

На правах рукописи

Ермошин Дмитрий Владимирович

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ
ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ
ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ**

**08.00.13 "Математические и инструментальные
методы экономики"**

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук**

Волгоград – 2007

Работа выполнена в ГОУ ВПО «Саратовский государственный
социально-экономический университет»

Научный руководитель	доктор экономических наук, кандидат физико-математических наук, профессор Бочаров Евгений Петрович
Официальные оппоненты:	доктор технических наук, профессор Косенков Роальд Алексеевич кандидат экономических наук Жидков Павел Павлович
Ведущая организация	Саратовский государственный технический университет

Защита состоится 26 марта 2007 г. в 16 час. 00 мин. на заседании диссертационного совета КМ212.028.03 при Волгоградском государственном техническом университете по адресу: 400131, г. Волгоград, пр. Ленина, 28, ауд. 209.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Волгоградского государственного технического университета

Сведения о защите и автореферат размещены на сайте ВолгГТУ:
<http://www.vstu.ru>

Автореферат разослан «22» февраля 2007 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
д.э.н., доцент



Попкова Е. Г.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. В настоящее время российские промышленные предприятия реально конкурентоспособны, в основном, в отраслях, связанных с добычей и переработкой природных ресурсов, производством авиационно-космической техники. Для большинства российских промышленных предприятий других отраслей все еще характерны устаревшие производственные фонды и технологии, недостаточная квалификация кадров, невысокая эффективность управления.

Все сказанное непосредственно относится и к предприятиям по производству обоев, значение которых существенно возросло в связи с реализацией Национального проекта по обеспечению населения доступным жильем.

Производство обоев в России сосредоточено, в основном, на восьми предприятиях, испытывающих острую конкуренцию со стороны зарубежных производителей. Надо отметить, что пока они эту конкурентную борьбу проигрывают. Так, доля отечественных обоев на российском рынке с 2001 г. по 2006 г. упала с 76,7% до 52,63%. Объем производства за этот же период упал с 129 до 91,5 млн. условных рулонов. По нашему мнению важнейшая причина этого - недостаточно эффективное управление предприятиями как на стратегическом, так и на базовом, производственно-технологическом уровнях.

Специфика управления предприятием по производству обоев обусловлена наличием существенных факторов неопределенности, затрудняющих реализацию такой важнейшей функции управления, как планирование. Существенные факторы неопределенности - изменчивость предпочтений потребителей (по видам рисунков и типов покрытий), а также высокая вариабельность срока службы и периода изготовления печатных и теснильных форм, производство которых входит в качестве важнейшего вспомогательного на всех рассматриваемых предприятиях.

Для повышения эффективности управления предприятиями, работающими в условиях воздействия случайных факторов, необходимо применять соответствующие математические и инструментальные методы, важнейшими из которых являются методы имитационного моделирования (МИМ).

Степень разработанности проблемы. Опыт применения МИМ для решения задач экономики и управления имеет более чем сорокалетнюю историю. Однако только в самые последние годы в связи с появлением высокопроизводительных ПК и новейших объектно-ориентированных визуальных инструментальных средств появилась реальная возможность получать важные для практики результаты.

Математические методы моделирования в экономике широко применялись во многих странах (А. Андрейчиков, А. Гранберг, А. Гусев, Л. Канторович, Р. Косенков, М. Красс В. Крючков, В. Леонтьев, Н. Моисеев, Д. Неш Ю. Овсиенко, Р. Солоц, П. Самуэльсон, Д. Хикс и другие).

Метод имитационного моделирования (ИМ) развивался в работах В. Боева, А. Борщева, В. Девяткова, Ю. Карпова, В. Кельтона, Р. А. Лоу, Ю. Рыжикова, Б. Советова, В. Томашевского, Р. Шеннона, Т. Дж. Шрайбера.

Вопросам применения технологий ИМ для решения задач совершенствования управления промышленными, транспортными и торговыми предприятиями посвящены работы Б. Гнеденко, А. Емельянова, Ю. Ивашкина В. Иозайтиса, С. Конюха, С. Кокса, Ю. Львова, И. Поспелова, Ю. Толуева, Б. Шмидта и многих других.

Однако проблема разработки систем ИМ, базирующихся на применении новейших объектно-ориентированных визуальных инструментальных средств и предназначенных для повышения эффективности управления промышленными предприятиями требует своего дальнейшего развития.

Цель и задачи исследования. Целью диссертационного исследования является разработка концептуальных положений по развитию ИМ

управленческих процессов на промышленных предприятиях и разработка на их основе информационной системы для решения задач совершенствования управления предприятиями по производству обоев.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать состояние качества управления на предприятиях по производству обоев и выявить критически важные управленческие задачи, требующие применения МИМ;

- проанализировать развитые в последние годы объектно-ориентированные визуальные инструментальные средства имитационного моделирования и выявить среди них наиболее адекватные задачам управления промышленными предприятиями, в частности - предприятиями по производству обоев;

- разработать концепцию системы имитационного моделирования для решения задач совершенствования управления предприятиями по производству обоев в составе двух ключевых подсистем: подсистемы сбора и обработки статистических данных, необходимых для реализации алгоритмов имитационного моделирования, и подсистемы собственно имитационного моделирования;

- на примере решения критически важных управленческих задач (по данным ОАО «Саратовские обои») показать эффективность применения МИМ;

- разработать концепцию применения метода статистических испытаний (метод Монте-Карло) и соответствующее программное обеспечение (средствами новейших объектно-ориентированных визуальных инструментальных средств) для обеспечения достоверности результатов применения МИМ.

Объектом исследования являются системы имитационного моделирования, а также результаты их применения для поддержки процессов

управления на промышленных предприятиях (в частности, на предприятиях по производству обоев).

Предметом исследования являются процессы управления промышленными предприятиями, требующие использования методов имитационного моделирования.

Методы исследования. Для решения поставленных задач использовались методы теории вероятностей и математической статистики для подготовки исходных данных, необходимых для реализации алгоритмов ИМ, метод объектно-ориентированного программирования средствами новейшего инструментального средства ИМ – GPSS World фирмы Minuteman Software. Диссертационная работа выполнена в рамках п. 2.2 – Конструирование имитационных моделей как основы экспериментальных машинных комплексов и разработка моделей экспериментальной экономики для анализа деятельности сложных социально-экономических систем и определения эффективных направлений развития социально-экономической и финансовой сфер.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Концептуальные положения применения процессного управления на предприятиях по производству обоев, включающие необходимость использования имитационных моделей при решении задач планирования в условиях существенного влияния случайных факторов внутренней и внешней среды, в частности, критически важной задачи совместного планирования основного производства обоев и вспомогательного производства печатных форм.

2. Система имитационного моделирования для решения задач совершенствования управления предприятием по производству обоев, включающая подсистему сбора и обработки статистических данных, необходимых для реализации алгоритмов имитационного моделирования, и подсистему собственно имитационного моделирования, разработанную с

использованием современного объектно-ориентированного визуального инструментального средства GPSS World.

3. Результаты имитационного моделирования с использованием статистических данных ОАО «Саратовские обои», показавшие эффективность применения имитационного моделирования – в частности, для решения самых различных задач типа «что, если ...», например, планирование производства печатных форм при увеличении объема производства обоев;

4. Концепция применения метода статистических испытаний (метод Монте-Карло) и соответствующее программное обеспечение (разработанное средствами GPSS World) для достижения достоверности результатов применения системы имитационного моделирования.

Научную новизну содержат следующие результаты исследования:

– разработаны концептуальные положения применения процессного управления на предприятиях по производству обоев, включающие необходимость использования имитационных моделей, базирующихся на дискретно-событийном подходе, при решении критически важной задачи формирования производственной программы с учетом подготовки исходных данных для моделирования производственного процесса на основе информации, концентрируемой в базах данных корпоративных информационных систем;

– на основе инструментального средства для имитационного моделирования GPSS World и пакета программ STATISTICA разработана система имитационного моделирования для решения задач совершенствования управления предприятием по производству обоев, включающая подсистему сбора и обработки статистических данных, необходимых для реализации алгоритмов ИМ, и подсистему собственно имитационного моделирования;

– с использованием статистических данных крупнейшего российского предприятия по производству обоев – ОАО «Саратовские обои» – проведено

имитационное моделирование, позволившее спрогнозировать возникновение «узких мест» производства в случае увеличения объемов выпуска продукции и выработать рекомендации по их устранению;

– разработана концепция применения метода статистических испытаний (метод Монте-Карло) и соответствующее программное обеспечение (средствами GPSS World) для обеспечения достоверности результатов применения системы имитационного моделирования.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования. Теоретическая значимость результатов состоит в создании концепции поддержки управленческих решений на предприятиях по производству обоев на основе МИМ. Полученные результаты имеют значение также и для предприятий других отраслей промышленности в случае существенного значения факторов неопределенности внешней и внутренней среды.

Практическая значимость результатов исследования состоит в возможности применять разработанную систему имитационного моделирования для поддержки принятия управленческих решений на промышленных предприятиях (в частности, на предприятиях по производству обоев).

Апробация результатов исследования. Основные положения и результаты работы докладывались на 2-й Всероссийской научно-практической конференции «Имитационное моделирование. Теория и практика. ИММОД 2005» (Санкт-Петербург, 2005), на 1-й Всероссийской научно-практической конференции «Информационный менеджмент: наука, практика, обучение», секция «Управление предприятием» (Самара, 2004), на научных конференциях Саратовского государственного социально-экономического университета (2004 - 2006 гг.).

Разработанная система имитационного моделирования применяется в ОАО «Саратовские обои».

Содержащиеся в работе материалы используются в учебном процессе специальности «Прикладная информатика (в экономике)» при изучении дисциплины «Имитационное моделирование экономических процессов».

Публикации. По теме диссертации опубликовано 11 печатных работ объемом 4,9 п.л., в том числе, одна статья в журнале, рекомендованном ВАК РФ, одна монография (в соавторстве).

Структура и объем диссертации. Работа состоит из введения, трех глав, заключения и библиографического списка литературы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Первая глава диссертационного исследования посвящена рассмотрению проблем развития и эффективного управления предприятиями по производству обоев, а также обоснованию необходимости применять для поддержки управления этими предприятиями технологии имитационного моделирования.

Особенность рассматриваемого вида производства состоит в том, что качество продукции (симплексные, дуплексные бумажные обои, а также виниловые и акриловые обои) существенно зависит от качества используемых печатных форм. Поэтому предприятия имеют в своем составе два совершенно разнородных по технологии производства - основное производство обоев и вспомогательное производство печатных форм (рис. 1). Последнее включает, помимо стандартных средств обработки металлических деталей, резиновых и монокристаллических покрытий, также и такие высокотехнологичные, как компьютерная подготовка рисунков, прожиг рисунков с помощью программно-управляемых лазерных гравировальных установок (ЛГУ), включающих мощные газоразрядные и твердотельные лазеры.

Таким образом, типичное предприятие по производству обоев представляет собой достаточно сложный производственный комплекс, эффективно управлять которым, используя классический функциональный подход, затруднительно.

Преимущество процессного подхода к управлению цепочками создания добавленной стоимости перед функциональным подходом заключается в лучшей реализации системных свойств. Если функциональный подход концентрируется на оптимизации выполнения собственно операций, то процессный подход концентрируется на оптимизации взаимодействия операций с той точки зрения, как реализация операций одних центров затрат влияет на эффективность выполнения операций других центров затрат и, соответственно, на общую эффективность вида деятельности.

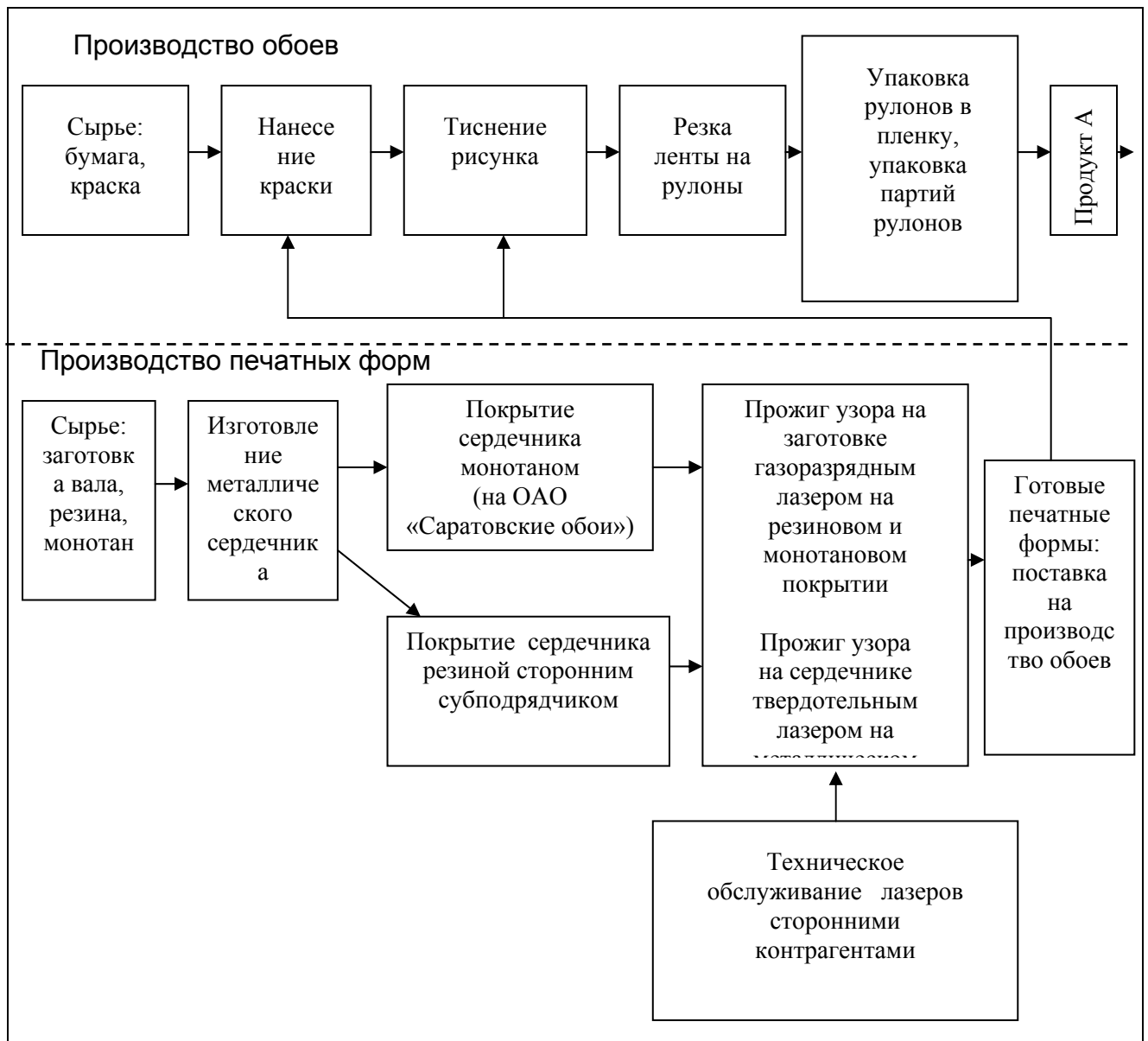


Рис. 1. Производственные процессы на ОАО «Саратовские обои»

В цепочке «снабжение сырьем – обойное производство – сбыт готовой продукции» в ОАО «Саратовские обои» (как и на большинстве других предприятий по производству обоев) функционирует четко отлаженная система процессного управления на основе корпоративной информационной системы (КИС) класса ERP «Галактика». Данная система позволяет не только формировать планы сбыта готовой продукции, закупки материалов и загрузки цехов, анализировать информацию по прошедшим периодам, но и отслеживать в режиме реального времени состояние имеющихся производственных заказов, предоставляя информацию для принятия

управленческих решений. Таким образом, важнейшие бизнес-процессы объединены в единое информационное пространство.

В целом, приведенная на рис. 1 схема соответствует известным бизнес-процессам с «кооперативными связями». Однако существует ряд особенностей производства печатных форм, затрудняющих использование стандартной процессной методики управления в производстве печатных форм:

- вследствие низкой износостойкости печатных форм большая часть объема производства приходится на замену. План же производства можно составить лишь на печатные формы, требуемые для ввода в эксплуатацию новых рисунков;

- «время жизни» печатной формы является случайной величиной с очень высокой вариабельностью;

- срок полного цикла изготовления печатной формы зачастую превышает горизонт планирования на производство обоев, что затрудняет определение типов печатных форм, которые будут находиться в эксплуатации, а, следовательно, с большей вероятностью могут потребовать замены;

- необходимость привлечения в производстве печатных форм трех контрагентов, находящихся в других городах, стохастичность времени наработки на отказ ЛГУ, приводят к высокой вариабельности времени изготовления печатной формы;

- большой ассортимент печатных форм - как по видам рисунков, так и по типам обоепечатных машин;

- неопределенность в необходимом количестве сырья на планируемый период времени, обусловленная стохастичностью коэффициента утилизации вышедших из строя печатных форм.

Описанные факторы затрудняют планирование производства печатных форм, что приводит к таким альтернативным отрицательным последствиям:

– простой на линии обоепечатного цеха из-за отсутствия необходимых печатных форм;

– возникновение избыточного запаса печатных форм, и, как следствие, – «замораживание» (а в ряде случаев – и потеря) оборотных средств.

В этом случае эффективными могут оказаться технологии имитационного моделирования.

Необходимость применения технологий имитационного моделирования для рассматриваемого круга задач обусловлена тем, что материальные, информационные, финансовые потоки бизнес-процессов имеют характеристики, изменяющиеся во времени по случайным законам. Следствием этого является существенная неравномерность использования материальных, информационных, людских и финансовых ресурсов. Применение имитационного моделирования позволяет формировать в динамике следующие показатели: время выполнения процессов и отдельных операций, стоимостные затраты на выполнение процессов, производительность (объемы выполненных работ) процессов, степень занятости отдельных ресурсов, стоимостные затраты использования отдельных ресурсов.

Во второй главе проведен сравнительный анализ новейших инструментальных средств для создания имитационных моделей.

МИМ являются во многих важных для практики задачах альтернативой классическим экономико-математическим методам. Идея МИМ состоит в том, что вместо аналитического описания взаимосвязей между входами, состояниями и выходами исследуемой системы строят алгоритм, отображающий последовательность развития процессов внутри исследуемого объекта, а затем «проигрывают» поведение объекта на ПК.

Рассматриваемому кругу задач соответствует *дискретно-событийный* подход. В этом случае имитационная модель описывает потоки *элементарных событий*, происходящих с *элементарными экономическими единицами*.

Под *дискретно-событийным моделированием* понимают подход, основанный на концепции заявок (пассивных объектов, транзактов, entities), ресурсов и потоковых диаграмм (flowcharts), определяющих потоки транзактов и использование ресурсов. Транзакты, например, – детали, требующие обработки на станках. Ресурсы – станки, на которых эти детали обрабатываются. Таким образом, дискретно-событийное моделирование – моделирование системы в дискретные моменты времени, когда происходят события, отражающие последовательность изменения состояний системы во времени.

Среди инструментальных средств ИМ выделяется программный продукт GPSS World, разработанный для ОС Windows (фирма Minuteman Software, 2000 г.). Он вобрал в себя весь арсенал новейших информационных технологий: развитые графические оболочки для создания моделей и интерпретации выходных результатов моделирования, мультимедийные средства, объектно-ориентированное программирование. Именно это инструментальное средство и было применено автором для решения поставленных в первой главе задач.

В третьей главе предложена концепция системы имитационного моделирования для решения задач совершенствования управления предприятиями по производству обоев. Система включает в себя:

- подсистему сбора и обработки статистических данных, необходимых для реализации алгоритмов имитационного моделирования;
- подсистему собственно имитационного моделирования.

Отмечается, что в последние годы на большинстве российских промышленных предприятий завершился процесс внедрения КИС для поддержки управления. Однако тот огромный объем информации, который концентрируется в базе данных (БД) КИС используется далеко не в полной мере. Как правило, процесс работы с КИС завершается выдачей отчетов – результатов выборок информации из БД по заданным запросам, анализируя которые менеджеры принимают решения. Однако в случае, когда важную

роль играют факторы неопределенности (как внутренней, так и внешней среды), а объем информации огромен, такой подход далеко не всегда может дать удовлетворительные результаты.

В последние годы наметились два направления использования информации БД КИС: интеллектуальный анализ данных (ИАД) для выявления скрытых закономерностей в массивах данных и имитационное моделирование.

Система имитационного моделирования разработана для решения критически важной для предприятий по производству обоев задачи планирования производства печатных форм.

Доля затрат на производство печатных форм в себестоимости рулона обоев составляет всего 10%. Однако дело в том, что прямые убытки в связи с отсутствием необходимой печатной формы составляют 300000 руб. за рабочую смену, годовые убытки доходят до 7% выручки от реализации, что составляет существенную долю прибыли предприятия. При наличии жесткой конкуренции на рынке обоев, задержка с отгрузкой заказчику товара может иметь значительно более серьезные финансовые последствия, связанные с тем, что клиент может приобрести аналогичный товар у другого производителя и полностью аннулировать свой заказ, часть из которого к этому моменту может быть уже изготовлена. Это грозит, в конечном итоге, потерей клиента.

Для реализации первой подсистемы ИМ на основе информации, накопленной в БД КИС ОАО «Саратовские обои» за квартал, определены характеристики случайных величин и событий:

- функции распределения плотностей вероятностей: интервалов времени поступления заявок на изготовление печатных форм; интервалов времени между приходами двух бывших в употреблении печатных форм; времени нанесения рисунка с помощью ЛГУ на заготовку; времени обработки на токарном станке сердечника из нового комплекта материалов,

времени, затрачиваемого на обрезающую у стороннего контрагента и ряд других;

- вероятности событий: изготовленная печатная форма имеет брак; пришедшая б/у печатная форма имеет неглубокое повреждение рисунка и может быть восстановлена без привлечения контрагентов; пришедшая б/у печатная форма имеет глубокое повреждение рисунка и может быть восстановлена только с привлечением контрагентов и ряд других.

Для нахождения функций распределения использовался критерий χ^2 (хи-квадрат) Пирсона согласия наблюдаемых данных с некоторой гипотезой.

Имея значения переменной y , мы проверяем гипотезу, согласно которой распределение y описывается вероятностным законом F .

Предположим, что произведено n независимых опытов, в каждом из которых случайная величина Y приняла определенное значение. На основе этих данных составляется статистический ряд распределения случайной величины Y :

y_1	y_2	...	y_i	...	y_k
p_1^*	p_2^*	...	p_i^*	...	p_k^*

где $p_i^* = n_i / n$ - частота события, состоящего в том, что Y принимает значение, равное $y_i : \{ Y = y_i \}$, n_i - число опытов, в которых появилось это событие, $i = 1, 2, \dots, k$.

Мы выдвигаем гипотезу H , состоящую в том, что случайная величина Y имеет ряд распределения:

y_1	y_2	...	y_i	...	y_k
p_1	p_2	...	p_i	...	p_k

где p_1, \dots, p_k - значения вероятностей, вычисленные согласно некоторому теоретическому закону. Отклонения экспериментальных частот p_i^* от теоретических p_i мы объясняем случайными причинами.

В качестве меры расхождения R между гипотетическим и статистическим распределениями используется критерий χ^2 :

$$\chi^2 = n \sum_{i=1}^k (p_i^* - p_i)^2 / p_i \quad (1)$$

Для нахождения искомого теоретического распределения использовалась процедура **Distribution Fitting** («Подгонка распределений») пакета программ STATISTICA (осуществление интерфейса между КИС «Галактика» и пакетом STATISTICA элементарно, и подробно на этом вопросе не останавливаемся).

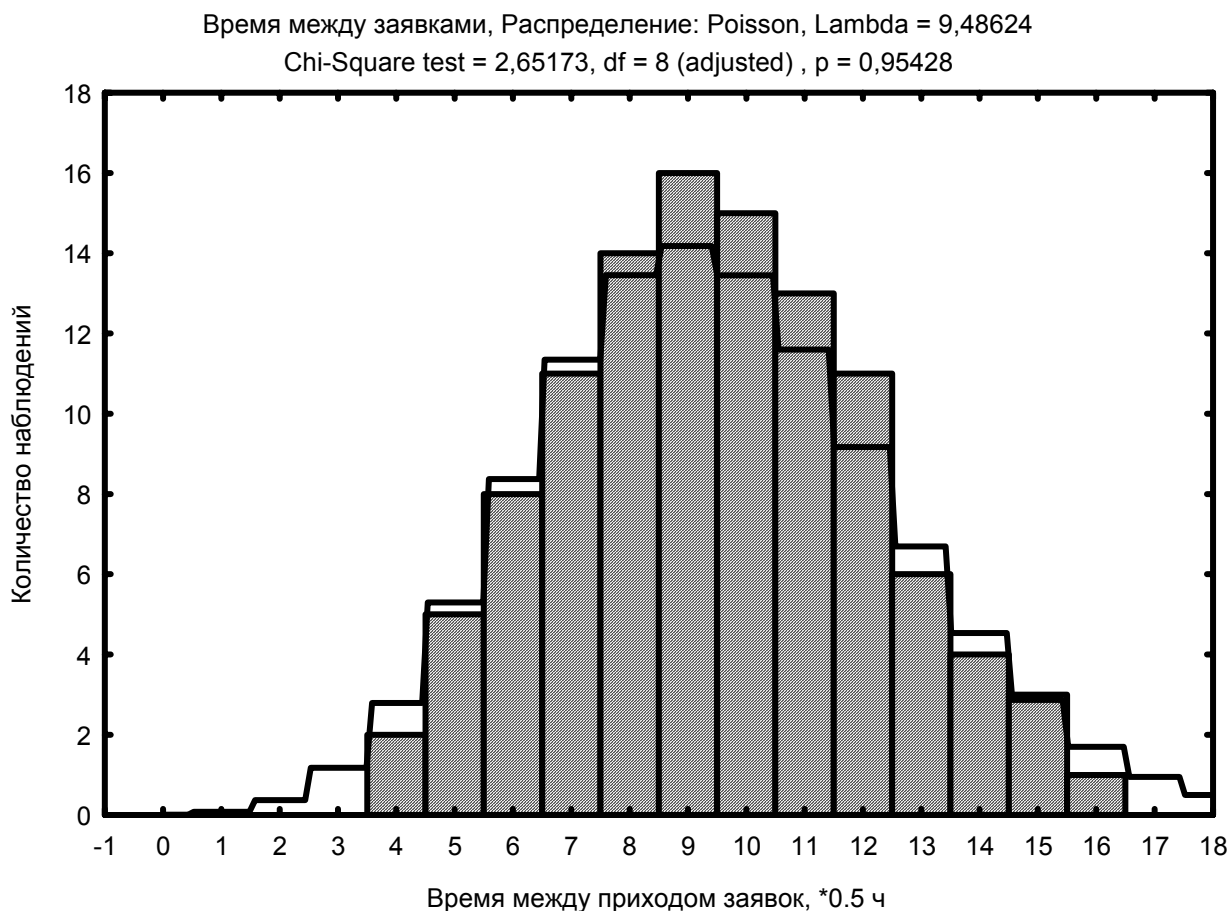


Рис. 2. Распределение времени между приходом заявок на изготовление печатных форм (сплошная линия - теоретическое распределение Пуассона)

В качестве примера применения описанной методики на рис. 2 приведены результаты «подгонки» плотности вероятности распределения времени между приходом заявок на изготовление валов (время измеряется в модельных единицах, одна единица равна 0,5 час). В этом случае подходит распределение Пуассона. Параметр **Lambda** (среднее время между приходом заявок) равно 9,48624 ед. модельного времени, т.е. 4,743 час, значение критерия χ^2 (**Chi-Square test**), равно 2,65173. Далее приведена вероятность ошибиться при отклонении гипотезы о справедливости распределения Пуассона **p = 0,95428**.

Далеко не во всех случаях одно из теоретических распределений столь достоверно описывает исследуемые случайные величины. Однако GPSS World позволяет применять и эмпирические дискретные распределения случайных величин.

Всего обработаны статистические данные по 25 случайным величинам и видам событий, используемым в разработанной автором программе ИМ (полный текст оригинальной программы ИМ на языке GPSS World и ее подробное описание приводится в разделе 3.3 диссертации).

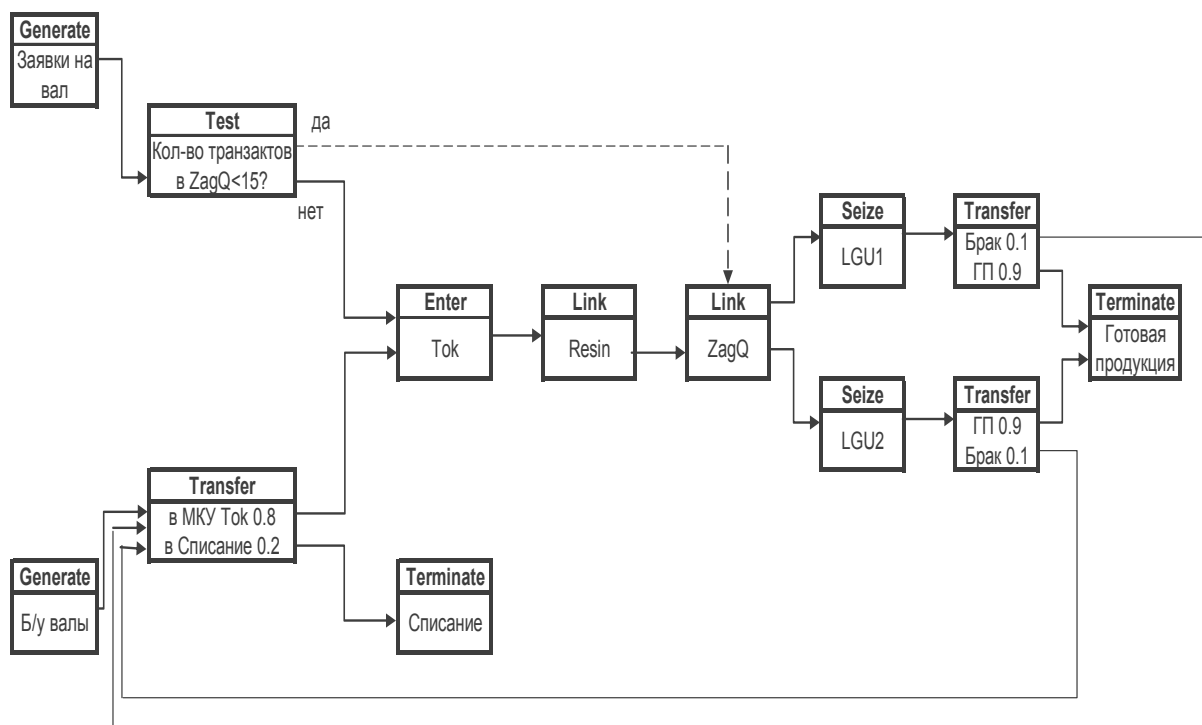


Рис.3. Блок-схема имитационной модели цеха по производству печатных форм (валов), построенная визуальными средствами GPSS World

Для применения инструментального средства GPSS World во второй подсистеме ИМ необходимо сформулировать алгоритм ИМ в соответствующих терминах, т.е. определить виды используемых транзактов, ресурсов - одноканальных (ОКУ) и многоканальных устройств (МКУ), списков и т.п. Например, такие процессы, как появление заявок на изготовление печатных форм, поступление б/у печатных форм из обойного производства и т.п. отображаются транзактами. Кроме того, в программе применяются «фиктивные транзакты», которые инициируют появление некоторых случайных событий (рис. 3).

Оригинальная система ИМ позволяет решать самые разнообразные задачи типа «что, если ...», например, планирование производства печатных форм при увеличении объема производства обоев.

Расчеты с использованием фактических данных за 2006 г. показали, что производство печатных форм справляется с потоком заявок, что и имеет место в реальности. Однако, предположим, что объем производства обоев

необходимо увеличить вдвое. Проведенное за период 4400 ед. модельного времени ИМ показало, что в этом случае 40% заявок на изготовление печатных форм не удовлетворяется.

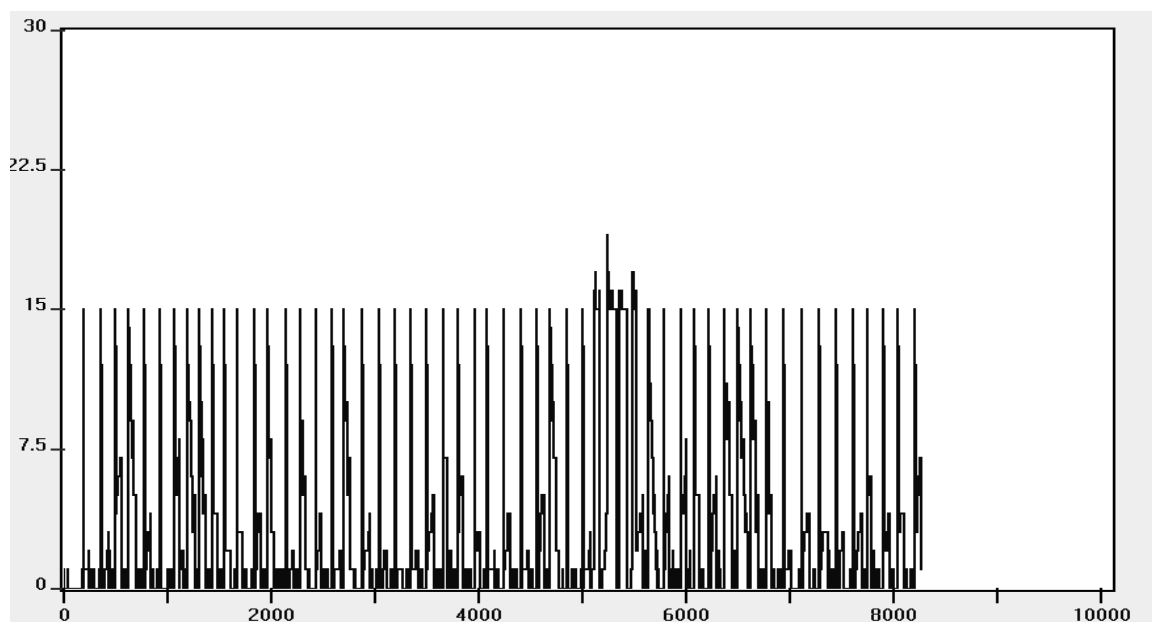


Рис. 4. Зависимость количества заготовок на складе заготовок от модельного времени - очередь к ЛГУ

Как видно из рис. 4, очередь к ЛГУ не растет. Это значит, что имеющиеся фактические ресурсы ЛГУ справятся в случае роста производства.

Где же возникает «узкое место» в производственной цепочке? Как видно из рис. 5, с возросшим потоком заявок не справляется процедура обрезинки валов у иногороднего контрагента. Таким образом, чтобы расширить объем производства, необходимо «расшить» это узкое место.

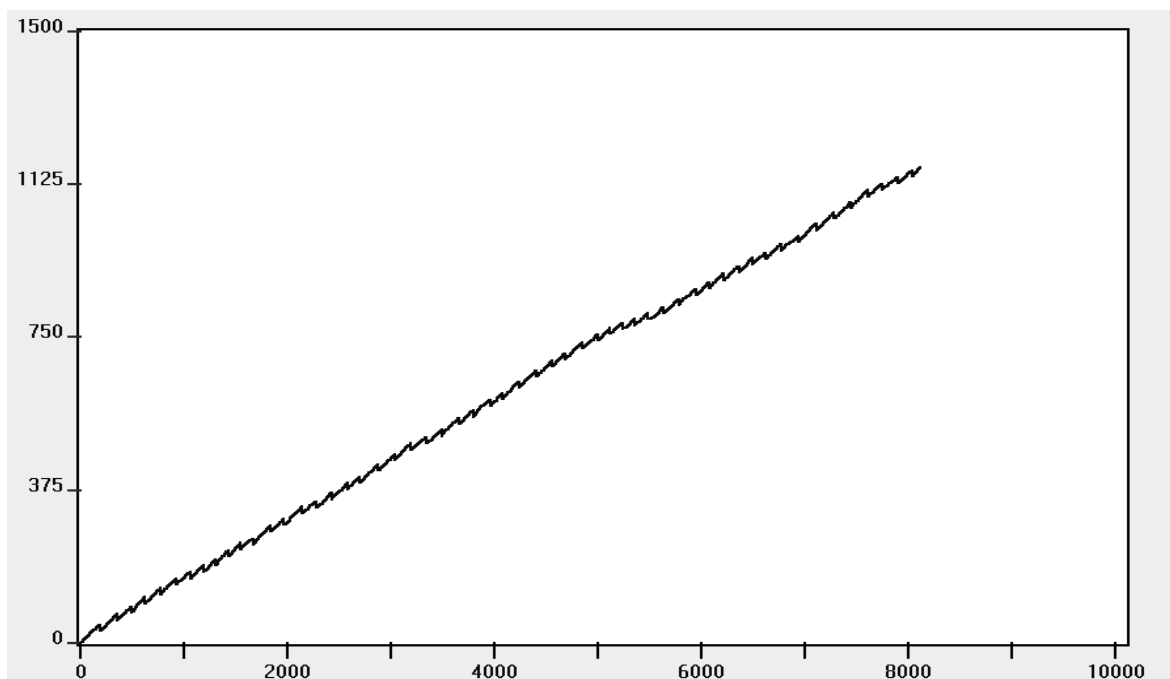


Рис. 5. Зависимость количества сердечников на буферном складе, которые ждут обрезинки у стороннего контрагента, от модельного времени.

Могут быть приняты различные решения. Например, можно увеличить грузоподъемность автомашин, перевозящих сердечники стороннему контрагенту. Нельзя исключить и такой вариант, как создание собственного участка обрезинки сердечников.

Приведенные выше результаты получены при однократном «прогоне» программы ИМ. Поскольку случайные факторы существенны, для получения достоверных результатов необходим многократный расчет при различных автоматически генерируемых последовательностях случайных чисел (метод статистических испытаний - метод Монте-Карло).

Разработана концепция применения метода статистических испытаний (метод Монте-Карло) средствами GPSS World, включающая создание специального командного файла, обеспечивающего цикл расчетов (с инициацией генераторов случайных чисел) с записью результатов в текстовый файл с последующей обработкой результатов пакетами статистического анализа (STATISTICA, либо модуль «Описательная статистика» табличного процессора EXCEL).

Исследовались доверительные интервалы (по t -критерию) для средних значений важнейших выходных показателей.

В частности, нас интересовала степень отличия числа полученных заявок на изготовление печатных форм Z от числа F фактически изготовленных и переданных в обойное производство: $K = Z - F$, характеризуемая параметром $\Pi = \frac{Z - F}{Z} 100\%$.

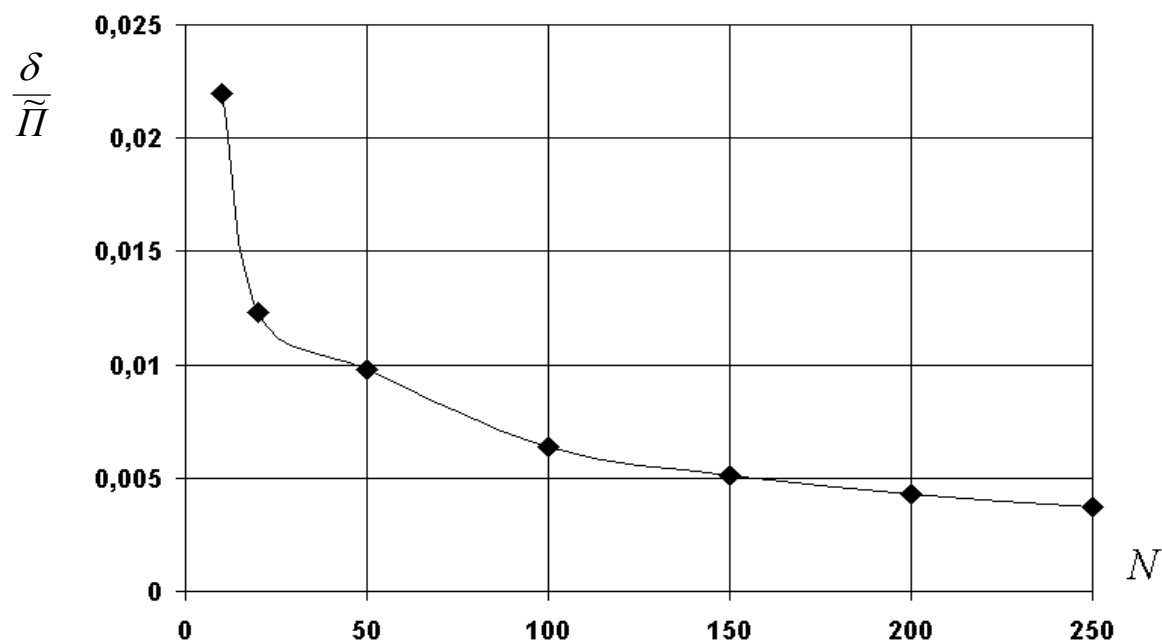


Рис. 6. Зависимость отношения доверительного интервала к выборочному среднему от числа испытаний

На рис. 6 приведена зависимость отношения доверительного интервала δ (на уровне значимости 0,95) к выборочному среднему $\tilde{\Pi}$ случайной величины Π от числа испытаний N . Достаточным можно считать число испытаний $N \approx 20 - 50$. Однако некоторые другие показатели могут иметь значительно большую (на 1 - 3 порядка) вариабельность, поэтому в этих случаях $N \approx 100 - 300$.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ ПО ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЕ

1. Разработаны концептуальные положения применения процессного управления на предприятиях по производству обоев, включающие необходимость использования имитационных моделей при решении задач планирования в условиях существенного влияния случайных факторов внутренней и внешней среды, в частности, критически важной задачи совместного планирования основного производства обоев и вспомогательного производства печатных форм.

2. Разработана и апробирована на крупнейшем предприятии по производству обоев система имитационного моделирования для решения задач совершенствования управления предприятием по производству обоев, включающая подсистему сбора и обработки статистических данных, необходимых для реализации алгоритмов имитационного моделирования, и подсистему собственно имитационного моделирования, разработанную с использованием современного объектно-ориентированного визуального инструментального средства GPSS World;

3. Разработана концепция применения метода статистических испытаний (метод Монте-Карло) и соответствующее программное обеспечение (средствами GPSS World) для обеспечения достоверности результатов применения системы имитационного моделирования.

4. Полученные результаты позволяют рекомендовать МИМ для поддержки эффективного управления производственными комплексами других отраслей, включающими разнородные по технологиям взаимно связанные производства, в случаях воздействия существенных факторов неопределенности.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

В изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. *Ермошин Д.В.* Совершенствование управления предприятиями обоевой отрасли с использованием технологии имитационного моделирования. Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2006, вып. 14(3), Саратов, 2006 - 0,45 п.л.

Иные монографии, научные статьи, тезисы докладов:

2. *Ермошин Д.В., Неклюдов В.А., Бочаров Е.П.* Процессное управление предприятием среднего бизнеса. Монография. Саратов, Саратовский государственный социально-экономический университет, 2005 - 7,7 п.л., авторских - 2,5 п.л.

3. *Бочаров Е.П., Ермошин Д.В.* Проблемы перехода к процессному управлению на промышленном предприятии. Социально-экономическое развитие России. Проблемы, поиски, решения. Сборник научных трудов по итогам НИР СГСЭУ в 2004 году, с. 78-80. Издательский Центр СГСЭУ, Саратов, 2004 - 0,25 п.л.

4. *Ермошин Д.В.* Особенности внедрения интегрированных корпоративных информационных систем на обойном производстве ОАО «Саратовские обои». Проблемы социально-экономического развития России. Сборник научных трудов по итогам студенческих научных конференций в 2004 г. Секция «Информационные системы и технологии». Издательский Центр СГСЭУ, Саратов, 2004 - 0,2 п.л.

5. *Ермошин Д.В., Бочаров Е.П.* Управление производством на ОАО «Саратовские обои». Сборник трудов 1-й Всероссийской научно-практической конференции «Информационный менеджмент: наука, практика, обучение». Секция «Управление предприятием». ООО «Офорт», Самара, 2004, стр. 62-64 - 0,25 п.л.

6. *Ермошин Д.В., Бочаров Е.П.* Опыт имитационного моделирования работы цеха по изготовлению печатных форм для обойного производства предприятия. Вторая Всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности «Имитационное моделирование. Теория и практика. ИММОД 2005». Сборник докладов. Том 2. Секция 3. Практическое применение имитационного и комплексного моделирования и средств автоматизации моделирования. ФГУП ЦНИИТС, Санкт-Петербург, 2005. стр. 101-102, - 0,2 п.л.

7. *Ермошин Д.В.* Опыт внедрения системы управления производством на ОАО «Саратовские обои». Управление в социальных и экономических системах: сборник материалов III Международной научно-практической конференции. – Пенза: РИО ПГСХА, 2005, с.15-16 - 0,2 п.л.

8. *Ермошин Д.В., Ермошина О.С.* Применение методов имитационного моделирования для управления производством. Информационно-

вычислительные технологии и их приложения. – Пенза: РИО ПГСХА, 2005, с. 85-87 - 0,2 п.л.

9. *Бочаров Е.П., Ермошин Д.В.*, Роль информационных технологий в управлении предприятием. Имитационное моделирование. В сборнике «Проблемы и перспективы совершенствования управления национальным экономическим потенциалом. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию образования Саратовского государственного социально-экономического университета (2 - 3 февраля 2006)», Саратов: СГСЭУ, 2006, с. 147-148 - 0,2 п.л.

10. *Ермошин Д.В.* Имитационное моделирование как метод анализа сложных систем. Социально-экономическое развитие России. Проблемы, поиски, решения. Сборник научных трудов по итогам научно-исследовательской работы Саратовского государственного социально-экономического университета. Саратов, 2005, 0,3 п.л.

11. *Ермошин Д.В.* Оптимизация процессов управления производством путем применения методов имитационного моделирования. Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности. Научный альманах. Посвящается 75-летию СГСЭУ. Саратов: Саратовский государственный социально-экономический университет, 2006. - 0,35 п.л.

Подписано в печать 16 февраля 2007 г. Формат 60×84 1/16.

Бумага типогр. №1.

Печать офсетная. Гарнитура «Times». Усл. печ. л. 1,16.

Тираж 100 экз. Заказ 39 .

Издательский центр Саратовского государственного социально-экономического университета

410003, г. Саратов, ул. Радищева, 89.