуют.

Подводя итог сказанному можно сделать заключение, что по причине междисциплинарного характера исследуемой в диссертации проблемы отсутствует целостное теоретическое обоснование инструментария информационного обеспечения методов управления предприятием, ограничений которые они накладывают, мнимых и реальных экономических и организационных выгод, которые они приносят. Сказанное определяет цель и характер диссертационного исследования.

Целью диссертационного исследования является теоретико-методологическое обоснование структуры, конструкции и способов применения инструментальных средств управления предприятием в сфере среднего бизнеса и их практическая реализация.

Для достижения этой цели **были решены следующие задачи:**

Разработана теоретико-информационная модель фирмы, раскрывающая механизм падения управляемости по мере её роста вплоть до того, что оно носит запретительный характер (запрет Коуза).

На указанной модели показано, что ключевым фактором противодействия падению управляемости является увеличение пропускной способности информационной системы, ассоциируемой с каналами обратной связи системы управления.

На основании модели, использующей первую вариационную задачу теории информации, показано, что увеличение пропускной способности информационной системы сопряжено с ростом информационных затрат, которые характеризуются снижающейся предельной эффективностью. Модель позволила определить специфику среднего бизнеса с точки зрения позиционирования на кривой «информационные затраты – пропускная способность».

Предложена теоретико-информационная формализация пропускной способности информационной системы как суперпозиции синтаксической, семантической и прагматической пропускной способности. Она использована для обоснования методики оценки эффективности информационной системы через отношение пропускной способности и информационных затрат.

Предложена теоретико-информационная формализация для оценки пропускной способности (производительности) информационной системы как суперпозиции её синтаксической, семантической и прагматической производительности. На этой основе предложены классификационные признаки и набор принципиальных требований к системе управления для малой, средней и крупной фирмы.

Обоснованы требования, предъявляемые к инструментальным средствам информационного обеспечения деятельности для среднего бизнеса. На их основании разработана структура процессной информационной системы для среднего бизнеса (ИССБ), учитывающая требования приоритета вспомогательных процессов средней фирмы, вытекающий из её теоретико-информационной модели.

Показано, что корпоративные информационные системы, базирующиеся на принципе реляционных баз данных, конструктивно не могут обеспечить высокой семантической и прагматической пропускной способности, поэтому для ИССБ разработана технология эмулирования баз данных в электронных таблицах (ТЭБД), решающая эту задачу.

Разработана модель финансового результата фирмы, позволяющая решать задачу оптимизации её финансовой структуры, исходя из набора требований, предъявляемых к операционной деятельности. Модель позволяет планировать финансовый результат и анализировать источники его формирования на среднесрочную и долгосрочную перспективу. Посредством ТЭБД модель интегрирована в ИССБ.

Разработана модель управления материальными ресурсами, решающая задачу краткосрочного прогнозирования продаж на основании анализа состояния товарных запасов и планирования графика производства или поставок товара для их пополнения. Посредством ТЭБД модель интегрирована в ИССБ.

### **Предмет, объект и методы исследования**

**Объектом исследования** является система управления фирмой, классифицируемой как предприятие среднего бизнеса, и инструментальные средства её информационного обеспечения.

**Предмет исследования** – модели и методы внутрифирменного управления, интегрированные в корпоративную систему предприятия.

**Теоретико-методологическую основу** исследования составили труды отечественных и зарубежных учёных и специалистов в области микроэкономики, теории фирмы, кибернетики и теории информации, теории

информационных систем, В работе использованы методы финансового и экономического анализа результатов деятельности предприятия, методы регрессионного анализа, математического моделирования динамических процессов, управления базами данных.

**Информационную базу** исследования составили данные корпоративных информационных систем коммерческих предприятий.

### **Научная новизна исследования**

В работе осуществлено решение крупной научной проблемы разработки теоретических и методологических подходов к использованию инструментальных средств и разработке модельного аппарата управления предприятиями среднего бизнеса.

**Наиболее значимые научные результаты**, полученные лично автором и выносимые на защиту, состоят в следующем:

Представлена теоретико-информационная модель, раскрывающая механизм падения управляемости фирмой по мере её роста вплоть до того, что оно носит запретительный характер (запрет Коуза). Модель базируется на законе необходимого разнообразия Эшби, и показывает, что падение управляемости происходит при сколь угодно высокой интенсивности и разнообразии управления вследствие потери его однозначности, возникающей из-за экспоненциального роста количества состояний, требующих идентификации. На модели показано, что запрет Коуза можно смягчить, но нельзя преодолеть.

Теоретически обоснован эффект снижающейся предельной эффективности информационных затрат, направленных на увеличение пропускной способности канала обратной связи системы управления фирмой, играющего ключевую роль в модели запрета Коуза и его смягчения. Для этого использовано решение первой вариационной задачи теории информации.

На базе модели информационных затрат разработана методика оценки эффективности информационных систем (ИС). Новизна методики заключается в том, что она не требует оценки экономического эффекта от ИС, который в общем случае, как показано в работе, является объективно ненаблюдаемым. Вместо этого на множестве этапов и подпроектов развития ИС устанавливается отношение порядка по величине их пропускной способности, а нахождение оптимума производится методами ординарной сравнительной статистики. При этом совокупная пропускная способность ИС рассматривается как суперпозиция синтаксической, семантической и прагматической пропускной способности, для оценки которых в работе предложена теоретико-информационная формализация.

Предложена концепция ИС, снимающая проблему конфликта процессов за счёт разделения и специализации структур данных. Концепция конфликта процессов в ИС предприятия обоснована на основании теоретико-

информационную модели фирмы. Показано, что конфликт процессов возникает при централизованном управлении данными в крупных ИС при увеличении количества обрабатываемых процессов. Разработана принципиальная схема процессной корпоративной ИС для среднего бизнеса (ИССБ), предусматривающая поддержку основных и вспомогательных процессов с учётом их иерархии и интенсивности.

Разработана технология эмулирования баз данных в электронных таблицах (ТЭБД), позволяющая интегрировать математические модели в корпоративные информационные системы. Теоретической основой технологии является концепция эффективности информационных систем. В её рамках ТЭБД представляет собой инструментальное средство, позволяющее достигнуть приемлемо высокой для ИССБ синтаксической производительности электронных таблиц при доступе к данным ИС при сохранении высокой семантической пропускной способности.

Разработана модель финансового результата предприятия. Новизна заключается в том, что переменными и ограничениями модели выступают не ресурсы, а операционные показатели интенсивности их использования при наличии лимита денежных средств, а оптимизируется при этом её финансовая структура. Модель интегрирована в корпоративную информационную систему как инструментальное средство на базе ТЭБД для решения задач долгосрочного и среднесрочного финансового планирования и анализа.

Разработана модель оперативного прогнозирования продаж и планирования запасов в условиях представления продаж как потока случайных событий. Новизна модели заключается в том, что в её основу заложен принцип зависимости продаж от величины запасов. Обоснование этого принципа базируется на методах оценки финансовой эффективности товарных запасов и проявлении эффекта активизации продаж при поступлении партии товара. Модель позволяет планировать поставку товара в условиях нелинейной и стохастической динамики продаж. Модель интегрирована в корпоративную информационную систему как инструментальное средство на базе ТЭБД.

### **Теоретическая и практическая значимость работы.**

Предложенные в работе модели фирмы и информационных издержек могут служить не только для обоснования методов оценки эффективности инструментальных средств управления, но и для получения новых теоретических результатов в области теории фирмы и теории информационных систем.

Практическая значимость выражается в том, что методы управления предприятием реализованы как действующие инструментальные средства, интегрируемые с корпоративными информационными системами и используемые коммерческими организациями.



Предложенные в диссертации методы экономического анализа и его информационного обеспечения используются в учебном процессе кафедры «Экономической теории и финансов» Иркутского государственного технического университета и кафедры «Математической экономики» Института математики, экономики и информатики Иркутского государственного университета в курсах бакалавриатских и магистерских «Математические методы экономического анализа», «Математические методы и модели финансового анализа», «Теория информационных систем»

### **Апробация работы**

Результаты исследования докладывались на следующих научных школах, конференциях и семинарах:

- 19-м заседании международного постоянно действующего семинара «Гомеостатика живых, природных и социальных систем». Иркутск, Иркутская областная администрация, Международная академия науки и практики организации производства, 2001.
- XI и XII международной конференции «Информационные и математические технологии в научных исследованиях» (Иркутск, 2006, 2007).
- XI, XII, XIII и XIV Байкальской международной школе-семинаре «Методы оптимизации и их приложения», (Иркутск, Байкал, 1998, 2001, 2005, 2008).
- Международной конференции «Механизмы деятельности хозяйствующих организаций в новых условиях», Байкальский государственный университет права, экономики и управления, Иркутск, 2010.
- XXXIV международной научной школе-семинаре «Системное моделирование социально - экономических процессов» имени академика С.С. Шаталина, Калининград, 2011.

### **Публикации**

Результаты диссертации представлены в монографии, статьях, докладах и материалах конференций. Всего по теме диссертации опубликовано 22 работы общим объемом около 27 п. л. (авторских). Основные результаты и положения, выносимые на защиту, опубликованы в монографии [0] и рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК.

### **Основное содержание диссертации**

В главе 1 представлена теоретико-информационная модель фирмы, позволяющая концептуально выразить качественные различия между малым, средним и крупным бизнесом относительно способов преодоления

сопротивления росту фирмы. Теория фирмы видит причины этого сопротивления в падении управляемости, сопровождающем рост фирмы, что представлено в теоретических исследованиях и имеет эмпирическое эконометрическое подтверждение. Однако современная теория фирмы, констатируя падение управляемости, не выявляет его причины. В работе представлена модель, демонстрирующая рост информационной дисфункции, имеющий запретительный характер и именуемый в работе запретом Коуза.

Рассмотрим фирму, состоящую, из  $K$  человек, каждый из которых в некоторый момент времени может выполнять одно действие из конечного набора  $n$ . Тогда совокупность всевозможных одновременных сочетаний действий, состоящую из

$$M = n^k \quad (1)$$

элементов будем называть множеством  $\Phi$  состояний фирмы, где  $k = K$ .

В каждый момент времени (такт) наблюдается состояние фирмы  $x \in \Phi$ , которое сложилось «само по себе», и в этот же момент времени под воздействием управления  $u \in U$ , сгенерированного подсистемой управления, оно преобразуется в другое состояние  $y \in \Phi$ . Здесь  $U$  – множество управлений. При этом, управление будет считаться эффективным, если  $y \in \hat{\Phi}$  – подмножеству «желательных» для подсистемы управления состояний  $\hat{\Phi} \subset \Phi$ , и неэффективным, если  $y \in \Phi \setminus \hat{\Phi}$ , независимо то того, какому подмножеству изначально принадлежало управляемое состояние  $x$ . Положим при этом, что для каждого состояния  $x \in \Phi$  существует единственное эффективное управление.

На статистике последовательных реализаций  $x$  будет определена энтропия

$$H(x) = - \sum_{x \in \Phi} P(x) \ln P(x), \quad (2)$$

где  $P(x)$  – вероятность реализации состояния  $x$ . Аналогичным образом определены  $H(y)$  и  $H(u)$ . Тогда фирма является управляемой, если  $H(y) < H(x)$ . Другая его форма этого определения: «Фирма является неуправляемой, если  $H(y) \geq H(x)$ » представляет собой перефразировку второго закона термодинамики.

Способность фирмы быть управляемой выражается законом необходимого разнообразия У.Р.Эшби:

$$H(y) \geq H(x) - I(u : x). \quad (3)$$

где

$$I(u : x) = H(u) - H(u \setminus x). \quad (4)$$

есть количество информации в  $u$  об  $x$ , а

$$H(u \setminus x) = - \sum_{x \in \Phi} P(x) \sum_{u \in U} P(u \setminus x) \ln P(u \setminus x), \quad (5)$$

условная энтропия. Из определения следует, что фирма будет управляемой, если  $I(u : x) > 0$ .

Условная энтропия обладает свойствами:

$$H(u \setminus x) = H(u), \quad (6)$$

если  $u$  и  $x$  – независимые случайные величины, и

$$H(u \setminus x) = 0, \quad (7)$$

если существует однозначное отображение  $\Phi$  в  $U$  (все управления  $u \in U$  полностью детерминированы состояниями  $x \in \Phi$ ). Применительно к (3) выполнение условия (6) влечёт потерю управления в силу равенства нулю (14), а условие (7) наоборот обеспечивает однозначное (безошибочное) управление. Это согласуется с тем, что в теории передачи информации условная энтропия в выражении вида (14) «отвечает» за шум в канале.

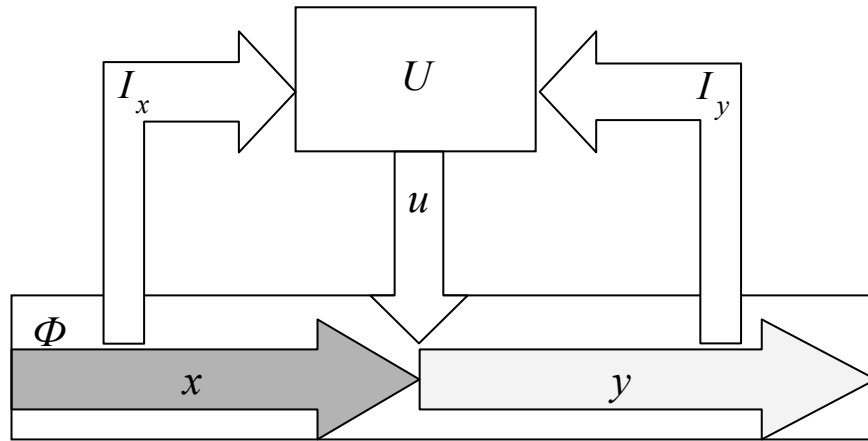
В понимании закона необходимого разнообразия прочно закрепилась точка зрения Эшби, что залогом хорошего управления является высокое значение  $H(u)$ . Ниже буде сформулирован ряд утверждений, из которых следует, что выполнение этого условия не защищает от потери управления.

**Утверждение 1** (о потере управления). Появление новых элементов в множестве состояний  $\Phi$  приводит к  $I(u : x) \rightarrow 0$ .

Доказательство. Для нового элемента  $\tilde{x} \in \Phi$  эффективное управление неизвестно. Следовательно, в процессе его подбора будет применено несколько разных управлений. В результате частная условная энтропия  $H(u \setminus \tilde{x}) = -\sum_{u \in U} P(u \setminus \tilde{x}) \ln P(u \setminus \tilde{x})$  возрастёт. Чем больше будет новых состояний, тем ближе будет  $I(u : x)$  к 0.

**Определение.** Идентификацией будет называться задача определения номера состояния, реализовавшегося в такте управления, на множестве всех состояний  $\Phi$ .

**Замечание.** Для решения задачи идентификации должны существовать обратные связи между фирмой и её подсистемой управления, представленные на рис. 1 как  $I_x$  и  $I_y$ . Они представляют собой обычные шенноновские каналы передачи данных для идентификации состояний  $x$  и  $y$ . Отсутствие любого из них обеспечивает выполнение условия утверждения 1. В первом случае, не зная номера состояния  $x$ , мы будем случайным образом вечно искать для него эффективное управление. Во втором случае, не зная номера состояния  $y$ , никогда не сможем узнать, было управление эффективным или нет. Сказанное позволяет понимать эти обратные связи как единый обучающий канал.



**Рис. 1.** Управление фирмой с обратными связями.  $\Phi$  – фирма, управляемая система;  $U$  – подсистема управления;  $x$  – состояние до управления;  $y$  – состояние после управления;  $u$  – управление;  $I_x, I_y$  – обратные связи, обеспечивающие решение задачи идентификации.

**Утверждение 2** (о восстановлении управления). Нахождение эффективного управления для состояния, для которого разрешима задача идентификации, обеспечивает  $I(u : x) \rightarrow H(u)$ .

Доказательство. Если для элемента  $\tilde{x} \in \Phi$  найдено эффективное управление  $\tilde{u}$ , то в последующем будет использоваться только оно. Возрастание частоты использования  $\tilde{u}$  приведёт к уменьшению частной условной энтропии  $H(x \setminus \tilde{x}) = -\sum_{u \in U} P(u \setminus \tilde{x}) \ln P(u \setminus \tilde{x})$ .

*Замечание.* Для решения задачи идентификации подсистема управления должна заранее знать все элементы множества состояний. Для этого ей необходимо их «перебрать», используя поток данных, поступающий по каналам обратной связи. Пропускная способность любого из каналов  $I_F$  или  $I_E$  не может превышать величины количества информации Хартли:

$$H^* = \ln(M). \quad (8)$$

Оно представляет собой максимальную скорость, с которой множество  $\Phi$  способно «ознакомить» подсистему управления со своими элементами и не зависит от каких-либо конструктивных характеристик канала.

**Утверждение 3** (запрет Коуза). Для растущей фирмы ( $K$  растёт) потеря управления происходит со скоростью порядка (1), а восстановление со скоростью порядка (8), поэтому по мере роста процесс потери управления будет доминировать над процессом восстановления управления.

Доказательство. Сопоставление (1) и (8) как величин разного порядка показывает, что по мере увеличения  $K$ , сопряженного с ростом фирмы,  $M$  будет опережать  $H^*$  настолько, что это блокирует процесс идентификации, и мы попадаем в условия утверждения 1.

*Замечание.* При не растущем малом  $K$  (1) и (8) имеют сопоставимую величину настолько, что можно говорить о выполнении условий для доминирования восстановления управления, поскольку пропускной

способности канала обратной связи достаточно для решения задачи идентификации. Кроме того, в условиях доминирования восстановления управления работникам становятся известны элементы множества состояний  $x \in \hat{\Phi}$ , и, действуя на стадии «сами по себе», они сразу же могут выбирать  $x \in \hat{\Phi}$  или близкие к ним элементы. Это позволяет говорить, что при тех же  $n$  и  $K$  в идентификации нуждается не всё множество состояний целиком, состоящее из всех произвольных сочетаний действий работников с количеством элементов (1), а число состояний, существенно меньшее, чем  $M$ .

С другой стороны, обозначенный эффект при увеличении  $K$  начинает быстро исчезать по причине потери управления, однако его можно частично восстановить, разбивая работников на группы. Так в информационной модели фирмы из чисто формальных соображений возникает организационная (в терминологии Уильямсона – сетевая) структура, позволяющая значительно сократить количество состояний, нуждающихся в идентификации.

**Утверждение 4** (смягчение запрета Коуза). Исключение из числа (1) сочетаний, не нуждающихся в идентификации, приводит к тому, что  $k$  будет расти медленнее, чем  $K$ .

Поскольку аналогом (1) является количество текстов длины  $K$  в алфавите, содержащем  $n$  букв, то доказательство не отличается от утверждения (А.Н. Колмогоров, 1956), что если рассмотреть только осмысленные тексты, то их количество также будет выражаться экспонентой (1), но с показателем  $k < K$ .

*Замечание.* В утверждении 4 фактически говорится о том, что для растущей фирмы **запрет Коуза можно смягчить, но нельзя преодолеть**, т.е. остановить (или почти остановить) рост  $k$  (назовём его структурным количеством работников) на фоне роста номинального количества работников  $K$ .

Из теоретико-информационной модели фирмы также следует, что **чем больший размер имеет фирма, тем сильнее будет её заинтересованность в «ширине» обучающего канала**. В общем случае его пропускная способность определяется величиной энтропии (2) потока сообщений. Специальным преобразованием этого потока, известным как шенноновское кодирование, пропускную способность можно увеличить до теоретического максимума (8), достигаемого на равномерном распределении. Однако этому сопутствует появление затрат, которые можно назвать информационными, поскольку они связаны как с получением оптимального кода, так и кодированием вообще, как процедурой, направленной на повышение пропускной способности канала.

В теории информации такая постановка известна как Первая вариационная задача. Она устанавливает нахождение распределения, доставляющего максимум пропускной способности:

$$S = \max_{P(x)} H(x), \quad (9)$$

при наличии штрафной функции:

$$\sum_{x \in \Phi} c(x)P(x) \leq C, \quad (10)$$

где  $c(x)$  – затраты кодирования, связанные с состоянием  $x$  (затраты обработки состояния),  $C$  – информационные издержки фирмы, т. е. совокупные затраты, связанные с повышением пропускной способности обучающего канала.

Аналитическое решение задачи (9)-(10) достигается на распределении Гиббса:

$$P(x) = e^{\frac{G-c(x)}{T}}, \quad (11)$$

где

$$G = -T \ln Z; \quad Z = \sum_x e^{-c(x)/T}. \quad (12)$$

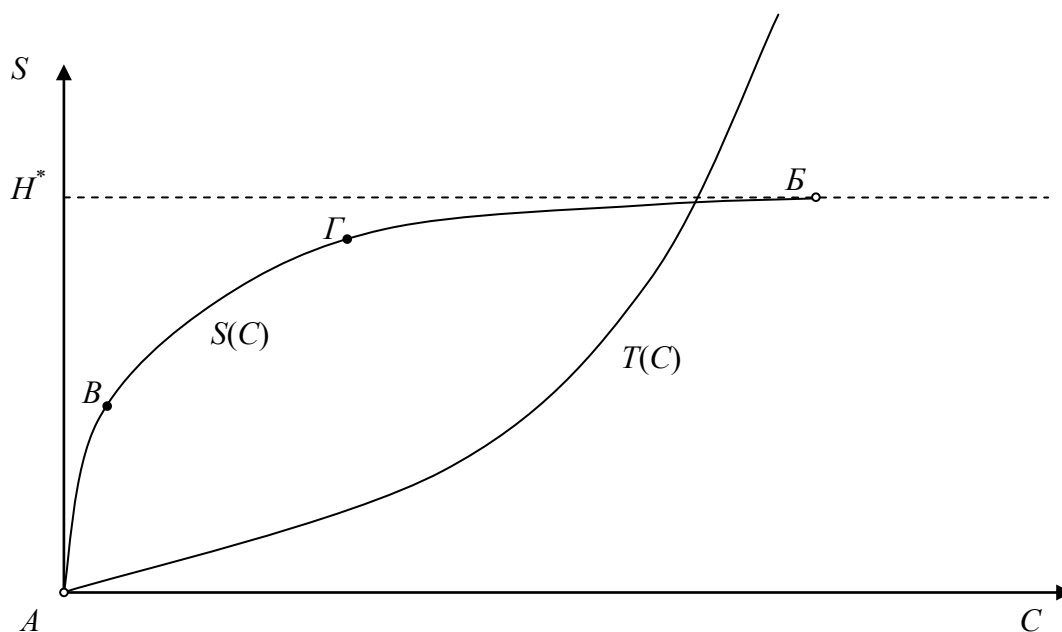
В термодинамической терминологии  $G$  называется свободной энергией,  $T$  – температурой. Для свободной энергии в термодинамике известно также другое выражение:

$$G = C - TS, \quad (13)$$

которое представляет собой функцию Лагранжа с множителем  $T$  для задачи двойственной к (9)-(10).

В её теоретико-информационной интерпретации Первая вариационная задача сводится к совершенно определённой экономической дилемме: обеспечить (9) максимально возможную пропускную способность (передачу максимального количества информации) в пределах заданной (10) величины издержек. Во всякой оптимизационной задаче экономического характера множители Лагранжа представляют собой цены распределяемых ресурсов. Поскольку здесь в качестве ресурса выступает информация, то  $T$  однозначно интерпретируется как цена информации.

Из (9)–(13) зависимость  $S$  и  $T$  от  $C$  можно выразить в виде кривых, представленных на рис. 2. Стремление  $S$  к своей верхней границе  $H^*$  сопровождается ростом издержек  $C$ , который в пределе носит запретительный характер из-за  $T \rightarrow \infty$ .



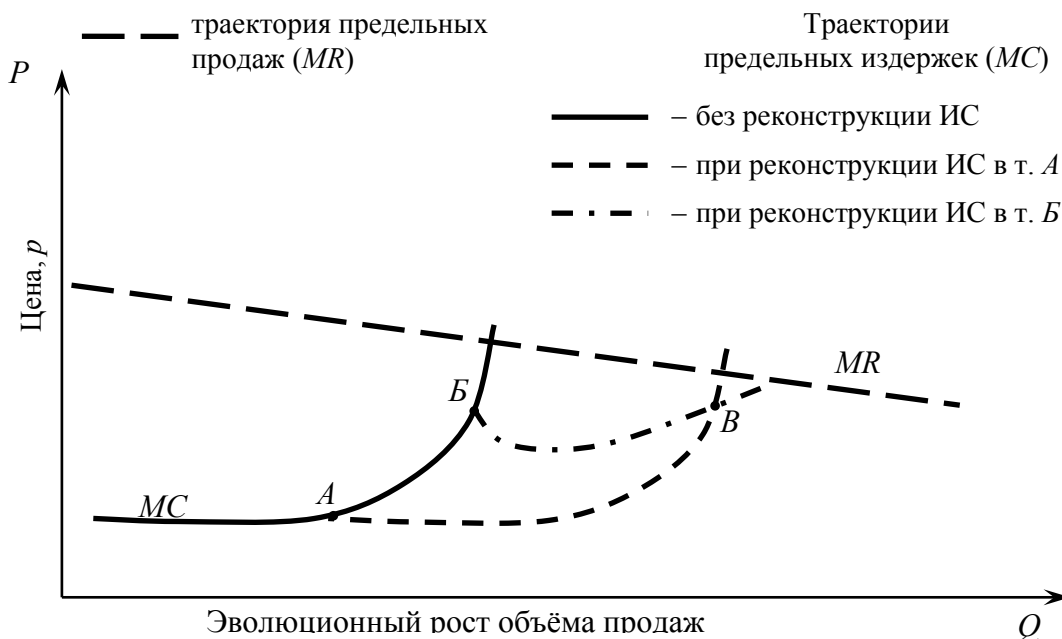
**Рис. 2.** Зависимость пропускной способности канала  $S$  от величины информационных затрат  $C$ . Штриховая прямая  $H^*$  отражает теоретический максимум пропускной способности (8).

Вид кривой на рис. 2 позволяет говорить, что **пропускная способность  $S$  имеет убывающую предельную полезность относительно информационных затрат  $C$** . Применительно к фирме это определяет существование диапазона их «разумной» величины, условно ограниченного точками  $B$  и  $G$ . Действительно, левее точки  $B$  пропускная способность «обходится» практически «даром». Правее точки  $G$  рост  $S$  значительно отстаёт от роста  $C$ , что делает «вложения» в пропускную способность неэффективными.

Из теоретико-информационной модели следует, что у растущей фирмы потеря управления будет иметь место при сколь угодно высоком  $H(u)$  вследствие того, что  $H(u) - H(u \setminus x) \rightarrow 0$  из-за экспоненциально быстрой утраты однозначности управления, выражающейся в том, что  $H(u \setminus x) \rightarrow H(u)$ . Для снижения скорости утраты однозначности требуется увеличение информационных затрат (10) с целью максимизации пропускной способности (9) каналов обратной связи (обучающего канала).

С содержательной точки зрения обучающий канал можно отождествить с информационной системой (ИС) предприятия. Тогда Первая вариационная задача будет выступать в качестве теоретического фундамента решения главной задачи теории информационных систем – оценке эффективности ИС. Традиционный подход предполагает её выражение через прямой экономический эффект, калькулируемый, как правило, в виде экономии административно-управленческих издержек. Однако из рассмотренной ранее модели фирмы и информационных издержек следует, что **основным эффектом от ИС выступает ослабление запрета Коуза** и, как следствие, получение потенциала роста фирмы. Это объясняет, почему прямой экономический эффект от ИС может быть ненаблюдаемым. На рис. 3

приведены демонстрирующие это кривые предельных издержек в рамках предпосылок модели монополистической конкуренции. В ней снижающимся предельным продажам  $MR$  сопутствуют снижающиеся предельные издержки  $MC$ .



**Рис. 3.** Влияние реконструкции (внедрения) ИС на кривую предельных издержек. Если она производится в т.  $B$ , то видимый экономический эффект наблюдается, если в т.  $A$  — не наблюдается.

При отсутствии ИС кривая  $MC$ , начиная с какого-то момента, вследствие запрета Коуза, будет экспоненциально расти по траектории  $AB$ , пересекаясь с кривой  $MR$ . Превышение предельных издержек над предельными продажами делает бессмысленным дальнейший рост фирмы, поскольку издержки от каждой дополнительно произведённой единицы продукции будут больше её цены.

Если реконструкция (внедрение) ИС осуществляется в т.  $A$ , то при дальнейшем росте объёмов продаж издержки двигаются по траектории  $AB$ . Тогда создаётся впечатление, что ИС никак не повлияла на издержки. Когда реконструкция (внедрение) ИС производится в т.  $B$ , то переход на траекторию  $BV$  демонстрирует реальное их снижение. Именно такой сценарий является опорой традиционных методов оценки эффективности ИС, основанных на калькулировании прямых экономических выгод. Однако в действительности он лишь является следствием того, что реконструкция ИС произведена с большим опозданием, из-за чего фирма уже начала терять управление, что как раз выражается в росте запасов, издержек, падении производительности и т. п. При своевременном же решении (т.  $A$ ) **прямых экономических выгод наблюдать не будет**, поэтому для традиционных методов оценки эффективности придётся прибегать к фантазиям на тему: какие были бы издержки при прохождении по траектории  $AB$ .



Опираясь на то, что прямой экономический эффект от ИС в общем случае является ненаблюдаемой характеристикой, вместо оценки экономической эффективности ИС следует использовать оценку её «информационной» эффективности в русле Первой вариационной задачи (9)–(10). Это означает, что **эффективной будет такая ИС, которая обеспечивает максимум пропускной способности (производительности) при заданных ресурсах** или достигает заданной производительности при минимуме ресурсов.

Совокупную производительность ИС можно выразить как суперпозицию синтаксической, семантической и прагматической пропускной способности. Под этим понимается то, что эти логические каналы образуют последовательное соединение, в результате чего совокупная производительность будет определяться самым «узким» из них. Такая концепция, возникнув в 1970-х годах, не получила дальнейшего развития из-за того, что шенноновская мера количества информации (2) оказалась несовершенной. В частности она не позволяла выразить качественные характеристики информации. Попытки предложить иные решения проблемы не привели к положительным результатам. В диссертационной работе в качестве такой меры предлагается использовать обобщение количества информации, используемое в работах А.Н. Колмогорова:

$$I(x : y) = H(x) - H(x \setminus y) \quad (14)$$

где  $H(x)$  и  $H(x \setminus y)$  – это (2) и (5) при соответствующих аргументах. Тогда в синтаксическом канале, где производится преобразование данных одной программной системы в другую или бумажных документов в электронные, для выражения пропускной способности  $x$  и  $y$  должны быть определены на множествах состояний соответствующих систем записи. При этом, если преобразование осуществляется безошибочно, то  $H(x \setminus y) = 0$ , в результате чего (14) сводится к (2).

Для семантического канала  $x$  должно быть определено на множестве состояний ИС, а  $y$  – на множестве состояний фирмы  $\Phi$ . Тогда, если событию объекта  $\Phi$  «товар прибыл на склад» в разных конкретных случаях могут соответствовать события из ИС «товар прибыл», «товар не прибыл» или «товар прибыл, но не тот», то это приведёт к росту  $H(ИС \setminus \Phi)$  и снижению количества информации (14) в семантическом канале. Из этого следует, что **количество информации в семантическом канале есть то же самое, что качество информации.**

Более тонкое понимание семантики системы заключается в том, что реальные индивидуализированные объекты из  $\Phi$  подвергаются в ИС систематизации и стандартизации. После такого «обтёсывания» номенклатурный справочник, например, в полной мере уже не отражает потребительские качества товаров, справочник клиентов даёт лишь очень схематичный образ покупателя и т.п. Это «работает» на понижение  $I(ИС : \Phi)$ , но требуется для повышения синтаксической производительности

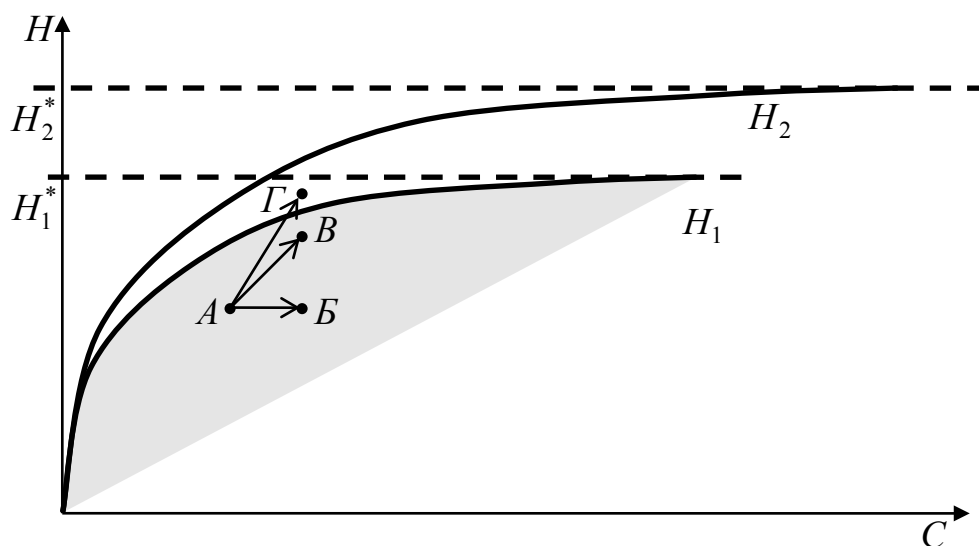
системы, поскольку, если не уложить данные в «причѐсанные» реляционные структуры, никакой массовой обработки произвести просто невозможно.

Важный вывод заключается в том, что **увеличение семантической пропускной способности препятствует росту синтаксической производительности и наоборот**. Поэтому одна из самых важнейших задач при воплощении ИС – это нахождение баланса между ними, причѐм чем крупнее фирма, тем сильнее приходится сдвигать его в сторону синтаксической составляющей. С этой целью уже реальные процессы фирмы подвергаются регламентированию, стандартизации и унификации с целью «уложить» их в соответствующие структуры ИС.

Подобным образом прагматическая компонента  $\Pi$  представляет собой набор показателей и индикаторов, которые должны сигнализировать о таких состояниях, которые требуют принятия решений. Это своего рода набор симптомов, по которым необходимо диагностировать здоровье или болезнь. Поэтому  $I(\Pi:\Phi)$  – это количество информации о фирме, которым оперируют лица, принимающие решения. Чем проще «сконструирован» симптом, чем сильнее он агрегирован, тем больше оснований ожидать  $H(\Pi \setminus \Phi) > 0$ . Например, состояниям фирмы, которые можно охарактеризовать как «Хорошая работа снабжения», такой «симптом» как прибыль может принимать как высокие, так и низкие значения, поскольку на него влияют ещё и многие другие факторы. Поэтому высокая агрегированность показателей позволяет принимать только самые общие решения, которые невозможно реализовать без детализации.

С другой стороны, чрезмерно детализированные представления могут утратить прагматическое содержание, поскольку уже не выражают ни проблему, ни способ её решения. В этом смысле такой прагматический элемент тоже является неоднозначным. Из этого можно сделать вывод, что в прагматической компоненте ИС идёт борьба не столько за широту набора средств  $H(\Pi)$ , сколько за их однозначность, т. е. за уменьшение  $H(\Pi \setminus \Phi)$ .

Построение метода оценки эффективности на базе полученного представления производительности ИС потребует рассмотрения эволюционного поведения границы информационных издержек растущей фирмы. Являясь решением задачи (9)-(10), она представляет собой максимально возможную величину пропускной способности при заданном уровне информационных издержек, т. е. это соответствует случаю, когда  $H(x \setminus y) = 0$ , а  $I(x:y) = H(x)$ . Реальный же уровень пропускной способности может соответствовать точке из подграфика этой границы эффективности, например, т. А рис. 4.



**Рис. 4.** Пропускная способность ИС при изменении размера фирмы. Штриховая прямая  $H^*$  отражает теоретический максимум пропускной способности (8). Кривые с индексом «2» соответствуют более крупной фирме, чем с индексом «1».

Кривая  $H$  ограничена сверху величиной  $H^* = \ln(M)$  (8), где  $M$  – количество состояний системы, которое зависит от размера фирмы. Если фирма растёт, то вместе с  $H_1^* \rightarrow H_2^*$  «подтягивается» и граница эффективности  $H_1 \rightarrow H_2$ . На рис. 4 т.  $A$  для случая  $H_1$  обеспечивает относительно более высокую пропускную способность, чем для случая  $H_2$ , хотя её абсолютное значение не меняется. Другими словами, рост фирмы вызывает «проседание» производительности ИС: то, что было хорошо для малой фирмы, будет уже менее удовлетворительно для подростков.

Под величиной издержек  $C$  нужно понимать капитализированную стоимость ИС. Поэтому каждый последующий шаг развития будет направлен в положительном направлении оси. Разумеется, в практику оценки можно внести и понятие декапитализации. Например, траектории  $AB$  соответствует «несработавший» проект улучшения, поэтому дальнейшее движение можно снова начинать из т.  $A$ .

Оценка эффективности ИС опирается на соотношение производительности  $H$  и издержек  $C$ . При этом нет необходимости (да и возможности) вычислять значение  $H$  как величину энтропии или  $I$  как величину количества информации. К примеру, формируется годовой бюджет развития ИС. Он предполагает реализацию набора решений по увеличению её пропускной способности. Все полученные решения можно проранжировать по степени важности задач, которые они решают. Это и будут сравнительные оценки прироста пропускной способности  $\Delta H$ . Именно они в дальнейшем и потребуются, а не сама величина  $H$ . Не важно также, в каких единицах измерения будет произведена оценка. Требуется только, чтобы в этих единицах варианты решений были сравнимы между собой.

Каждому решению сопоставляются издержки  $\Delta C$  по его реализации. После этого важен даже не столько отбор тех решений, где эффективность как отношение  $\Delta H / \Delta C$  максимальна, сколько более внимательное изучение

тех решений, где эти отношения самые большие и самые маленькие, поскольку эти оценки с большой вероятностью содержат ошибки. Действительно, на рис. 4 самая высокая эффективность соответствует траектории  $AG$ . Для фирмы с границей эффективности  $H_1$  такое улучшение невозможно в принципе. Очень эффективные решения могут возникать только из плохой стартовой позиции, как в т.  $A$ . Стартуя из т.  $B$ , таких решений получить невозможно. Конечно, напрямую вычислить положение стартовой точки тоже нельзя, но «почувствовать» можно, поскольку, чем более зрелой и совершенной является ИС, тем сильнее будет объективное сопротивление её дальнейшим улучшениям.

Что касается неэффективных или малоэффективных решений, то здесь ошибки следует искать в способах решения задач. Скорее всего, обнаружится, что небольшие улучшения ИС предполагается осуществить посредством реализации каких-то слишком сложных механизмов. Как правило, последствия таких решений будут хуже ожидаемых, т. е. близко к траектории  $AB$ . Здесь лучше либо упростить и удешевить способ реализации, либо вообще отказаться от таких решений.

Снижающаяся предельная производительность как свойство ИС приводит к тому, что чем больше будет бюджет её развития, тем менее эффективные решения будут в него включены. Поэтому щедрый бюджет ни в коем случае не является залогом успеха.

**Выводы.** По способу смягчения запрета Коуза можно классифицировать размер фирмы.

*Малые фирмы* в качестве основного способа будут использовать создание оргструктуры, поскольку из модели следует, что быстрее всего позволяет достичь восстановления управления. Для малой фирмы информационные затраты осуществляются в «фоновом» режиме, она ещё «не воспринимает» их как ресурс повышения управляемости.

*Средней фирме* в дополнение к организационной структуре придётся прибегнуть к существенной регламентации функций работников, как мере менее эффективной, но неизбежной для смягчения эффекта потери управления. Критически важным становится подбор персонала, его мотивация, внедрение корпоративной культуры. Фирму можно отнести к категории средних, когда для её руководства информационные затраты становятся не объектом экономии, а ресурсом повышения управляемости.

*Крупная фирма* наращивает информационные затраты с целью оптимизации системы управления, бизнес-процессов, работы с персоналом. Все ключевые и второстепенные задачи управления поддерживаются посредством информационно-коммуникационных технологий. Информационные затраты становятся критически важным ресурсом управления, а полномочия директора по информационным технологиям вплотную приближаются к полномочиям исполнительного директора.

Данная классификация (впрочем, как и любая другая) не позволяет установить чёткую границу между малыми, средними и крупными фирмами.

Принципиальное её отличие в том, что она опирается не на количественные показатели фирмы, а позволяет выявить качественные различия.

**Глава 2** начинается обзором корпоративных информационных систем как инструментальных средств управления предприятиями. Рассмотрение их эволюции позволило сделать вывод, что основное её направление состоит в расширении круга решаемых задач, универсализации и интеграции инструментов управления. В настоящее время разработка и внедрение корпоративных информационных систем (КИС) представляет собой стабильно растущую сферу экономики, представляющую своим потребителем всё новые более функционально и технически совершенные решения. Однако этот в целом позитивный фон содержит и пласт определённых проблем, показывающий, что потребители не полностью используют предлагаемые конструктивные возможности, испытывают трудности там, где этого, казалось бы, не должно происходить. Выигрыши от тесной интеграции программных продуктов, их широкой функциональности и универсальности не настолько велики, как это следует из простых логических соображений, обосновывающих привлекательность этих свойств. И дело здесь даже не в том, что обоснование этого имеет под собой рекламный фундамент. Проблема в том, что теория информационных систем в том виде, в каком она существует в настоящее время, большей степени является обобщением практического опыта разработки и эксплуатации программных продуктов, т.е. дескриптивной, а не нормативной теорией. Вследствие этого она не может объяснить причины, по которым многие преимущества интегрированных и универсальных КИС превращаются в их недостатки.

Примером этого может служить эффект, который можно обозвать конфликтом процессов. Он возникает в корпоративных информационных системах, интегрирующих разнообразные бизнес-процессы, и проявляется как постоянная борьба за целостность их данных из-за сложности и противоречивости их структур, поскольку требования одних процессов к системе управления противоречат составу, структуре и порядку предоставления информации другими процессами. Но его внешние симптомы напоминают обычный управленческий хаос, что позволяет разработчикам и внедренцам систем возлагать вину за его возникновение на незрелость процессов и управления ними.

Остроту конфликта процессов удаётся снизить, если ключевые процессы фирмы автоматизируются посредством различных специализированных программных средств. Однако практикующие консультанты в области информационных систем полагают такую лоскутную автоматизацию лишь временным компромиссным решением на пути к полной централизации и интеграции информационных потоков.

Таким образом, дескриптивная теория информационных систем никак не объясняет источники возникновения таких конфликтов и не может предложить системных способов их преодоления.

Полученные теоретические результаты применяются для создания концепции процессной ИС. Опираясь на информационную модель фирмы, изложенную в главе 2, можно обоснованно показать причину возникновения конфликта процессов. Бизнес-процессы фирмы классифицируются либо как основные, либо как вспомогательные. Под первыми будут пониматься процессы, обеспечивающие реализацию основных задач фирмы. Обычно они образуют цепочку «снабжение – производство – сбыт». С точки зрения закона необходимого разнообразия (3) основные процессы играют роль управляемой подсистемы. Тогда вспомогательные процессы будут призваны обеспечить стабильное течение основных процессов, что позволяет их рассматривать как процессы управления. Тогда с точки зрения указанного закона стабильность, как низкое разнообразие основных процессов, может обеспечиваться только за счёт высокого разнообразия управляющих. В силу этого объединение их данных в единые централизованные структуры неизбежно повлечёт предъявление к ним требований, противоречивость которых с ростом системы будет только нарастать. Чтобы избежать этого, **необходимо разделять структуры данных основных и вспомогательных процессов**, как это схематично показано на рис. 5. Информационные системы, опирающиеся на этот принцип, в дальнейшем будут именоваться «процессными». Их основные свойства в сравнении с централизованными и транзакционными системами (децентрализованные системы предыдущего поколения) представлены в табл. 1.

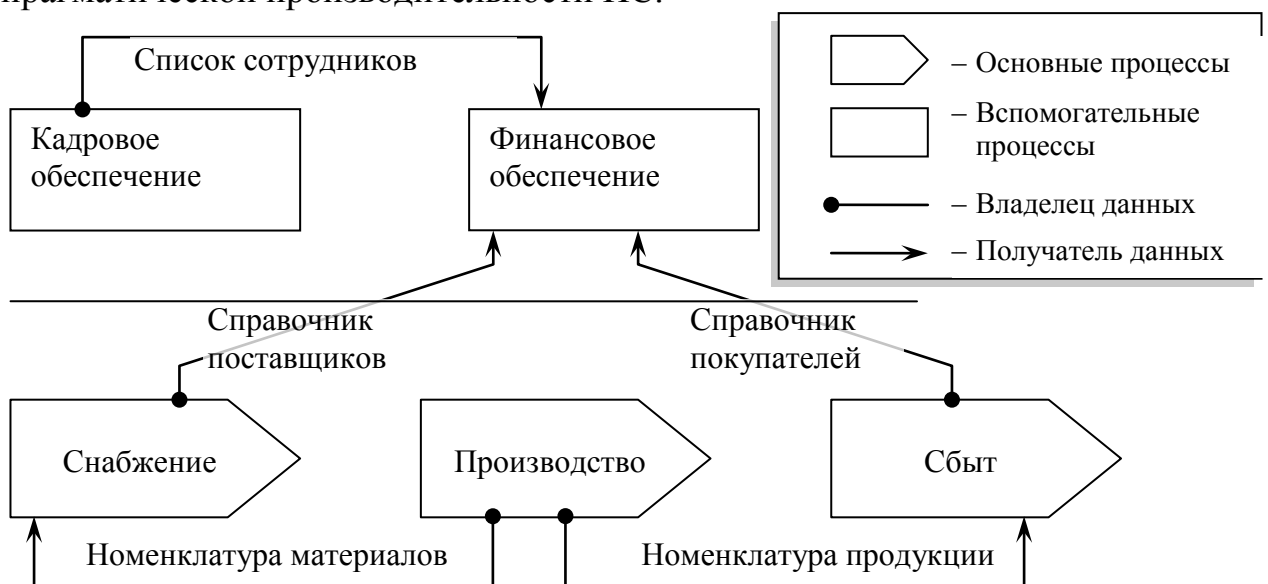
**Таблица 1.**

Сравнение ключевых свойств различных типов информационных систем

Свойство	Транзакционные системы	Централизованные системы	Процессные системы
Структура данных	Подсистемы имеют собственные структуры	Структура данных принадлежит системе в целом. Подсистемы могут владеть только отдельными элементами структур	Структуры данных стандартизованы в части информации, по которой возможен обмен между подсистемами. В остальной части они адаптированы под процессы
Дублирование информации в подсистемах	Одна и та же информация может содержаться в разных подсистемах	Информация формируется системой в целом и не дублируется	Информация распределена между процессами и может дублироваться
Владение информацией	Каждой подсистеме требуется собственный ввод информации (несколько владельцев). Возможен частичный обмен	Используется принцип однократного ввода (единственный владелец). Необходимость в обмене отсутствует	При обмене между подсистемами у дублирующейся информации назначается единственный владелец. Это сохраняет принцип однократности ввода
Конфликт	Изолированность	Использование	Дублирование

процессов	подсистем исключает возможность конфликта процессов	разными процессами одних и тех же структур данных способствует возникновению конфликтов	информации позволяет адаптировать структуры данных под специфику процессов и снимает конфликты
Унификация среды пользователя	Среды и средства разработки у каждой подсистемы могут быть индивидуальными	Среды и средства разработки едины для всей системы	Среда пользователя не обязательно унифицирована, но приведена к единым правилам. Средства разработки и платформы подсистем могут быть индивидуальными
Адаптивность подсистем под индивидуальные процессы пользователя	Подсистемы специально разработаны под процессы пользователя	Система изначально разработана под некие универсальные процессы с последующей ограниченной возможностью адаптации	Подсистемы могут разрабатываться как под универсальные, так и под специальные процессы

На основании такой систематизации формулируются основные требования, которым должна соответствовать ИС для среднего бизнеса. Для этого используется концепция синтаксической, семантической и прагматической производительности ИС.



**Рис. 5.** Наиболее обобщённая типовая схема бизнес процессов с разделением их на основные и вспомогательные.

С технической точки зрения конструктивной основой КИС выступает система управления реляционными базами данных (РБД). Она основана на выделении в наборе данных одинаковых фрагментов и хранении их в отдельных таблицах, связь с которыми поддерживается через ссылки (идентификаторы). Такой способ хранения данных фактически представляет

собой шенноновский код. С одной стороны это позволяет обрабатывать большие потоки структурированных документов, т. е. обеспечивает высокую синтаксическую производительность, поскольку из теории информации следует, что сильнее всего с наименьшими затратами можно «уплотнить» поток, в котором часто встречаются повторяющиеся сообщения. Этот эффект можно усилить, если структурно близкие сообщения описать в виде единообразных реляционных структур, что приводит к их значительному упрощению. Следствием этого будет частичная потеря смыслового содержания, что означает снижение семантической пропускной способности.

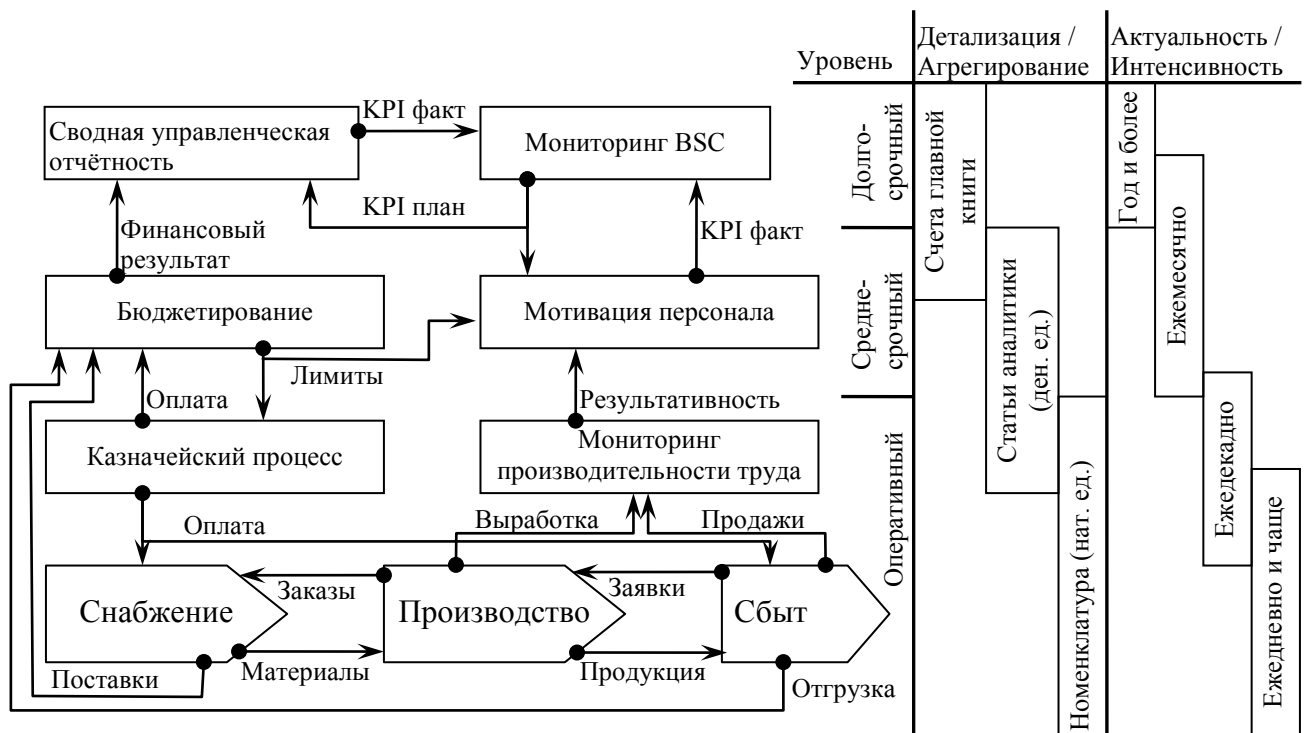
Противоречие между высокой синтаксической производительностью, обеспечиваемой РБД, и относительно низкой, по той же самой причине, семантической и прагматической пропускной способностью, есть ключевое положение для рассмотрения КИС с точки зрения теории информационных систем, вооружённой описанными выше средствами нормативного анализа.

Другим важным моментом является то, что разные бизнес-процессы предъявляют разные требования к синтаксической, семантической и прагматической производительности. Здесь ключевой характеристикой выступает интенсивность потока данных процесса. Низкая интенсивность порождает и низкую потребность в синтаксической пропускной способности. Это снижает потребность в решениях, основанных на РБД, и позволяет использовать иные программные решения с более высокой семантической и прагматической производительностью.

Введённые характеристики позволяют сформулировать требования к информационным системам для малого среднего и крупного бизнеса, опираясь на результаты, полученные ранее из теоретико-информационной модели фирмы. Анализ процессов показывает, что интенсивность потока не одинакова на разных уровнях иерархии (рис. 6). Самой высокой она будет на оперативном уровне, где сосредоточены все основные процессы предприятия. Именно она, прежде всего, «нагружает» синтаксический канал. Семантическая нагрузка преобладает на среднесрочном уровне. Это обусловлено тем, что здесь «собраны» процессы управления. Кроме того, семантическая составляющая особенно важна при решении задач агрегирования, возникающих при движении информации снизу вверх по иерархии процессов. Поэтому можно сказать, что семантическая и прагматическая составляющая доминируют на верхних уровнях, а синтаксическая – на оперативном.

Из такого представления следует, что, как потребитель ресурсов ИС, средний бизнес должен наследовать некоторые черты малого бизнеса, так же как и крупный – среднего, а их границы проходят по иерархическим «водоразделам» (рис. 6). Эволюционный переход с одного уровня на другой происходит тогда, когда информационные потоки нижнего уровня становятся слишком насыщенными и неуправляемыми, порождая потребность в их более агрегированном представлении. Следовательно, потоки одинакового уровня, но относящиеся к бизнесу разного «калибра», будут иметь и соответственно различную интенсивность.





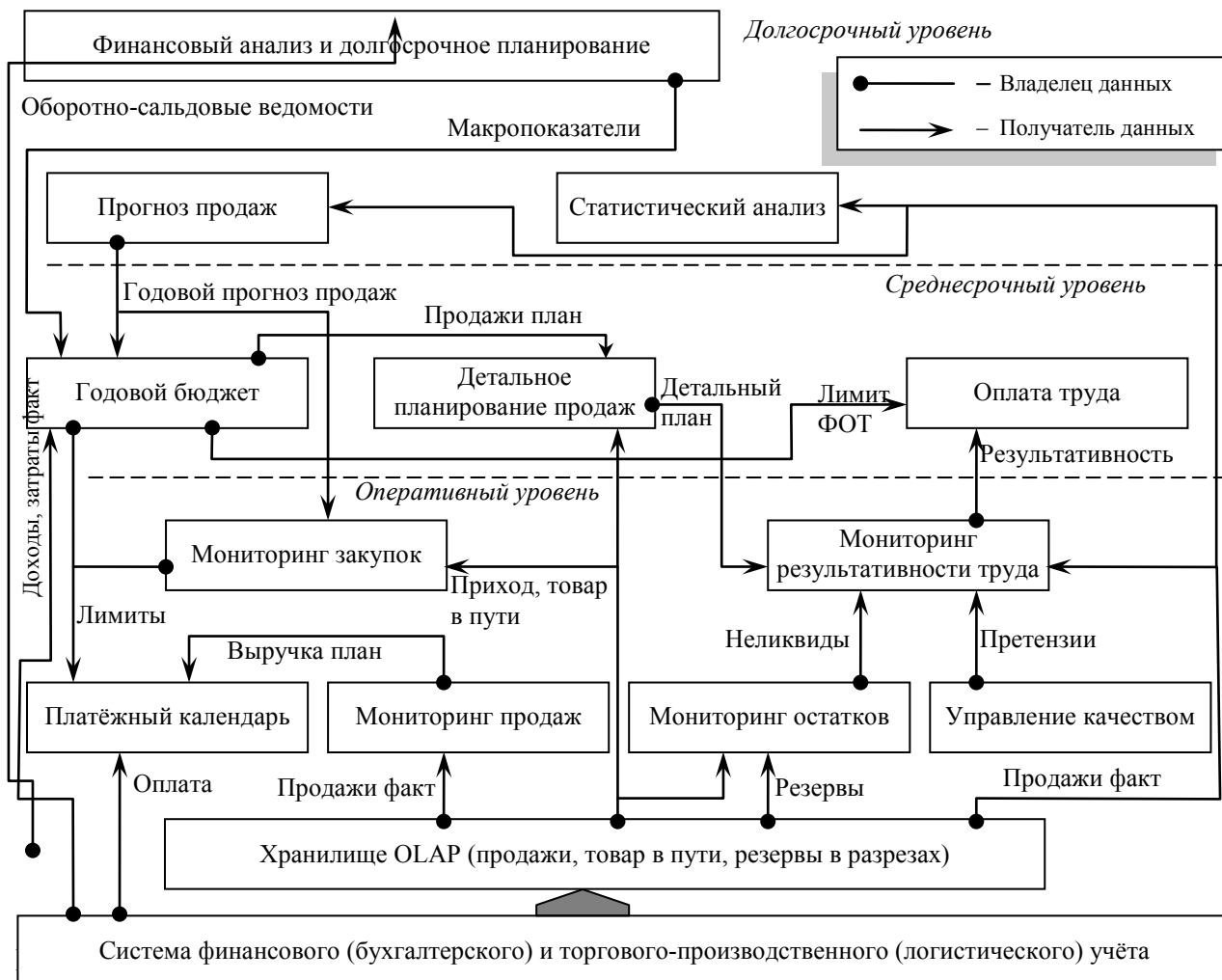
**Рис. 6.** Выделение иерархий в процессах и связей между ними. Блоки соответствуют подсистемам ИС. Условные обозначения, такие же, как на рис 5.

Сказанное позволяет определить классификационные признаки размера бизнеса исходя из требований, предъявляемых к ИС:

1. У малой фирмы относительно высокая интенсивность потока данных наблюдается только на операционном уровне. Поэтому здесь распространены типовые «коробочные» решения от 1С. Вспомогательные процессы управления характеризуются относительно низкой интенсивностью потока данных, позволяющей успешно решать задачи их информационной поддержки подручными офисными средствами.

2. Крупная фирма характеризуется высокой интенсивностью потоков данных не только оперативного, но и среднесрочного уровня, что вызывает максимальные требования к синтаксической производительности КИС. Это порождает потребность не только в крупных вычислительных мощностях, но и в КИС, сконструированных под переработку огромного количества хорошо стандартизированных блоков данных.

3. Средний бизнес занимает промежуточное положение. С одной стороны, высокая интенсивность основных процессов оперативного уровня позволяет автоматизировать их посредством высокопроизводительных программных решений. С другой стороны, интенсивность вспомогательных процессов уже выше, чем в малом бизнесе. Это уже не позволяет обойтись без средств их автоматизации, но, с другой стороны, интенсивность не настолько высока, чтобы сделать эффективными решения на базе РБД.



На рис. 7 представлена принципиальная схема информационной системы для среднего бизнеса (ИССБ), обеспечивающая поддержку основных и вспомогательных бизнес-процессов. Каждый блок соответствует отдельной подсистеме, обладающей собственной структурой данных, что позволяет определить такую ИС как процессную. Передача данных обозначена стрелками, идущими от владельца к получателю. Подсистемы обеспечивают оперативный, среднесрочный и долгосрочный уровни управления.

Поддержка подсистем средствами РБД не позволит получить требуемой семантической и прагматической производительности. Как альтернативу можно рассматривать их реализацию посредством электронных таблиц (ЭТ). Они представляют собой средство разработки с высокой семантической и прагматической производительностью. Пользователю очень доступны и понятны результаты, которые он получает. Обратной стороной является то, что это сочетается с низкой синтаксической пропускной способностью. Кроме того, семантическая производительность ЭТ резко падает при увеличении массивов обрабатываемой информации (пользователь начинает «путаться»). По этой причине сложилось устойчивое представление, что ЭТ как часть ИС пригодны только для выполнения

разовых черновых экономических расчётов. Ведение экономического учёта в ЭТ считается дурным тоном и признаком информационно-технологической отсталости.

Представляемая здесь технология эмулирования баз данных (ТЭБД) позволяет обрабатывать в ЭТ массивы данных в виде таблиц с имитацией (эмуляцией) тех же принципов, что применяются в РБД. Результаты запросов к таблицам выводятся непосредственно на листы ЭТ и могут участвовать в расчётах. Реализация этого опирается на следующие принципы:

- Все листы ЭТ по типу делятся на листы данных и листы выходных форм.
- На листах данные представлены в виде массива записей, в котором запись обычно ассоциируется со строкой, а поле – со столбцом.
- Массив данных как запрос к реляционным таблицам формируется во внешней РБД и передаётся на лист ЭТ либо как объект, либо через буфер обмена.
- Помимо полей, связанных с массивом данных, на этот же лист вносятся поля, называемые идентификаторными. В них по ключевым полям формируются условия, по которым из массива производится выборка.
- Формулы, осуществляющие выборку, вносятся на листы выходных форм. Они создаются таким образом, что ссылаются только на столбцы (поля) листов данных и никак не используют в ссылках строки (записи). Это свойство является ключевым в технологии, и в дальнейшем будет именоваться принципом связи по полям. Оно эмулирует свойства таблиц баз данных, которые идентифицируются только содержанием полей, а отбор записей производится по ключу. Это **позволяет произвольно добавлять и удалять записи без нарушения целостности таблиц, что абсолютно не возможно при традиционном использовании ЭТ**, как раз и делающим невозможной обработку массивов данных.

Пример работы в ЭТ в соответствии с ТЭБД приведён в табл. 2 и 3. Первая из них представляет собой таблицу данных, в верхней строке которой приведены названия полей. Записи (строки), соответствующие полям «Дата», «Магазин», «Продавец» и «Продажи», выгружены из РБД, например, ядра системы учёта. Поле «ID Магазин» заполняется в ЭТ. В данном случае использована следующая формула идентификатора:

=Месяц(А3)&Год(А3)&В3

где «А3» указывает на третью строку столбца «Дата», а «В3» - соответственно, «Магазин». В идентификаторе используется только месяц и год, поскольку детализация по дням в дальнейшем не предусматривается.

**Таблица 2.**

**Пример заполнения листа данных.** Строка 1 содержит названия полей. Приведена формула в нотации MS Excel заполнения идентификаторного поля «ID Магазин». В формуле столбец «Дата» именуется буквой «А», «Магазин» - буквой «В».

Дата	Магазин	Продавец	Продажи	ID Магазин
------	---------	----------	---------	------------

03.01.2008	Флора	Цветкова Д. О.	-23770	
03.01.2008	Хризантема	Лютина И.В.	33250	12008Хризантема
03.01.2008	Флора	Ромашова Г.В.	41800	12008Флора
03.01.2008	Флора	Ромашова Г.В.	3480	12008Флора
03.01.2008	Мельпомена	Шарова М. В.	8750	12008Мельпомена
03.01.2008	Хризантема	Васькова И.А.	27690	12008Хризантема
03.01.2008	Хризантема	Лютина И.В.	47920	12008Хризантема
03.01.2008	Флора	Ромашова Г.В.	7880	12008Флора

Формула расчёта:  
 =Месяц(A3)&Год(A3)&B3

Таблица 3.

**Пример заполнения листа отчётной формы с расшифровкой формулы расчёта.**

Год	2008	
Месяц	1	
Магазин	Продажи	Формула расчёта
Флора	53 160	=СУММЕСЛИ(ID Магазин;\$B\$2&\$B\$1&\$A4;Продажи)
Мельпомена	8 750	=СУММЕСЛИ(ID Магазин;\$B\$2&\$B\$1&\$A5;Продажи)
Хризантема	108 860	=СУММЕСЛИ(ID Магазин;\$B\$2&\$B\$1&\$A6;Продажи)

В табл. 3 представлено, как на основании листа данных получены расчёты в соответствии с ТЭБД. Для этого в отдельных ячейках ЭТ указываются месяц и год, за которые осуществляется анализ. Кроме этого, формируется таблица, первый столбец которой содержит названия магазинов так, чтоб они полностью соответствовали названиям, используемым в поле «Магазин» листа данных. Во втором столбце суммируется объём продаж за указанный месяц и год по каждому магазину отдельно по приведённой в третьем столбце таблицы формуле.

Все инструментальные средства управления предприятием, представленные в главах 5-9 реализованы на основе представленной концепции ТЭБД и её модификационных усовершенствований.

**Выводы.** Для фирм сферы среднего бизнеса высокая интенсивность потока данных характерна только для основных процессов. Из этого следует, что для вспомогательных процессов, обеспечивающих решение задач управления, на первое место выходит обеспечение семантической и прагматической производительности. Эти особенности учтены в предлагаемой структурной конструкции информационной системы для среднего бизнеса.

Однако программные средства создания корпоративных информационных систем конструктивно слабо приспособлены для решения этих задач, поскольку в первую очередь нацелены на синтаксическую производительность. И наоборот, электронные таблицы конструктивно могут обеспечить высокую семантическую и прагматическую производительность, но обладают очень слабой синтаксической. Предлагаемая в работе технология эмулирования баз данных в электронных таблицах позволяет решить задачу увеличения синтаксической производительности табличных процессоров без ущерба для их семантической и прагматической компонент.

В главе 3 рассматривается комплекс моделей финансового результата, интегрируемые в ИС фирмы посредством ТЭБД.

**Статическая модель** решает задачу нахождения оптимальной структуры активов и источников финансирования фирмы, опираясь на нормативные значения набора показателей.

Объектом **динамической модели** финансового результата выступает не фирма целиком, а отдельный проект долгосрочного характера, который может являться как новым инвестиционным проектом, так и моделью развития проекта, стартовавшего когда-то ранее.

Модель **прогнозирования продаж**, опираясь на статистические данные позволяют выразить не только тенденции, сформировавшиеся под действием сложившихся обстоятельств, но и детализировать их анализом сезонных колебаний, которые нельзя выразить из нормативных предпосылок, лежащих в основе рассмотренных ранее моделей.

Модель **среднесрочного финансового планирования** является моделирование подробного аналитического разреза финансового результата на основании финансовых планов долгосрочного характера.

Статическая модель финансового результата базируется на производственной функции вида

$$s = c_F A_{PF} \prod_i Q_i, \quad (15)$$

где  $s$  – объём продаж,  $A_{PF}$  – величина основного производственного фактора (для определённости – производственных фондов),  $c_F$  – коэффициент отдачи основного фактора (фондоотдача) и набор вспомогательных факторов  $Q_i$ , каждый из которых отражает интенсивность использования тех или иных ресурсов предприятия.

Каждый вспомогательный фактор представляет собой понижающий или повышающий безразмерный коэффициент, задаваемый в виде степенной функции вида:

$$Q(q) = aq^b + c, \quad (16)$$

где  $q$  – показатель интенсивности,  $a$ ,  $b$  и  $c$  – параметры степенной функции, посредством которых показатель интенсивности  $q$  преобразуется в коэффициент вспомогательного фактора. Такое преобразование всегда возможно, поскольку для функции (16), проходящей через точки  $(q, Q)$  и  $(q', Q')$ , такие что  $q < q'$  и  $Q < Q' < c$  или  $Q > Q' > c$  всегда  $a$  и  $b$  можно выразить явно. Тогда в качестве статической модели финансового результата рассмотрим следующую задачу:

$$\max_{Q_i, L} p = s - e, \quad (17)$$

$$\mu(q) \geq t \quad (18)$$

где  $p$  – прибыль,  $s$  – продажи в соответствии с производственной функцией (15),  $e$  – затраты,  $\mu$  – остаток денежных средств,  $m$  – нормативный минимально допустимый остаток денежных средств,  $q$  – вектор нормативов интенсивности использования средств,  $Q_i$  – вспомогательные факторы производства (16),  $L$  – кредитные обязательства.

Величина затрат определяется как:

$$e = e_M + e_h + e_f + e_A + e_l, \quad (19)$$

где:  $e_M$  – прямые переменные затраты, определяемые из величины торговой наценки  $\delta$  как  $e_M = s/(1 + \delta)$ ,

$e_h$  – затраты на оплату труда основного персонала, определяемые из величины средней заработной платы  $\rho$  и фондовооружённости  $q_{Ah}$  как  $e_h = \rho h_w$ , где  $h_w = A_{PF} / q_{Ah}$  – численность персонала,

$e_f$  – постоянные затраты, включая оплату труда работников, не относящихся к категории основных,

$e_A$  – амортизация, определяемая исходя из норматива  $\alpha$  как  $e_A = \alpha A_{PF}$ . Если основные средства предприятие арендует, то эти затраты включаются в состав постоянных затрат  $e_f$ ,

$e_l$  – финансовые издержки, определяемые исходя из норматива ставки процента  $i$  через величину кредитных обязательств  $L$  как  $e_l = iL$ .

Наличие денежных средств определяется как:

$$\mu = \mu_s + L - \mu_M - \mu_h - \mu_f - e_l, \quad (20)$$

где:  $\mu_s$  – выручка от продаж в соответствии нормативом периода оборота дебиторской задолженности  $q_s$ :  $\mu_s = s(1 - q_s / \ell)$ ,

$L$  – поступление кредитных средств,

$\mu_M$  – оплата поставщикам за товар (материалы), поступившие в запас (производство) в соответствии с нормативом периода оборота кредиторской задолженности  $q_P$  и формулой периода оборота запасов:

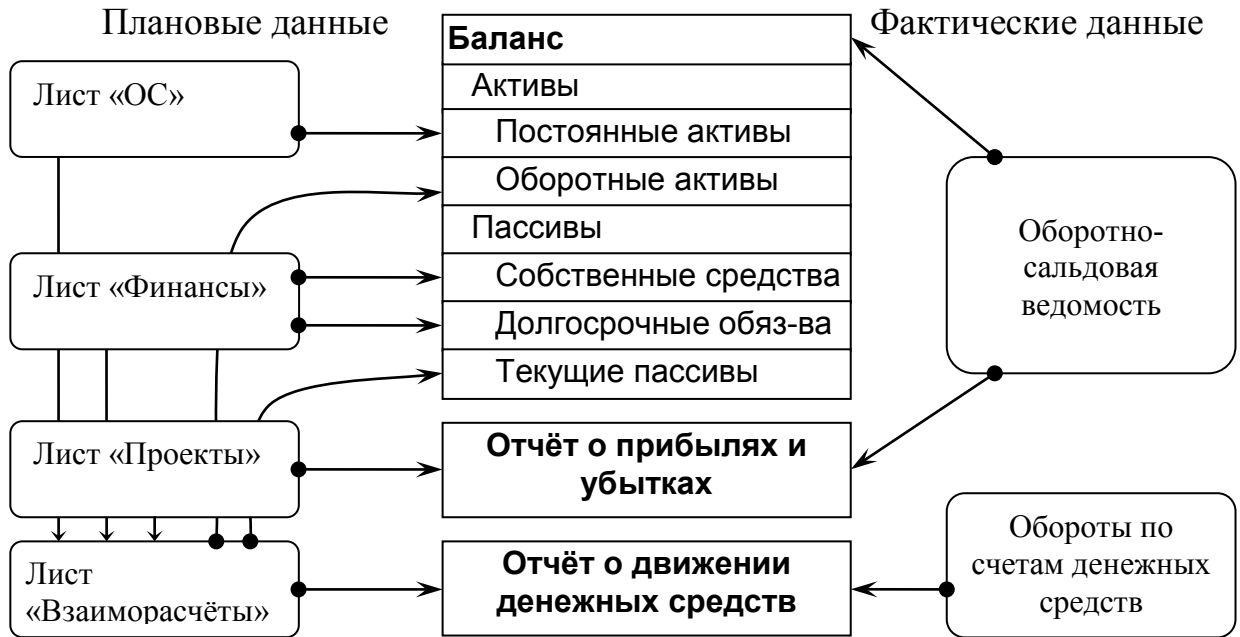
$$\mu_M = e_v(1 + q_M / \ell)(1 - q_P / \ell),$$

$\mu_h$  – выплата заработной платы в соответствии нормативом периода оборота задолженности перед персоналом  $q_h$ :  $\mu_h = e_h(1 - q_h / \ell)$ ,

$\mu_f$  – оплата по расчётам с контрагентами, формирующими постоянные затраты, в соответствии нормативом периода оборота задолженности перед ними  $q_f$ :  $\mu_f = e_f(1 - q_f / \ell)$ ,

В результате решения задачи (17)-(20) будут получены оптимальные значения периода оборота запасов  $q_M$  (а значит, и самого объёма запасов  $M$ ), фондовооружённости  $q_{Ah}$  (а значит, и численности персонала  $h$ ) и объёма привлечённых обязательств  $L$ . Потребность последних может возникнуть в оптимальном решении, если окажется выгодным создание дополнительных

запасов или найм персонала, вызывающие дефицит денежных средств как нарушение ограничения (18), покрываемый за счёт кредитов.



**Рис. 8.** Источники данных для формирования плановых и фактических мастер-бюджетов.

Результаты динамической модели используются для наполнения мастер-бюджетов (см. рис. 8). При моделировании статей взаиморасчётов разумно в основных чертах воспроизвести реальные механизмы их формирования. Так, выручка от продаж образуется из трёх источников: погашения задолженности от продаж в рассрочку, авансирования покупателями продаж под заказ и оплаты по факту. В соответствии с этим для самих продаж можно полагать

$$s_t = s_t^{\text{деб}} + s_t^{\text{кред}} + s_t^{\text{факт}}, \quad (21)$$

где  $s_t$  – величина продаж в месяц  $t$ ,  $s_t^{\text{деб}}$  – продажи в рассрочку (образуют дебиторскую задолженность),  $s_t^{\text{кред}}$  – продажи под заказ (закрывают кредиторскую задолженность),  $s_t^{\text{факт}}$  – продажи, оплачиваемые по факту. Тогда при условии, что рассрочка не превышать двух месяцев  $\zeta_t \leq 60$ , следует использовать обобщённую формулу расчёта выручки:

$$v_t^{\text{деб}} = (s_t^{\text{деб}}(30 - \zeta_t)^+ + s_{t-1}^{\text{деб}}(30 - |30 - \zeta_{t-1}|)^+ + s_{t-2}^{\text{деб}}(\zeta_{t-2} - 30)^+) / 30, \quad (22)$$

где операция  $( )^+$  означает положительную срезку.

Приведённая формула корректна в том смысле, что она обеспечивают  $\sum_t v_t^{\text{деб}} = \sum_t s_t^{\text{деб}}$ , т. е. в конечном итоге все продажи покрываются оплатой.

Для  $v_t^{\text{кред}}$  и  $s_t^{\text{кред}}$  ситуация выглядит симметрично, что позволяет использовать те же самые формулы.

Задача вычисления прихода материалов  $u_t$  решается через известную величину расхода  $e_t$  и задаваемое значение периода оборотов запаса  $\zeta_t^M$ :

$$u_t = \sum_{\tau=t+1}^{t+\xi} e_{\tau} + e_{t+\xi+1} (\zeta_t^M / 30 - \xi) / 30 - M_{t-1} + e_t, \quad \xi = \lfloor \zeta_t^M / 30 \rfloor, \quad (23)$$

где  $M_t$  – величина запаса,  $\lfloor \cdot \rfloor$  – операция взятия целой части числа.

Приведённые способы расчёта позволяют с необходимой точностью моделировать динамику текущих активов и пассивов, что является непременным условием прогнозирования денежных потоков для решения задач привлечения и погашения обязательств.

Модель прогнозирования продаж по статистическим данным решает задачи прогноза и планирования продаж на перспективу от года и более с помесечной детализацией в разрезе объектов аналитики. Прогнозирование осуществляется по объектам со статистической предысторией, которая служит исходными данными для построения регрессии с мнимыми переменными вида:

$$\hat{y} = a_0 + \langle a, f(x) \rangle + \langle \theta, Z \rangle, \quad a = (a_1, \dots, a_n), \quad x = (x_1, \dots, x_n), \quad \theta = (\theta_1, \dots, \theta_{11}), \quad (24)$$

где  $f(x)$  – монотонная вектор-функция от  $n$  линейных объясняющих переменных,  $Z$  – матрица мнимых переменных, «отвечающих» за сезонность, строки которой заполнены нулями, кроме единственной компоненты, соответствующей нужному месяцу, имеющей значение 1. При этом она формирует сезонные отклонения только для 11 месяцев, а 12-й будет отображаться трендом.

Новизну в применении этого метода представляет использование кусочно монотонного тренда, составленного «склежкой» из  $n$  монотонных объясняющих переменных:

$$x_t^{(j)} = \begin{cases} 0, & t < \tau_j \\ t - \tau_j + 1, & t \geq \tau_j \end{cases}, \quad t = 1, 2, \dots, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (25)$$

где  $\tau_j$  – номер периода, в котором начинается новая ( $j$ -я) тенденция.





**Рис. 9.** Сравнение фактических и прогнозных данных, полученных на основании составного тренда методом мнимых переменных.

Результат представлен на рис. 9. Видно, что первые две тенденции отображены как линейные, а последняя – как логарифмический отрезок тренда. Для этого в (25) вместо  $f(x_t^{(j)}) = t - \tau_j + 1$  взято  $f(x_t^{(j)}) = \ln(t - \tau_j + 1)$ . Использование линейного тренда на завершающем отрезке привело бы к формированию слишком оптимистического прогноза из-за высокого угла наклона, поэтому в качестве основы была взята более «осторожная» логарифмическая функция, гасящая восходящий импульс. Представленный метод позволяет строить регрессии, наиболее адекватным образом вычлняющие трендовые и сезонные составляющие из временных рядов аналитических объектов длительностью более года.

Принципиальной основой предлагаемой для среднего бизнеса технологии среднесрочного планирования является разработка и последующее использование нескольких вариантов бюджета, основанных на долгосрочной модели или модели прогнозирования. Это позволяет заранее предусмотреть различные сценарии развития событий и спланировать свои действия в ответ на улучшение или ухудшение ситуации. Кроме того, затратная часть сценариев должна представлять собой набор моделей, построенных на базе экономически обоснованных нормативов:

1. Модель оплаты труда. Постоянная составляющая определяется штатным расписанием. Базой для расчёта переменной части служит процент от выполнения плана, который может быть нефиксированным, поскольку продвинутые системы оплаты труда могут предполагать увеличение процента при перевыполнении плана. При этом величина плана может иметь сезонные колебания (пониженные планы в «низкий» сезон и повышенные в «высокий»).

2. Модель автотранспортных издержек. Здесь также может выделяться переменная (перевозки по заказу покупателей) и постоянная (перевозки для собственных нужд) составляющие. Модель также должна учитывать структуру автопарка, нормы расхода топлива и технического обслуживания.

3. Модель издержек на содержание. Для широкого круга издержек будет справедлива зависимость их объёма от «мощности» ЦФУ, которая может быть выражена как в стоимостных, так и в натуральных (например, площади) единицах. К таким издержкам относятся аренда, ремонт помещений, коммунальные услуги, а иногда даже телекоммуникационные услуги и расходные материалы.

Перечисленные модели позволяют находить точку безубыточности финансового плана не только с учётом прямых переменных затрат, но и с учётом влияния условно-постоянных издержек, содержащих переменную компоненту.

Рассмотренные средства моделирования обеспечивают высокую семантическую производительность рассматриваемой подсистемы в части подготовки планов. В части контроля исполнения финансового плана семантическая производительность обеспечивается средствами мониторинга корректности выгружаемых из КИС фактических данных. В традиционных системах бюджетирования механизм проверки корректности данных, выгружаемых в бюджет, является традиционно слабым:

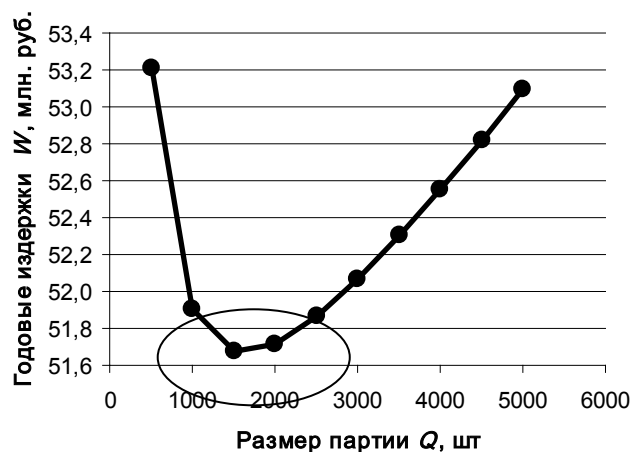
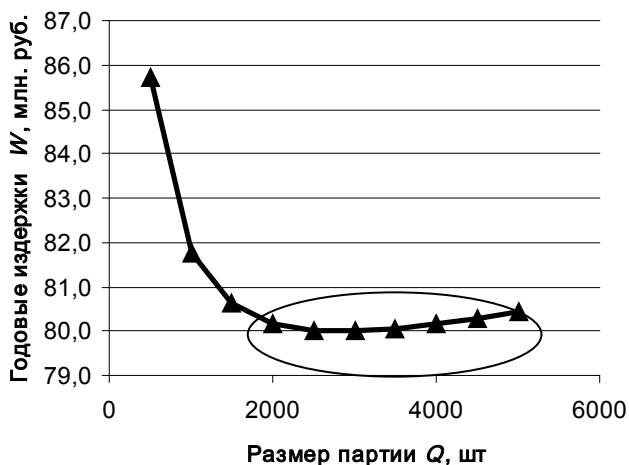
В главе 4 представлены модели и инструментальные средства управления запасами. Основным отличием моделей от подавляющего большинства существующих заключается в том, что они ориентированы на оценку финансовой эффективности запасов, а не решение задачи их минимизации при заданных требованиях экономической безопасности.

Годовые затраты фирмы по реализации продукции (товара) составят сумму периодических (годовых)  $C$  и инвестиционных  $I$  затрат с учётом нормы отдачи на капитал  $r$ :

$$W(Q) = C(Q) + rI(Q), \quad C(Q) = sp(Q), \quad I(Q) = p(Q)Q/2 \quad (26)$$

где  $C(Q)$  – годовая себестоимость продукции,  $s$  – годовой объём реализации в натуральных единицах,  $p(Q)$  – себестоимость единицы продукции, при партии в  $Q$  изделий,  $I(Q)$  – инвестиции в создание среднегодовых запасов в размере половины партии товара,  $r$  – норма цены капитала.

Решение двух типовых задач представлено на рис 10. Оно показывает, что можно говорить не о точке, а целой области оптимума, очерченной эллипсом, в пределах которой годовые издержки изменяются незначительно. Сравнение рис. 10а и 10б показывает, что эта область имеет совершенно различный характер: для рис. 10а оптимальным будет фактически любой размер партии в диапазоне 2000-5000 шт., а для рис. 10б этот диапазон заметно уже (1000-2500 шт.), и выход за его пределы значительно увеличивает издержки. Чем более массовым и дешёвым будет товар, тем больше область оптимального запаса будет соответствовать рис. 10а.



а) для товарной линейки А

**Рис. 10.** Расчёт годовых издержек для товарных линеек А и С. Для линейки В они имеют такой же вид, как и для линейки А.

Правая часть рассматриваемой кривой в значительной степени определяется ценой капитала. Её увеличение «потянет» правую часть вверх, что будет способствовать смещению точки оптимума влево и сужению области оптимума. Этот эффект будет тем сильнее, чем более пологой изначально является эта часть кривой. Левая часть кривой издержек «диктуется» эффектом экономии от масштаба. Она всегда будет довольно крутой, из-за чего чувствительность левого «фланга» области оптимума к изменению размера партии будет относительно низкой.

В течение XX века теория управления запасами сменила доктрину поддержания максимального уровня запасов на парадигму их минимизации. Фактически в качестве состоятельного аргумента в пользу создания запасов рассматривается только вопрос снижения риска ущерба из-за непоставки товара. В остальном же запасы рассматриваются как омертвление капитала. Однако из рис. 10а следует совершенно противоположное: слева от точки оптимума в области недостаточного запаса затраты гораздо выше, чем справа, т.е. недостаток запаса приводит к высоким издержкам, а избыток – нет. Причём кривая годовых приведённых затрат характеризует только экономическую эффективность без учёта риска непоставок. Получается, что выгода от получаемых скидок, снижения транспортных издержек или экономии на масштабе производства гораздо выше, чем затраты капитала на содержание запаса. Причём, из (26) следует, что чем выше годовой объём продаж, тем сильнее проявляется этот эффект. Требуется очень значительное увеличение цены капитала, чтобы кривая затрат справа от точки оптимума получила сопоставимую крутизну наклона. Например, для того, чтобы кривая на рис. 10а приобрела вид, подобный рис. 10б, цена капитала должна увеличиться с 20% до 50% годовых. Это выступает очень сильным аргументом против того, что запасы являются омертвлением капитала.

Таблица 4. Сравнение двух схем управления запасами

	Всего	I кв	II кв	III кв	IV кв	I(V) кв	Всего	I кв	II кв	III кв	IV кв	I(V) кв
<b>Отчёт о прибылях и убытках</b>												
Продажи	8500	1700	1700	1700	1700	1700	8500	1700	1700	1700	1700	1700
Себестоимость	4500	900	900	900	900	900	5000	1000	1000	1000	1000	1000
Постоянные затраты	1500	300	300	300	300	300	1500	300	300	300	300	300
Проценты по кредиту	505	180	128	68	8	123	129	50	40	27	13	0
Облагаемая прибыль	1995	320	373	433	493	378	1871	350	360	374	388	400
Налог на прибыль (24%)	479	77	89	104	118	91	449	84	86	90	93	96
Чистая прибыль	1516	243	283	329	374	287	1422	266	274	284	295	304
Рентабельность	17,8%	14,3%	16,7%	19,3%	22,0%	16,9%	16,7%	15,6%	16,1%	16,7%	17,3%	17,9%
<b>Отчёт о движении денежных средств</b>												
Вх.остаток		0	93	76	105	79		0	66	70	73	118
Поступление ДС		1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700
Оплата за товар	-3600						-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000
Оплата контрагентам		-300	-300	-300	-300	-300		-300	-300	-300	-300	-300
Платежи в бюджет		-77	-89	-104	-118	-91		-84	-86	-90	-93	-96
Поступления от кредита	3600				2300		1000					
Погашение кредита		-1050	-1200	-1200		-1150	0	-200	-270	-280	-250	
Выплата процентов		-180	-128	-68	-8	-123		-50	-40	-27	-13	0
Исх.остаток		93	76	105	79	116		66	70	73	118	422
<b>Баланс</b>												
На начало												
Итого Активы		2793	1876	1005	3679	2816		1066	1070	1073	1118	1422
Запасы	3600	2700	1800	900	3600	2700	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Денежные средства	0	93	76	105	79	116	0	66	70	73	118	422
Итого пассивы		2793	1876	1005	3679	2816		1066	1070	1073	1118	1422
Прибыль		243	526	855	1229	1516		266	540	823	1118	1422
Обязательства	3600	2550	1350	150	2450	1300	1000	800	530	250	0	0

а) поставки годовых запасов со скидкой

б) поквартальные поставки без скидки

Не менее любопытную закономерность можно увидеть, если сопоставить эффект от применения скидки с ценой капитала на поддержание запаса. Может показаться неожиданным, что, например, скидка в 10% на годовой объём поставок товара оправдывает использование кредита под 20% годовых сроком на год. Расчёты для условного годового объёма в 4000 руб. с поквартальной детализацией приведены в табл. 4:

- в варианте а) весь годовой объём закупается единовременно со скидкой 10% за 3600 руб. На эту сумму на год берётся кредит под 20% годовых. Это отражено в столбце перед I-м кварталом. Кредит погашается в IV-м квартале и берётся кредит на следующий год, но на сумму 2300 руб., исходя из реальной потребности в денежных средствах.

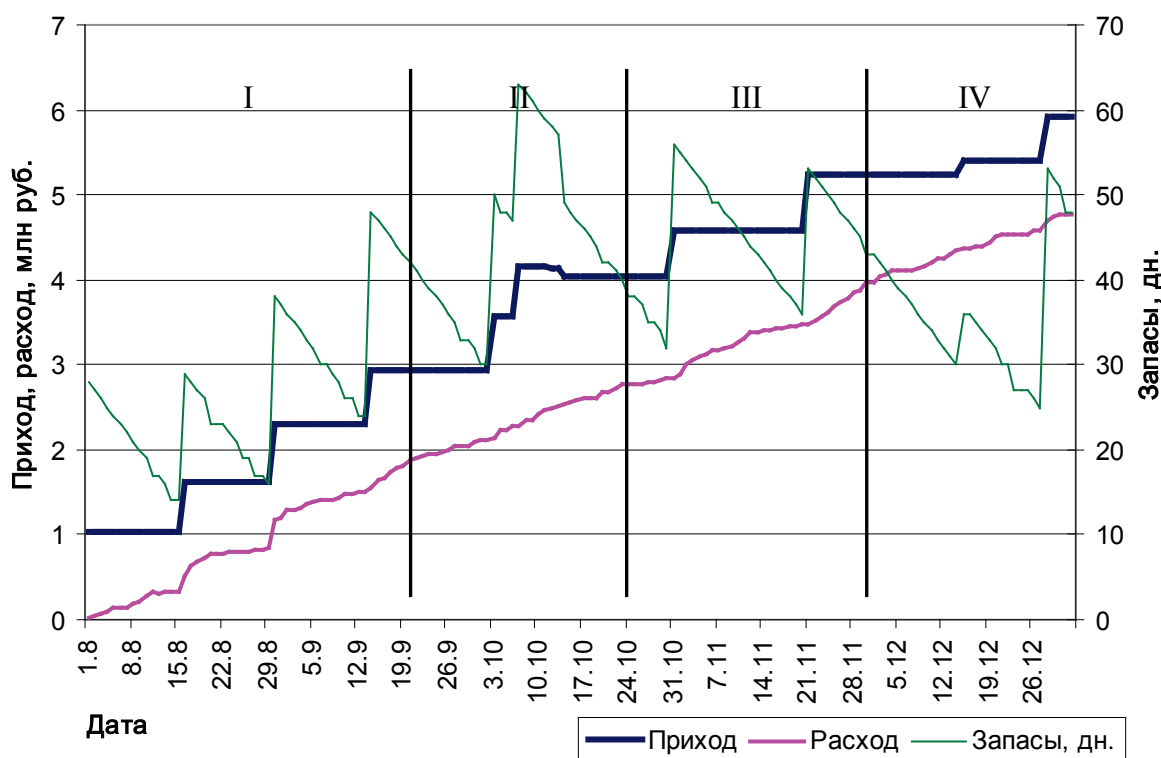
- в варианте б) в каждом квартале закупается партия на 1000 руб. без скидки (в год = 4000 руб.). В результате оборачиваемость запасов будет в 4 раза выше, чем в конкурирующем варианте. Запасы финансируются кредитом в 1000 руб. под 20% годовых, погашаемом в IV-м квартале.

По итогам пяти кварталов<sup>1</sup> рентабельность варианта а) будет выше. Видно, что высокая оборачиваемость запасов варианта б), столь навязываемая современной теорией, несколько его не спасает. Это и не удивительно, поскольку рост оборачиваемости увеличивает эффективность запасов по сложному проценту. Например, если годовая рентабельность запасов составляет 20%, то увеличение оборачиваемости в 4 раза обеспечит

<sup>1</sup> Пять кварталов взято потому, что по итогам 4-х кварталов вариант а) будет иметь заведомые преимущества, поскольку не будут отражены затраты по кредиту на следующий год.

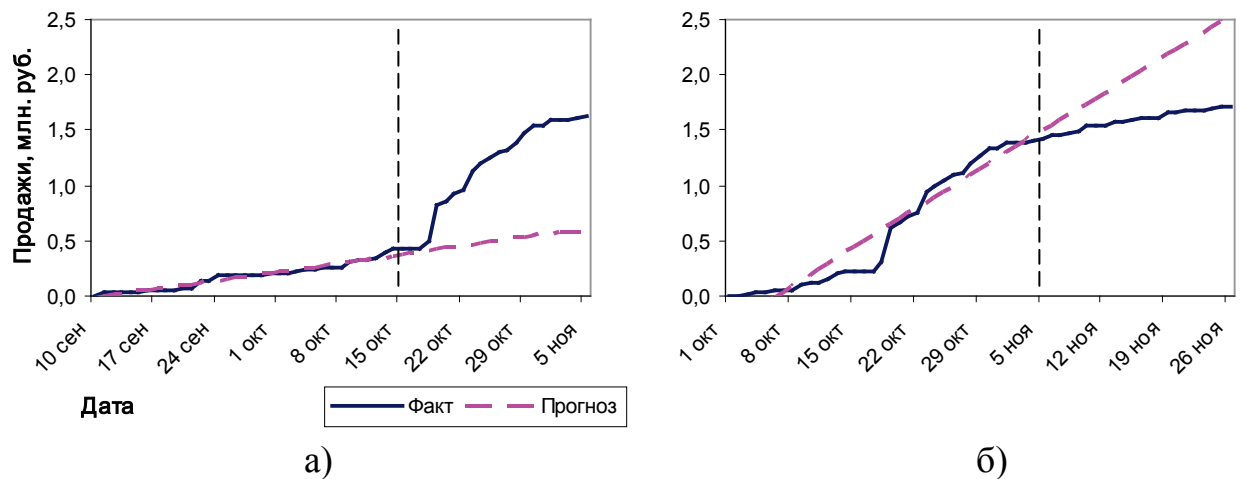
рентабельность  $(1 + 20\%/4)^4 - 1 = 21,6\%$ . Всё сказанное позволяет сделать вывод, что борьба за высокую оборачиваемость никак не может принести столь высокие выгоды, как это декларируется современной теорией управления запасами.

Недостаточная величина товарного запаса также пагубно сказывается на объёме продаж. На рис. 11 представлены графики прихода и расхода товара нарастающим итогом. В области I ярко проявляется товарный дефицит, поскольку видно, как приход новой партии резко активизирует продажи.



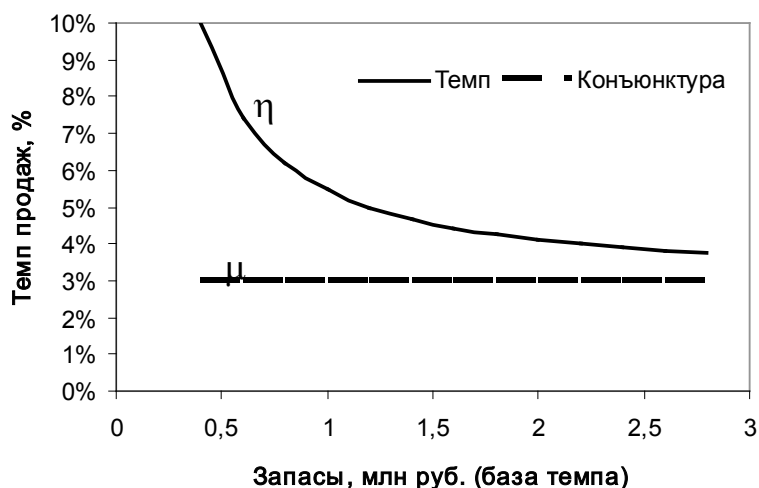
**Рис. 11.** Продажи (расход) и приход представлены нарастающим итогом. Площадь между этими графиками представляет собой величину запасов. Связь между истощением запасов и снижением продаж становится более наглядной.

Этот эффект положен в основу модели оперативного прогнозирования продаж и планирования поставок. Предполагается, что реализация продукции и, соответственно, исчерпание запасов происходит случайным образом, что характерно для среднего бизнеса, работающего в сфере розничной и мелкооптовой торговли. Решение задачи планирования поставок возможно только на основе прогноза продаж, поскольку заказы должны осуществляться заранее. Однако решение этой задачи статистическими методами, как правило, приводит к результатам, проиллюстрированным на рис 12.



**Рис. 12. Недостатки статистических методов прогнозирования.** Прогноз на 3 недели осуществляется по данным предыдущих 5-ти (база прогноза отделена вертикальной пунктирной чертой). Видно, к каким ошибкам приводит регрессионное пролонгирование текущей ситуации на прогнозный период. Данные на графиках отражены нарастающим итогом.

Причины всплеска продаж на приведённых иллюстрациях известны (приход товара), следовательно, они могут быть приняты в качестве моделирующих факторов. В каждый период реализуется (продаётся) определённый процент от запасов, который будет именоваться темпом продаж  $\eta$ . Величина темпа обратно пропорциональна объёму запасов  $L$ . Зависимость темпов от объёмов, однако, не должна носить линейный характер, поскольку в противном случае достаточно большим запасам формально будет соответствовать нулевое или даже отрицательное значение темпа. Следовательно, должно существовать его минимальное значение  $\mu > 0$ , к которому будет сверху стремиться  $\eta$  (рис. 13). Приведённое описание фактически определяет темп продаж как предельный спрос на товар («товарный голод») при неизменной цене, а его минимальное значение – как конъюнктуру, т. е. «истинный» спрос, не ограниченный наличием товара.



**Рис. 13. Иллюстрация гипотезы зависимости темпа продаж от объёма запасов**

Обозначенная гипотеза имеет очевидные границы применимости. Следуя ей, при неограниченно больших запасах будет сохраняться постоянный положительный темп продаж, асимптотически близкий к  $\mu$ , что должно приводить к нереалистичным последствиям в виде так же неограниченного объёма продаж. На первый взгляд, из этой ситуации можно было бы выйти, изначально положив в качестве функции запасов не относительную норму (долю), а абсолютное значение продаж. Тогда функция должна бы быть возрастающей, а в качестве асимптоты выступил бы некий предельный объём продаж насыщения, который бы и являлся естественным ограничителем сверху. Но в этом случае при неограниченных запасах модель просто «придёт» к заложенным в неё продажам насыщения, т. е. результат будет тривиальным и не более реалистичным. Отсюда следует вывод, что любая из предложенных гипотез зависимости продаж от объёма запасов не может быть использована для моделирования насыщения.

Сформулированные принципы формализуются в виде следующей модели:

$$s_t^{nap} = \gamma^{nap} M_t^{nap} \eta(M_t^{zan}); s_t^{zan} = \gamma^{zan} M_t^{zan} \eta(M_t^{zan}); \quad (27)$$

$$M_{t+1}^{nap} = M_t^{nap} - s_t^{nap} + \delta u_t; M_{t+1}^{zan} = M_t^{zan} - s_t^{zan} + (1 - \delta) u_t; \quad (28)$$

$$M_t = M_t^{nap} + M_t^{zan}; s_t = s_t^{nap} + s_t^{zan}; \quad (29)$$

$$M_0^{nap} = (1 - \delta) M_{ex}; M_0^{zan} = \delta M_{ex}, \quad (30)$$

$$\eta(M_t) = \beta M_t^\alpha + \mu, \quad (31)$$

где  $t=0, 1, 2, \dots$  – периоды времени,  $s$  – продажи (расход) товара,  $u$  – приход товара,  $M$  – объём запасов ( $M_{ex}$  – входящие остатки), который делится на  $M^{nap}$  запас, продаваемый сразу («с колёс») из новой партии (базу партии), и «складскую»  $M^{zan}$  базу запаса,  $\eta$  – темп продаж,  $\alpha, \beta, \mu$  – стационарные параметры модели, задающие темп продаж как степенную функцию вида, представленного на рис. 13, т. е.  $\alpha < 0$ ,  $\gamma^{nap}, \gamma^{zan}$  – масштабирующие коэффициенты темпа продаж партии и запаса,  $\delta$  – доля прихода, идущая в счёт пополнения базы партии. Модель определяет продажи как неявную функцию прихода  $s = s(u)$ , поскольку  $u$  является единственным экзогенным аргументом. Разделение запасов на  $M^{nap}$  и  $M^{zan}$  разрывает положительную обратную связь между запасами и темпом продаж при  $\gamma^{nap} > \gamma^{zan}$ .

На рис. 14 графически представлены результаты прогнозных расчётов по модели (27)-(31). Были использованы следующие значения параметров:  $\delta=0,7$ ;  $\alpha=-1,1403$ ;  $\beta=171\,082$ ;  $\mu=0,03$ ;  $\gamma^{nap}=1,68$ ;  $\gamma^{zan}=0,15$  при входящих остатках  $M_{ex}=1\,292$  тыс. руб. на 10 сентября и  $M_{ex}=1\,087$  тыс. руб. на 1 октября, а также приходах  $u_t=724$  тыс. руб. 18 октября и  $u_t=721$  тыс. руб.

22 октября. Фактические продажи те же, что и на рис. 12, однако в модели и они никак не используются и приведены на рисунке лишь для сравнения.

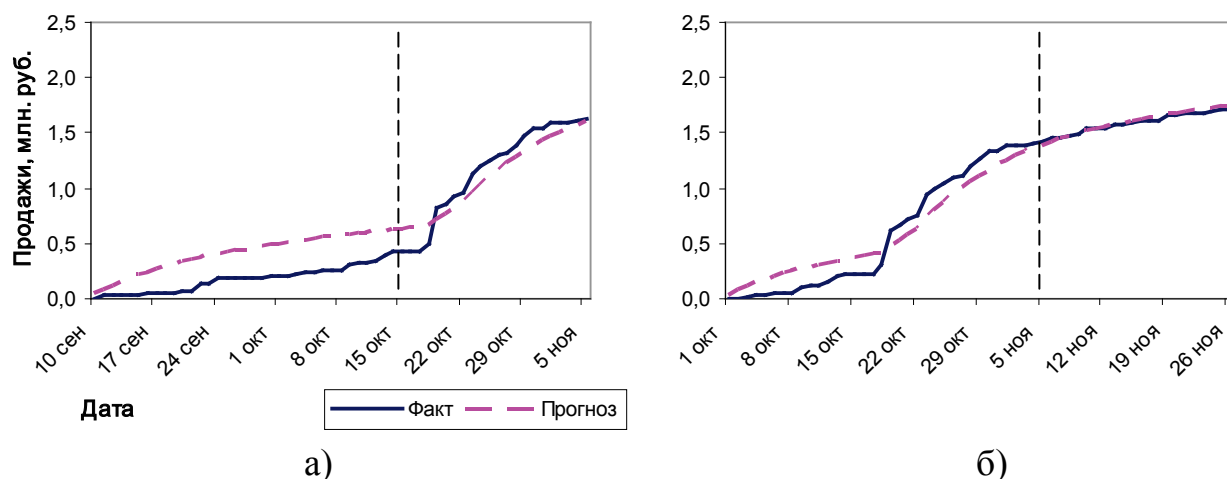


Рис. 14. Прогноз, полученный на основании модели (27)-(31). Исходные данные те же, что представлены на рис 12.

При настройке параметров модели основная нагрузка ложится на определение значений масштабирующих коэффициентов  $\gamma^{нар}$  и  $\gamma^{зан}$ . Именно они отражают индивидуальные свойства товара, в то время как все прочие параметры являются одинаковыми для очень широкого спектра товарных групп. Кроме того, для масштабирующих коэффициентов характерна сезонная нестационарность, проявляющаяся на длительных временных интервалах. Поскольку эти темпы как параметры модели характеризуют конъюнктурную интенсивность продаж, то проявление здесь сезонности выглядит вполне закономерным. Результат работы модели, настроенной на годичном интервале данных, представлен на рис. 15

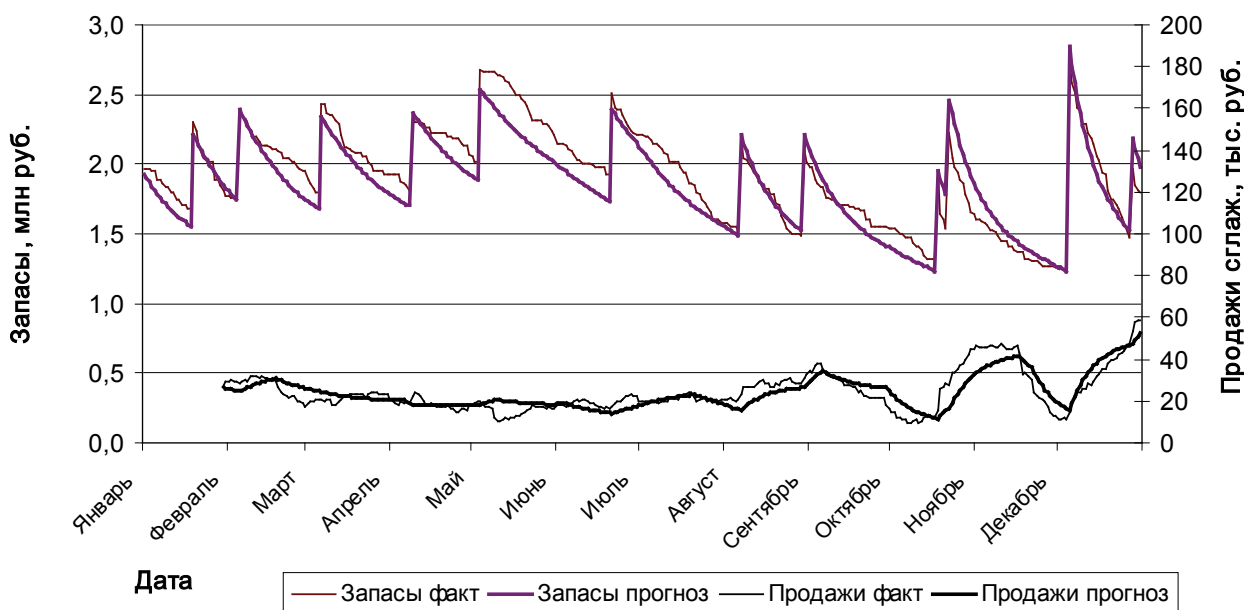


Рис. 15. Результаты модели прогнозирования продаж на годичном отрезке времени при нестационарных темпах. Вместо фактических и модельных  $s_t$  продаж приведена



кривая скользящего среднего с периодом 30 дн. (правая шкала). Запасы  $M_t$  отражены по левой шкале.

Из вышесказанного вытекают основные принципы подбора значений корректировки темпов  $\gamma_t^{nap}$  и  $\gamma_t^{zan}$  как нестационарных величин:

1. Настройка модели (27)-(31) производится на некотором длительном отрезке времени, например, годовом.

2. Графики фактических и прогнозных запасов (рис. 15) должны максимально тесно накладываться друг на друга на всём интервале дат. Для соблюдения этого принципа достаточно визуального контроля эксперта.

3. Суммарный фактический  $s_{\Sigma}^{факт}$  и прогнозный  $s_{\Sigma}^{эТ}$  объём продаж должны быть близки в пределах допуска  $\varepsilon$ , определяемого экспертом:

$$\left| \frac{s_{\Sigma}^{прог}}{s_{\Sigma}^{факт}} - 1 \right| < \varepsilon. \quad (32)$$

4. Корректировки темпов  $\gamma_t^{nap}$  и  $\gamma_t^{zan}$  не должны содержать аномально больших отклонений, значительно не согласующихся с сезонными колебаниями продаж. Для соблюдения этого принципа можно пойти на ослабление требований к 2.

Настроенная таким образом модель прогнозирования продаж становится базой модели планирования поставок, в которой теперь требуется исключить поставку товара  $u_t$  как экзогенный фактор и представить его как эндогенную переменную:

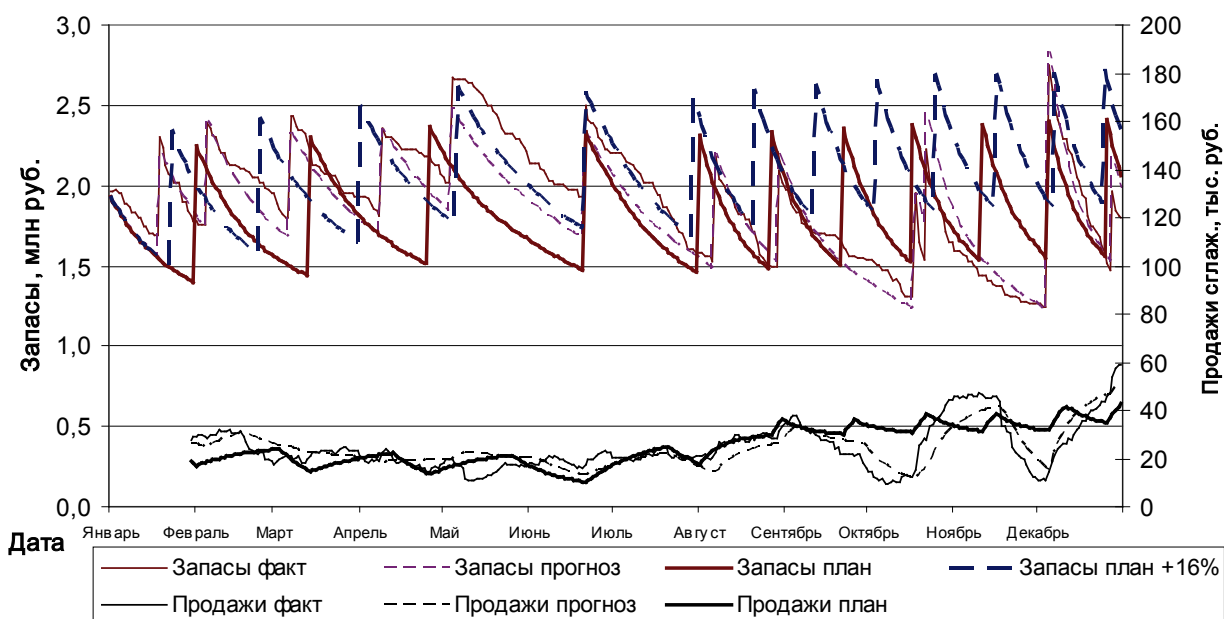
$$u_t = \begin{cases} 0, & \text{если } s_t \geq \hat{s}_t \\ \tilde{u}, & \text{если } s_t < \hat{s}_t \end{cases}, \quad (33)$$

$$\hat{s}_t = \lambda \frac{s_{\Sigma}^{эТ}}{n} \eta(M_t) (\gamma_t^{nap} \delta + \gamma_t^{zan} (1 - \delta)), \quad (34)$$

$$\left| \frac{s_{\Sigma}^{план}}{s_{\Sigma}^{эТ}} - 1 \right| < \varepsilon. \quad (35)$$

где  $n$  – длительность периода настройки модели планирования в днях,  $\tilde{u}$  – объём новой партии товара в стоимостном выражении в учётных ценах,  $s_{\Sigma}^{план}$  – это оборот за весь период настройки, получаемый моделью планирования,  $s_{\Sigma}^{эТ}$  – плановый (бюджетный) оборот, который требуется реализовать  $\lambda$  – масштабирующий параметр, требуемый для выполнения условия (34).

Результат представлен на рис. 16. Жирная сплошная линия соответствует плану, сформированному под фактический годовой объём продаж:  $s_{\Sigma}^{эТ} = s_{\Sigma}^{факт}$ ,  $\lambda = 0,45$ .



**Рис. 16. Модель планирования при управлении закупом по критическому объёму продаж (33)-(35).** Жирной сплошной линией показан план, сформированный под фактические продажи:  $s_{\Sigma}^{\text{эт}} = s_{\Sigma}^{\text{факт}}$ . Жирной штриховой – под увеличенные продажи:  $s_{\Sigma}^{\text{эт}} = 1,16 \cdot s_{\Sigma}^{\text{факт}}$ .

Представленная модель реализована как подсистема ИССБ. Она снабжена рабочей областью для специалиста, в которой он может контролировать настройку модели, её адекватность текущей конъюнктурной ситуации и планировать поставки товара (производственные заказы), не допуская падения продаж из-за его временного дефицита.

В приложениях более детально изложены технические аспекты реализации представленных инструментальных средств.

### Заключение

Представленное исследование моделей и инструментальных средств управления в среднем бизнесе опирается на теоретическое обоснование специфики среднего бизнеса с точки зрения решения задач управления и средств их поддержки. Количественные характеристики, будь то объём производства, добавленная стоимость, стоимость активов, капитала, количество сотрудников, не могут выразить качественные отличия среднего бизнеса от малого или крупного. Поэтому основным исследовательским мотивом работы стал поиск качественных отличий среднего бизнеса, их теоретическое обоснование и разработка моделей и инструментальных средств управления подсистемами, учитывающих эти отличия.

В качестве основного теоретического инструмента в работе представлена теоретико-информационная модель фирмы. Она базируется на законе необходимого разнообразия Эшби. В предложенной модели показано, что, применительно к растущей фирме, будет происходить экспоненциально нарастающая потеря управления, при сколь угодно высоком разнообразии управляющей подсистемы. Важным утверждением, следующим из модели,

является то, что потерю управления можно смягчить (замедлить), но нельзя преодолеть.

Смягчение потери управления обусловлено пропускной способностью канала обратной связи управляющей подсистемы, увеличение которой сопряжено с ростом информационных затрат, имеющих снижающуюся предельную эффективность. Использование аппарата теории информации позволило предложить в работе формализацию для выражения пропускной способности информационной системы как суперпозиции синтаксической, семантической и прагматической компонент, а на основании этого разработать и обосновать методику оценки эффективности информационной системы.

Полученные теоретические результаты позволяют определить информационно-управленческую специфику среднего бизнеса. Так, если малая фирма несёт очень низкие информационные затраты в «фоновом» режиме, то для средней они становятся не предметом экономии, а ресурсом повышения управляемости.

Исследование организационной структуры как среды передачи управленческой информации показало, что у вспомогательных процессов с низкой интенсивностью потока данных критически важной становится пропускная способность семантической и прагматической компонент. При этом конструктивной основой корпоративных информационных систем выступает технология реляционных баз данных, предназначенная для повышения синтаксической пропускной способности за счёт снижения семантической и прагматической. В то же самое время высокая семантическая и прагматическая производительность характерна для электронных таблиц.

Такое противоречивое сочетание технологических и конструктивных факторов крайне затрудняет эффективное использование очень ограниченных ресурсов информационных затрат в среднем бизнесе. Для решения этой проблемы разработана технология эмулирования баз данных в электронных таблицах (ТЭБД), позволяющая увеличить и их синтаксическую пропускную способность без ущерба для семантической и прагматической. Она представляет собой важнейший инструмент интеграции математических моделей управления отдельными подсистемами средней фирмы в её корпоративную информационную систему.

Модели и инструментальные средства финансового управления, представленные в работе, отражают специфику среднего бизнеса, выражающуюся в том, что главным объектом планирования и анализа выступает операционная деятельность фирмы.

Статическая модель финансового результата позволяет рассчитать параметры оптимальной финансовой структуры предприятия с заданными параметрами операционной деятельности. Она использует специальное представление производственной функции, позволяющая выражать объем продаж через характеристики интенсивности использования ресурсов предприятия.

Полученные оптимальные параметры используются динамической моделью для планирования и анализа финансового результата на среднесрочную и долгосрочную перспективу. Для этой модели разработаны методы расчёта оборотных средств по динамическим нормативным характеристикам.

Модель прогнозирования продаж позволяет строить прогнозные траектории, исходя из статистики прошлых лет, и оценивать величину сезонных колебаний. Для этой модели разработан метод регрессионной оценки перелома тренда на основании анализа остаточной компоненты.

Специфика среднего бизнеса в решении задач управления запасами выражается в том, что продажи, определяющие динамику исчерпания запаса, представляют собой поток случайных событий. При этом отсутствие товара или части товарного комплекта на момент подготовки сделки, как правило, приводит к отказу от её осуществления. Это приводит к возникновению эффекта, что величина товарного запаса и полнота его номенклатурного наполнения напрямую влияют на объём продаж.

Представленные в работе модели и инструментальные средства управления запасами учитывают описанную специфику среднего бизнеса. Экзогенной переменной модели прогнозирования продаж выступает объём поставок товара. После настройки модели на фактических данных прошлых периодов она может использоваться не только для прогнозирования продаж, но и планирования поставок, т.е. приход товара в ней становится уже эндогенной переменной.

Модели финансового планирования и управления запасами реализованы как инструментальные средства, интегрированные в корпоративную информационную систему предприятия. Они снабжены средствами семантического контроля данных и прагматического представления результатов и учитывают основные качественные особенности среднего бизнеса:

- средний бизнес не может и не должен нести высокие информационные затраты, но и не может на них экономить. Поэтому инструментальные средства управления реализованы в электронных таблицах.

- информационная система поддержки процессов управления в среднем бизнесе нуждается в высокой семантической и прагматической пропускной способности, а реляционные базы данных ориентированы на высокую синтаксическую пропускную способность. Это ещё одна причина использования электронных таблиц как платформы реализации инструментальных средств.

- в моделях и инструментальных средствах учтено, что финансовое управление средней фирме подчинено задачам операционной деятельности

- модели управления запасами ориентированы на то, что продажи средней фирмы представляют собой поток случайных событий, что обуславливает стохастический характер исчерпания запасов.

Теоретической основой моделей управления выступает модель фирмы, обосновывающая ключевую роль информационной системы как ядра системы управления в решении задачи роста и развития фирмы.

## Список публикаций

### Монографии

**Дзюба С.А.** Система управления предприятием в сфере среднего бизнеса и её информационное обеспечение. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2010. 176 с. (15 п.л.)

### Публикации в изданиях, рецензируемых ВАК

**Дзюба С.А.** Технология эмулирования баз данных в электронных таблицах на примере инвестиционного анализа. // Экономический анализ: теория и практика. 2007. №18. С. 43-53. (0,9 п.л.)

**Дзюба С.А.** ERP системы: мэйнстрим или тупик? // ЭКО. 2009. № 4. С. 134-146. (0,75 п.л.)

**Дзюба С.А.** От теории фирмы к теории информационных систем // ЭКО. 2009. № 10. С. 125-143. (0,85 п.л.)

**Дзюба С.А.** Модель прогнозирования продаж на основе анализа запасов. // Управленческий учёт. 2010. № 2. С. 49-57. (1,25 п.л.)

**Дзюба С.А.** Повышение производительности корпоративных информационных систем для среднего бизнеса. // Вестник ИрГТУ. 2010. № 2. С. 50-55. (0,75 п.л.)

**Дзюба С.А.** Технология прогнозирования временных рядов с сезонной составляющей. // Менеджмент в России и за рубежом. 2010. № 3. С. 18-27. (0,75 п.л.)

**Дзюба С.А.** Детальное планирование поставок товара на длительный период. // Управленческий учёт. 2010. № 6. С. 60-70. (0,75 п.л.)

**Дзюба С.А.** Эффективность системы управления: информационный подход. // Менеджмент в России и за рубежом. 2010. № 4. С. 3-10. (0,75 п.л.)

**Дзюба С.А.** Метод финансового планирования проектов. // Вестник ИрГТУ. 2010. № 6. С. 252-256. (0,6 п.л.)

**Дзюба С.А.** Производительность и издержки информационной системы: теоретический подход и практические выводы. // Менеджмент в России и за рубежом. 2011. № 2. С. 10-17. (0,75 п.л.)

**Дзюба С.А.** Издержки гибкого производства и оптимальный размер заказа // Экономический анализ: теория и практика. 2011. №11. С. 52-57. (0,75 п.л.)

**Дзюба С.А.** К теории транзакционных издержек // Журнал экономической теории. 2011. №1. С. 7-15. (1,4 п.л.)

**Дзюба С.А.** Управление запасами: верна ли формула Вильсона? // Менеджмент в России и за рубежом. 2011. № 4. С. 3-12. (0,75 п.л.)

## **Публикации в журналах и сборниках, электронные публикации**

**Дзюба С.А.** Постановка задачи оптимизации банковского баланса. // Равновесные модели экономики и энергетики: Труды Всероссийской конференции и секции Математической экономики XIII Байкальской международной школы-семинара «Методы оптимизации и их приложения», Иркутск, Байкал, 3 – 7 июля 2005 г.: ИСЭМ СО РАН. 2005. С. 170-174. (0,25 п.л.)

**Дзюба С.А.** Узкие места теории ERP систем. // Труды XI международной конференции «Информационные и математические технологии в научных исследованиях» Часть I. Иркутск: ИСЭМ СО РАН. 2006. С. 75-83. (0,5 п.л.)

**Дзюба С.А.** Теория фирмы: информационный аспект. // Труды XII Всероссийской конференции «Информационные и математические технологии в научных исследованиях» Часть II. Иркутск: ИСЭМ СО РАН. 2007. С. 218-226. (0,5 п.л.)

**Дзюба С.А.** Метод построения матрицы оценки позиции товара. // Маркетинг в России и за рубежом. 2007. №4. С. 3-11. (0,75 п.л.)

**Дзюба С.А.** Технология эмулирования баз данных в электронных таблицах на примере инвестиционного анализа. // Экономический анализ: теория и практика. 2007. №18. С. 43-53. (0,9 п.л.)

**Дзюба С.А.** Кибернетическая и информационная модель фирмы. // Равновесные модели экономики и энергетики: Труды Всероссийской конференции и секции Математической экономики XIV Байкальской международной школы-семинара «Методы оптимизации и их приложения», Иркутск, Байкал, 2 – 8 июля 2008 г.: ИСЭМ СО РАН. 2008. 635 стр., С. 471-480. (0,5 п.л.)

**Дзюба С.А.** Приложение теории информации к теории фирмы. // Теория и методы согласования решений. Новосибирск: Наука, 2009. С.117–129. (0,9 п.л.)

**Дзюба С.А.** Финансовый анализ: системный подход. Портал «Корпоративный менеджмент». Опубликовано 24.08.2010 <http://www.cfin.ru/finanalysis/systematic.shtml> (1 п.л.)

## **Публикация учебных материалов**

**Дзюба С.А.** Основы финансового анализа. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2005. 39 с. (Учебное пособие)

**Дзюба С.А.** Экономический анализ в электронных таблицах. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2007. 36 с. (Учебное пособие)