

На правах рукописи

**Алексенцева Ольга Николаевна**

**РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ И  
ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОЦЕНКИ  
РИСКОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ  
ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ  
ТЕХНОЛОГИЙ ИМИТАЦИОННОГО  
МОДЕЛИРОВАНИЯ**

**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 Рогачев Алексей Фруминович кандидат экономических наук Жидков Павел Павлович
Ведущая организация	Саратовский государственный технический университет

Защита состоится 2 ноября 2007 г. в 11 час. 30 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 « 1 » октября 2007 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Попкова Е. Г.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** В семидесятилетний период истории нашей страны, когда действовали командно-административные методы управления экономикой, промышленные предприятия редко сталкивались с явлениями неопределенности и риска. Снабжение, сбыт продукции по фиксированным, на долгие годы определенным ценам, обновление основных фондов - все эти вопросы решались отраслевыми министерствами. Поэтому до начала 90-х годов прошлого века риски промышленных предприятий в нашей стране не исследовались.

В результате проведения в отечественной экономике рыночных реформ сформировались новые условия функционирования промышленных предприятий, которые характеризуются высоким уровнем неопределенности, когда число и разнообразие видов рисков (производственно-технических, рыночных, кредитных и многих других), снижающих возможности устойчивой работы предприятий, возрастают.

По мнению ведущих специалистов, со вступлением России в ВТО и приходом новых игроков на российский рынок следует ожидать роста многих видов рисков, в первую очередь, рыночных.

В связи с этим перед экономической наукой остро встает проблема эффективного управления рисками, решить которую невозможно без их достаточно точной оценки.

Строгие и объективные оценки рисков трудно получить без применения соответствующих математических и инструментальных методов. В этом отношении наиболее перспективными по мнению многих исследователей являются методы и технологии имитационного моделирования (МИМ, ТИМ).

**Степень разработанности проблемы.** Проблемам неопределенности и рисков в экономике посвящены работы многих зарубежных и отечественных ученых (А. Фридмен, Ф. Найт, Г. Марковиц, Т. Стюарт, П. Самуэльсон,

Т.Бачкаи, К. Эрроу, Г.Б. Клейнер, В.М. Гарнатуров, В.Н. Вяткин, В.Т. Севрук и другие).

Эти работы сконцентрированы, в основном, на фундаментальных вопросах теории рисков и на управлении рисками в финансовом секторе.

Математические методы для оценки рисков развивались в работах Дж. Неймана, О. Morgenштерна, А.М. Дуброва, Б.А. Лагоши, А.В. Андрейчикова, К.Ю. Бобонца, Б.К. Ильенкова.

В этих работах применяется, главным образом, аналитический аппарат теории игр. Внимание авторов чаще всего сконцентрировано на тех аспектах рисков, которые возникают на стадии принятия решения об инвестировании в некоторый проект.

Не умаляя важности развития аналитических методов, все же отметим, что с их помощью трудно получить ценные для практики результаты в тех случаях, когда рассматривается такая сложная система, как, например, промышленное предприятие.

Появление высокопроизводительных ПК и инструментальных средств имитационного моделирования изменило направление вектора исследований в области оценки экономических рисков. Эффективность применения имитационных моделей для оценки рисков экономических объектов наглядно показана в работах А.А. Емельянова, В.В. Девяткова, Е.А. Власовой, И.Я. Лукаевича, В.В. Фидарова.

Однако проблема разработки моделей и программных средств для оценки рисков промышленных предприятий, основанных на применении новейших объектно-ориентированных визуальных инструментальных средств имитационного моделирования, требует своего дальнейшего развития.

**Цель и задачи исследования.** Целью диссертационного исследования является разработка моделей и соответствующих программных средств для оценки рисков промышленных предприятий и их апробация на примере предприятия по производству листового стекла.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать важнейшие риски промышленных предприятий; выявить количественный показатель  $R$ , интегрирующий информацию об этих рисках, а также опасные события на промышленных предприятиях, приводящие к достижению показателем  $R$  некоторого критического значения  $R_0$ ;

- проанализировать развитые в последние годы объектно-ориентированные визуальные инструментальные средства имитационного моделирования и выявить среди них наиболее адекватные задачам математической оценки рисков, определяемых как вероятность достижения показателем  $R$  критического значения  $R_0$ ;

- разработать имитационную модель типичного предприятия по производству листового стекла, учитывающую производственные риски, связанные с аварийными ситуациями, а также рыночные риски, связанные с высокой волатильностью цен реализации выпускаемой продукции на соответствующем сегменте рынка;

- разработать методику применения алгоритма статистических испытаний (метод Монте-Карло) для обеспечения достоверности результатов применения имитационного моделирования для оценки рисков;

- разработать средствами современного инструментального средства имитационного моделирования программы для ПК, реализующие развитые методики, апробировать их на примере задачи оценки рисков типичного предприятия по производству листового стекла.

**Объектом исследования являются** имитационные модели и соответствующие программные средства.

**Предметом исследования являются** процессы управления промышленными предприятиями, требующие оценки рисков методами 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. Положение о наибольшей важности в современных условиях производственных и рыночных рисков промышленных предприятий, причем, в качестве количественного показателя  $R$ , интегрирующего эти виды рисков, предлагается принять производственную рентабельность.

2. В качестве математической оценки рисков промышленных предприятий целесообразно принять вероятность события « $R < R_0$ » ( $R_0$  - опасно низкий уровень рентабельности, соответствующий, например, границе «зоны убыточности» производственной деятельности предприятия).

3. Имитационная модель предприятия по производству плоского строительного светотеплозащитного стекла, построенная с помощью современного инструментального средства GPSS World, и позволяющая проводить расчет случайной величины рентабельности  $R$ .

4. Имитация случайного процесса возникновения аварийных ситуаций на промышленном предприятии, приводящих к производственным рискам, с помощью объектов GPSS World: генератор «транзактов-аварий» и фиктивное устройство, имитирующее процесс устранения аварий.

5. Методика применения алгоритма статистических испытаний (метод Монте-Карло) для получения достоверной оценки риска по выборке случайных значений рентабельности  $R$ .

**Научную новизну содержат следующие результаты исследования:**

- доказано, что в современных условиях необходима разработка количественных показателей, интегрирующих важнейшие риски промышленных предприятий: в качестве такого показателя можно принять производственную рентабельность; в качестве математической оценки рисков - вероятность достижения опасно низких уровней рентабельности;

- разработаны на основе инструментального средства для имитационного моделирования GPSS World программные средства, позволяющие промышленным предприятиям, используя статистические данные об аварийных ситуациях и рыночных ценах на выпускаемую продукцию, оценивать степень риска принимаемых решений в стоимостном выражении;

- разработана с использованием специальных объектов GPSS World - генератора «транзактов-аварий» и фиктивного устройства, имитирующего процесс устранения аварий, имитационная модель случайного процесса возникновения аварий и различного рода нештатных ситуаций на промышленном предприятии, обуславливающих производственные риски;

- модифицирован для расчета оценки риска по выборке случайных значений рентабельности известный алгоритм статистических испытаний (метод Монте-Карло), и найдены достоверные зависимости математической оценки риска от средней рыночной цены реализации продукции предприятия.

**Теоретическая и практическая значимость результатов исследования.** Теоретическая значимость результатов состоит в создании методики математической оценки рисков промышленных предприятий на основе технологий имитационного моделирования.

Практическая значимость результатов исследования состоит в возможности применять разработанные программные средства для достоверной математической оценки рисков промышленных предприятий (в частности, предприятий стекольной отрасли).

**Апробация результатов исследования.** Основные положения и результаты работы докладывались на 3-й Всероссийской научно-практической конференции «Имитационное моделирование. Теория и практика. ИММОД- 2007» (Санкт-Петербург, 2007), на Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию образования Саратовского государственного социально-экономического университета (СГСЭУ, 2006), на других научных конференциях, проведенных СГСЭУ (2004 - 2007 гг.).

Всего опубликовано 7 печатных работ общим объемом 4,1 п.л., в том числе, одна статья в журнале, рекомендованном ВАК РФ и одна статья в центральном периодическом научном издании.

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

Разработанные модели и программные средства могут быть использованы для оценки рисков на промышленных предприятиях, в первую очередь - на предприятиях с непрерывным производством.

**Структура и объем работы.** Работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы (108 наименований) и двух приложений.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Первая глава** диссертационного исследования посвящена фундаментальным вопросам неопределенности и рисков в экономике, в частности, на промышленных предприятиях.

В отличие от неопределенности риск подразумевает обладание некоторой информацией о совокупности возможных событий и их вероятностях.

В научной литературе имеется множество определений риска: «шанс ущерба или потери», «вероятность неудачи или потерь», «возможность отклонения от цели, ради которой принималось решение», «вероятность нежелательного события», «математическое ожидание потерь, которые могут произойти в результате выбранного решения». Отметим, что некоторые авторы путают понятия риска и оценки риска. Если риск в данном контексте - это экономическое явление, то оценка риска подразумевает некоторую математическую процедуру.

Наиболее часто у авторов, занимающихся данным кругом проблем, встречаются следующие определения: *риск - это событие, связанное с опасным процессом (процессами), а математическая оценка риска - вероятность этого нежелательного события.* Именно эти, по нашему мнению, наиболее ясные и логичные определения применены в диссертационной работе.

Разнообразны и классификации рисков, что обусловлено отраслевой спецификой. Наиболее полно задачам данного исследования отвечает следующая классификация различных видов рисков промышленных предприятий.

*Производственный риск.* Характеризуется вероятностью возникновения аварийных ситуаций, вызванным ими ростом брака и низкокондиционной, неконкурентоспособной продукции, снижением объема выпуска кондиционной продукции, и, как следствие, - уменьшением дохода от реализации продукции, ростом ее себестоимости.

*Рыночный (коммерческий) риск.* Характеризуется уровнем цен на соответствующем сегменте рынка, на котором предприятию удастся продавать свою продукцию. Здесь важны не только средняя цена реализации, но и ее случайные колебания.

*Кредитный риск.* Вызван невыполнением контрактных обязательств контрагентами. Количественно может быть оценен уровнем потерь от невозврата долгов.

*Валютный риск.* Характеризуется размером и вероятностью потерь по валютным операциям.

*Риск ликвидности.* Определяется по коэффициенту ликвидности.

*Налоговый риск.* Характеризуется прогнозными уровнями претензий, штрафов со стороны фискальных органов.

Перечисленные виды рисков в принципе *измеримы* с той или иной степенью точности. Существуют также *трудноизмеримые* виды рисков, например, политические риски. В данной работе эти виды рисков не рассматриваются.

Различные виды рисков промышленных предприятий несомненно находятся между собой в тесной связи. Так, производственные риски, связаны с возможными потерями от нарушения нормального хода производственного процесса. Предельный случай следствия этого нарушения - брак. Промежуточный случай - выпуск продукции невысокого качества, которая, тем не менее, находит определенный спрос на рынке. Но кто же будет покупать дешевую продукцию невысокого качества? Надо полагать, что те контрагенты, которые испытывают финансовые трудности и не могут вовремя расплатиться за поставленную продукцию, что приведет к кредитным рискам предприятия. С такими контрагентами успешное предприятие, выпускающее продукцию высокого качества, просто не захочет иметь дело. Таким образом, несомненна связь производственных и кредитных рисков.

Коррелированность различных видов рисков указывает на возможность сжатия рискованной информации. Простейший способ сжатия информации - введение небольшого числа количественных показателей (не более двух), интегрирующих информацию об измеримых рисках.

В промышленности объективно наиболее высокорисковыми являются предприятия с непрерывными производственными процессами (металлургия, химия, производство строительных материалов). Это обусловлено высокими производственными рисками на предприятиях данного типа. Например, аварийные ситуации в доменной или стекловаренной печи, химическом реакторе приводят к огромным потерям сырья, энергии, трудозатрат.

Автором проведен анализ работы типичного предприятия с непрерывным производственным процессом - ОАО «СИС», специализирующегося, в основном, на выпуске светотеплозащитного листового строительного стекла.

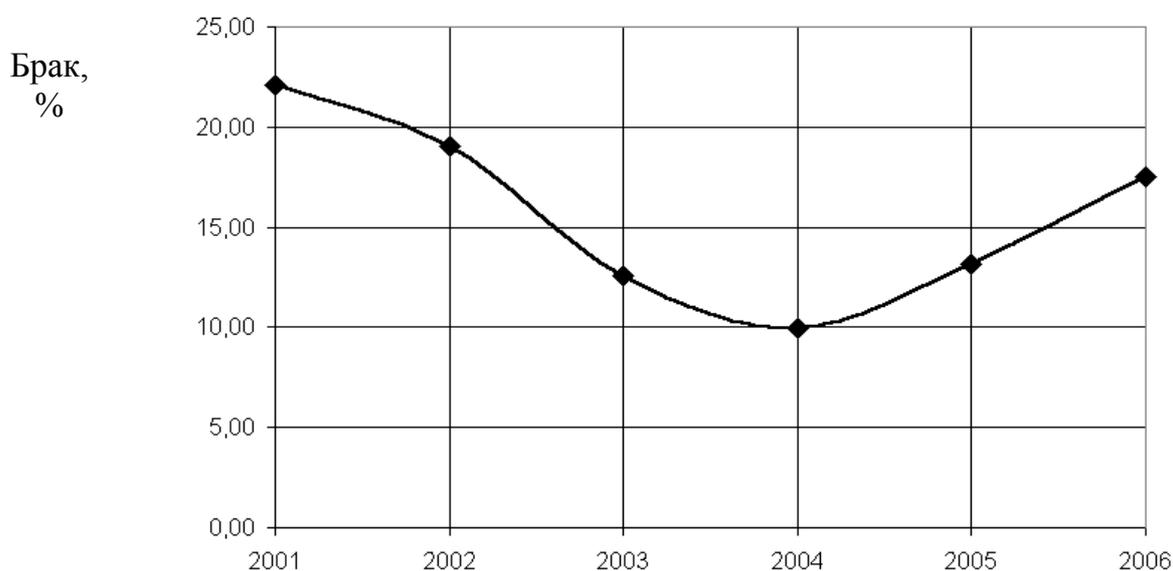


Рис. 1. Динамика изменения брака (в % к общей выработке) на предприятии по производству листового стекла за период с 2001 по 2006 гг.

Как видно из рис. 1, в последние годы наблюдается рост брака, что объясняется увеличением частоты возникновения аварийных и разного рода нештатных ситуаций в производственной цепочке. Причина - недостаточные инвестиции в обновление основных фондов. Такое положение характерно не только для предприятий по производству стекла, но и для других отраслей промышленности. Таким образом, в настоящее время производственные риски промышленных предприятий можно выделить среди важнейших.

Для предприятия по производству листового стекла характерны самые различные аварийные ситуации, приводящие к браку - нарушение состава шихты, нарушение тепловых режимов в стекловаренной печи и на участке отвердевания стекла, поломки различных видов оборудования.

Среди других видов рисков можно выделить рыночные. Например, ОАО «СИС» до недавних лет было фактическим монополистом в СНГ в области производства светотеплозащитного листового строительного стекла. Однако в последние годы на данный сегмент рынка вышли новые игроки, в частности, компании из КНР. Усилилась конкуренция, как следствие - увеличилась волатильность цен реализации. Таким образом, в настоящее время рыночные риски также можно выделить в качестве важнейших (наряду с производственными рисками). Этот вывод подтверждается также и экспертными оценками топ-менеджеров предприятия.

**Во второй главе** рассматривается вопрос о выборе количественного показателя, интегрирующего информацию о двух наиболее важных рисках - производственных и рыночных. Важно, чтобы такой показатель имел достаточно ясную экономическую интерпретацию и не вызывал «отторжения» у производителей. В противном случае перспективы внедрения на предприятиях разработанных моделей и программных средств станут проблематичными.

В качестве такого показателя предлагается производственная рентабельность предприятия:

$$R = \frac{D - C}{C} 100\%, \quad (1)$$

где  $D$  - доход от реализации продукции,  $C$  - полная себестоимость продукции. Очевидно, что в числителе (1) - прибыль предприятия до выплаты налогов.

С ростом производственных рисков (т.е. с ростом частоты и длительности аварийных ситуаций) растет брак, снижается объем выпуска продукции, т.е. уменьшается  $D$ , а себестоимость  $C$  растет.

Также ясно, что с ростом рыночных рисков (т.е. с увеличением колебаний цен реализации и снижением их среднего значения) увеличивается вероятность неприемлемо низких значений  $D$ .

Для случая предприятия по выпуску листового стекла (1) запишется в виде:

$$R = \frac{N_{\text{конд}} \sum_{i=1}^I f(P_i) \cdot P_i - N_0 C_{\text{цех}} - N_0 C_{\text{общ}} - N_{\text{конд}} C_{\text{комм}}}{N_0 C_{\text{цех}} + N_0 C_{\text{общ}} + N_{\text{конд}} C_{\text{комм}}} 100\% \quad (2)$$

где  $C_{\text{цех}}$  - цеховая себестоимость,  $C_{\text{общ}}$  - компонента себестоимости, определяемая общепроизводственными расходами,  $C_{\text{комм}}$  - компонента себестоимости, определяемая коммерческими расходами по продвижению продукции на рынок (рублей за стандартный лист стекла);  $N_0$  - всего произведено листов стекла за моделируемый период (квартал),  $N_{\text{брак}}$  - количество бракованных листов стекла,  $N_{\text{конд}} = N_0 - N_{\text{брак}}$  - количество кондиционных листов стекла;  $I$  - общее количество интервалов, на которые разбивается диапазон цен реализации продукции,  $P_i$  -  $i$ -ое значение цены реализации продукции (руб. за лист стекла) - центр  $i$ -го интервала диапазона цен,  $N_{\text{конд}i}$  - количество кондиционных листов стекла, которые были проданы по цене  $P_i$ ;  $f_i = \frac{N_{\text{конд}i}}{N_{\text{конд}}}$  - вероятность того, что очередной выпущенный лист стекла попадет в партию стекла, которая будет

продана по цене  $P_i$ ;  $\sum_{i=1}^I f(P_i) \cdot P_i$  - средняя цена реализации, которую будем обозначать через  $\bar{P}$ .

В качестве математической оценки риска логично выбрать вероятность события « $R < 0$ », что соответствует убыточности производственной деятельности предприятия за моделируемый период. Отметим, что в целом предприятие может быть прибыльным, например, за счет сдачи в аренду некоторых зданий.

Поставленные задачи необходимо решать, используя технологии ИМ. Основное преимущество такого подхода - невысокий уровень абстрагирования. В имитационной модели сохранены и «легко узнаваемы» такие черты моделируемой системы, как структура и связи между элементами, при этом объекты имитационной модели соответствуют достаточно четко идентифицируемым элементам реальной системы.

Проведено сравнение различных инструментальных средств ИМ. Наиболее адекватным решаемым задачам признано современное визуальное объектно-ориентированное инструментальное средство GPSS World, позволяющее реализовать дискретно-событийный подход.

Под *дискретно-событийным имитационным 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.

**В третьей главе** представлены результаты разработки имитационных моделей и реализующих их программных средств, а также результаты

моделирования рисков с использованием данных, предоставленных ОАО «СИС».

Схема производства листового стекла представлена на рис. 2. На этом рисунке:

1 - печь варки стекломассы; 2 - участок горизонтального формирования листового стекла и его отвердевания на расплавленном олове; 3 - резка стекла; 4 - разбраковка листов стекла; 5 - конвейер, 6 - снятие с конвейера и

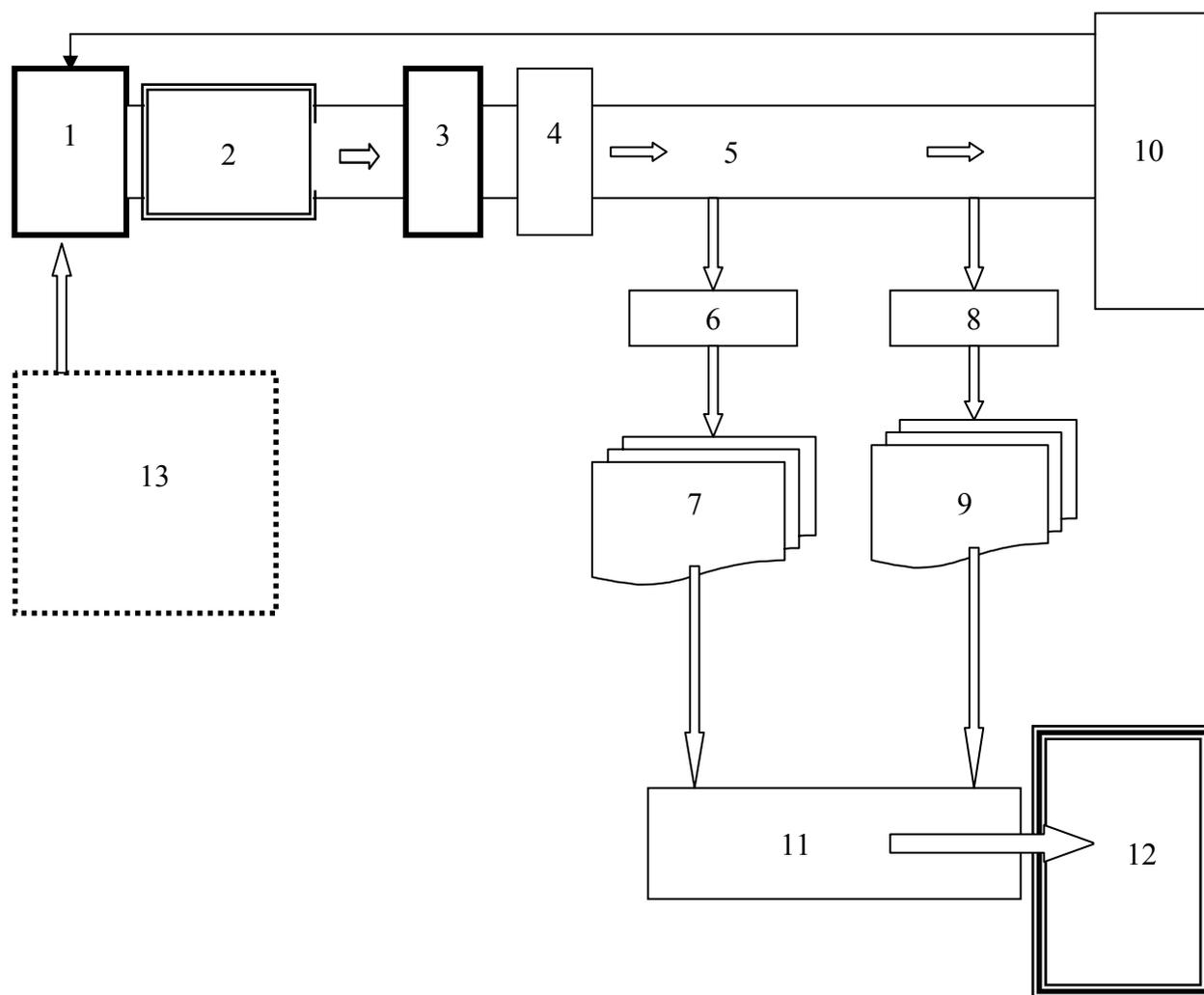


Рис.2. Схема производства листового стекла

упаковка листов стекла 1-й бригадой (операция а)); 7 - упаковка 1-й бригадой ящиков со стеклом (операция б)); 8 - снятие с конвейера и упаковка листов стекла 2-й бригадой (операция а)); 9 - упаковка 2-й

бригадой ящиков со стеклом (операция б)); 10 - бункер для боя бракованного стекла, а также кондиционного стекла, которое не успели упаковать 1-я и 2-я бригады; 11 - кран для подъема и перемещения заполненных ящиков на склад готовой продукции, бункера для стекольного боя к стеклоплавильной печи; 12 - склад готовой продукции; 13 - участок подготовки шихты с лабораторией для экспресс-анализа основных компонент шихты - «стекольный песок», сода и ряд других.

Важная и весьма трудоемкая часть работы - обработка статистических данных по предприятию, необходимая для получения характеристик случайных величин и случайных событий, происходящих в системе. Для статистической обработки данных применялся пакет программ STATISTICA. В качестве примера на рис. 3 приведены результаты статистической обработки интервалов времени между подходами по конвейеру очередных листов стекла на участок упаковки.

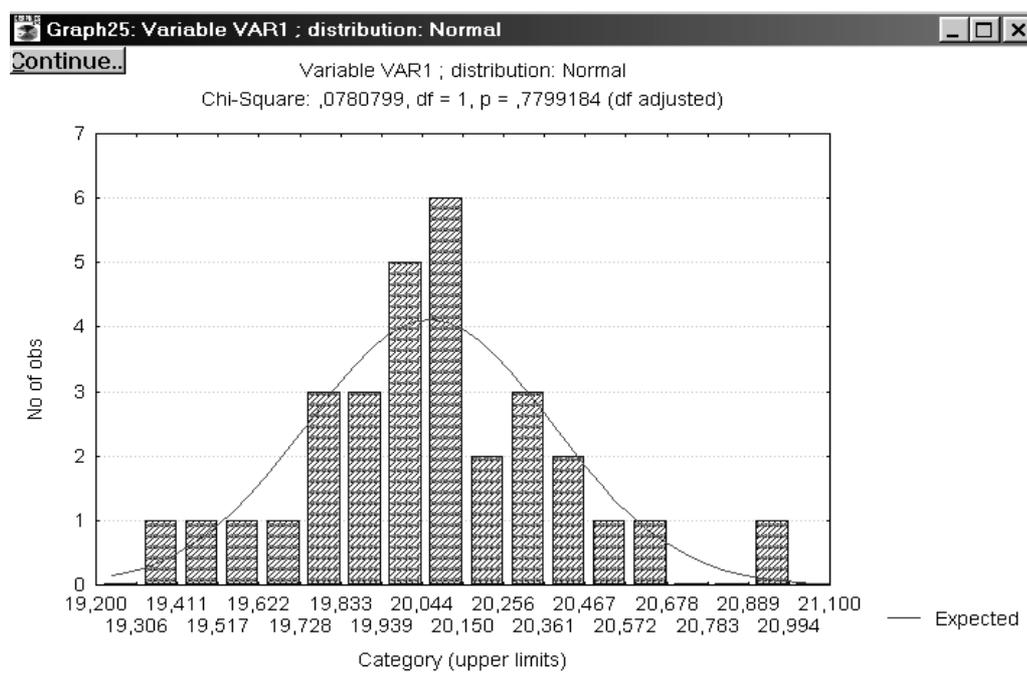


Рис. 3. Функция распределения плотности вероятности интервалов времени между подходами по конвейеру очередных листов стекла (критерий  $\chi^2$ )

Вероятность ошибиться при отклонении гипотезы о справедливости нормального распределения  $p = 0,7799$ . Это достаточно высокая величина, позволяющая применить в данном случае нормальное распределение.

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

Для применения инструментального средства GPSS World необходимо составить алгоритм решения (блок-схема алгоритма показана на рис. 4), а затем сформулировать его в соответствующих терминах, т.е. определить виды

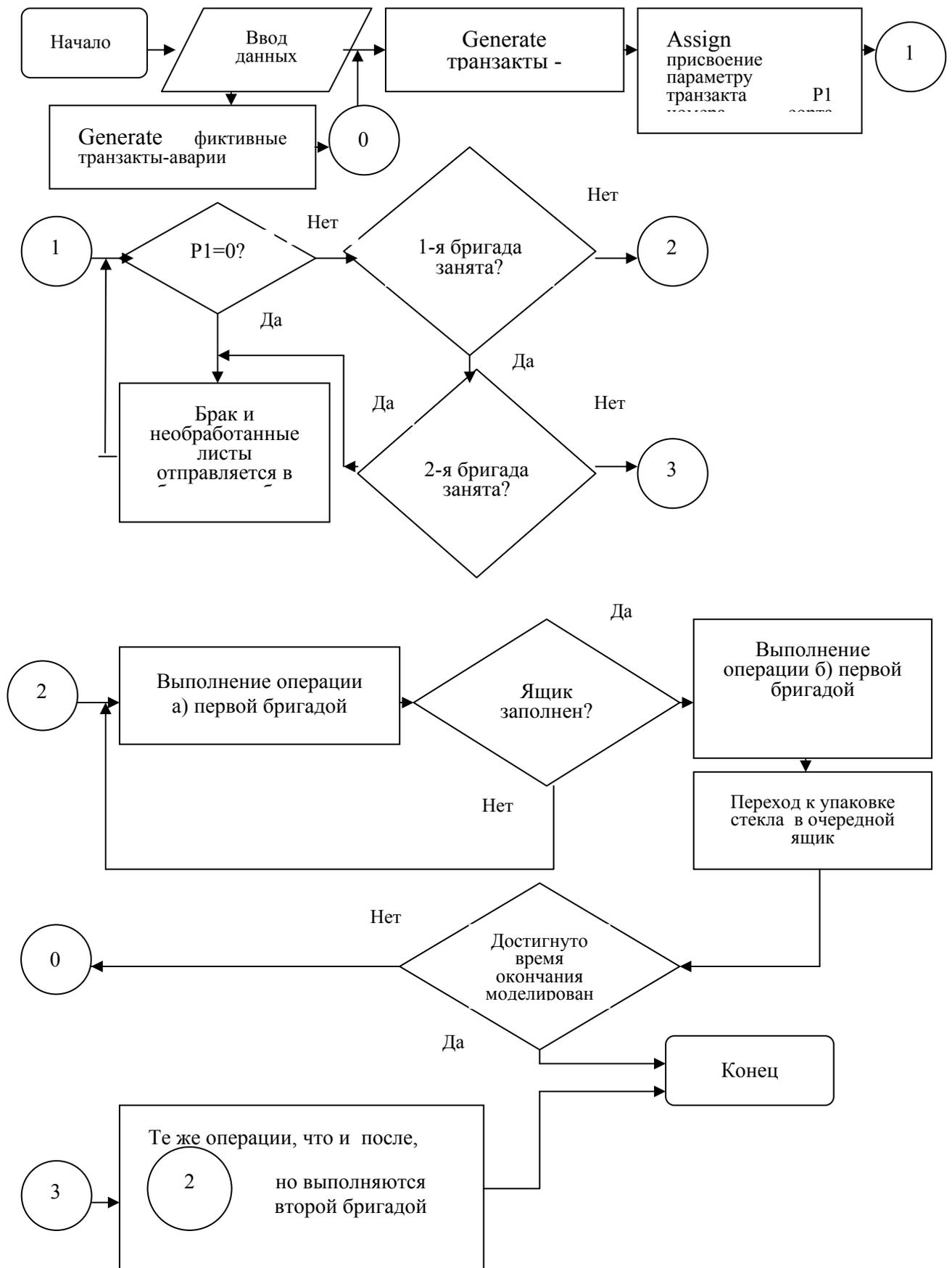


Рис.4. Блок-схема алгоритма ИМ производства листового стекла

используемых транзактов, ресурсов - одноканальных (ОКУ) и многоканальных устройств (МКУ) и т.п.

Имитация случайного процесса возникновения аварийных ситуаций на промышленном предприятии, приводящих к производственным рискам, осуществлялась с помощью объектов GPSS World: генератор «транзактов-аварий» (оператор GENERATE) и фиктивное устройство, имитирующее процесс устранения аварий (оператор ADVANCE). Использовались результаты статистической обработки информации об аварийных ситуациях за предыдущий моделируемому период.

В работе приводится полный текст программы ИМ на языке GPSS World. Период моделирования составлял один квартал, единица модельного времени - 1 сек.

Проведенные расчеты показали, в частности, что обе бригады упаковки стекла недогружены (коэффициент занятости не превышает 0,7). Однако из-за неравномерной подачи стекла на участок упаковки некоторая часть кондиционного стекла (до 4%) попадает в бункер для брака, поскольку возникают моменты времени, когда бригады не успевают снять листы с конвейера и упаковать их. Близость расчетной и фактической величин таких потерь стекла позволяет надеяться на достаточную точность модели.

Поскольку случайные факторы существенны, для получения достоверных результатов, необходим многократный расчет при различных автоматически генерируемых последовательностях случайных чисел (метод статистических испытаний - метод Монте-Карло).

Реализация метода Монте-Карло средствами GPSS World включала в себя создание специального командного файла, обеспечивающего цикл расчетов (с инициацией генераторов случайных чисел) с записью результатов в текстовый файл и их последующей обработкой пакетами статистического анализа (STATISTICA, либо модуль «Описательная статистика» табличного процессора EXCEL).

После каждого цикла расчетов (один квартал) определялись случайные величины  $N_0$ ,  $N_{\text{брак}}$ ,  $N_{\text{конд}} = N_0 - N_{\text{брак}}$  и подставлялись в (2).

Для проверки достоверности результатов применения метода Монте-Карло исследовались доверительные интервалы: для средних значений важнейших выходных показателей, в первую очередь - для  $R$ ; для вероятности достижения  $R$  заданных значений.

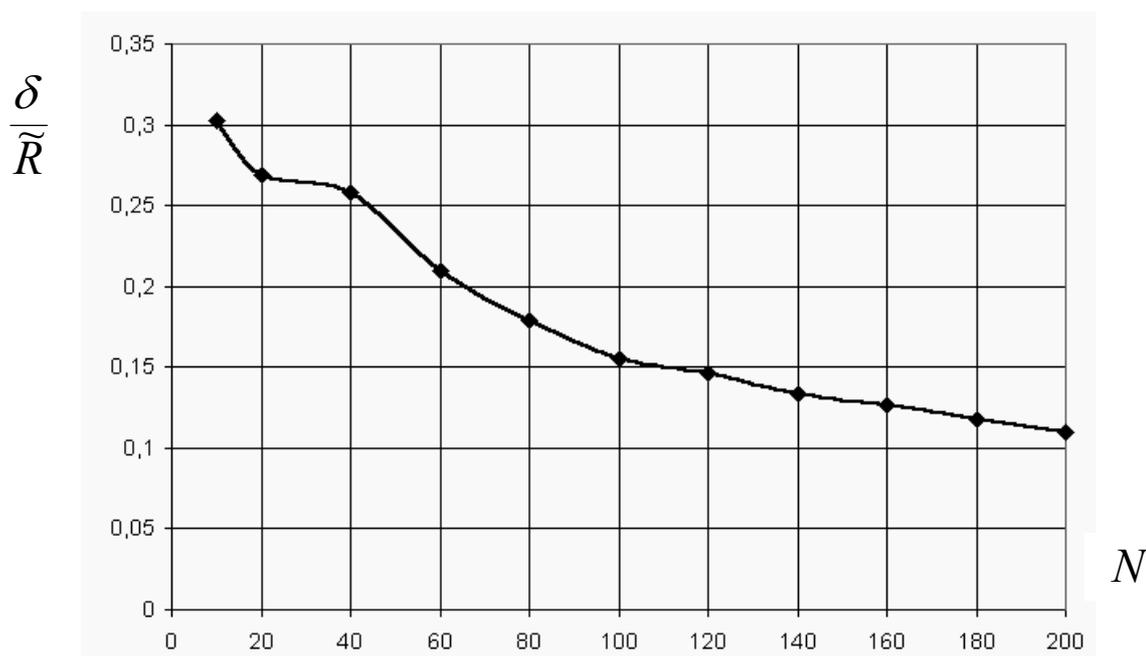


Рис. 5. Зависимость отношения доверительного интервала к выборочному среднему рентабельности  $\bar{R}$  от числа испытаний  $N$  ( $\bar{P} = 205$  руб./лист)

На рис. 5 приведена зависимость отношения доверительного интервала  $\delta$  (на уровне значимости 0,95) к выборочному среднему  $\bar{R}$  случайной величины  $R$  от числа испытаний (циклов расчета за период один квартал)  $N$ . Достаточным можно считать число испытаний  $N \approx 200$ .

Для оценки риска предприятия необходимо исследовать гистограмму значений рентабельности  $R$  (рис. 6, при значении  $\bar{P}$  по данным полугодия, предшествующего периоду моделирования).

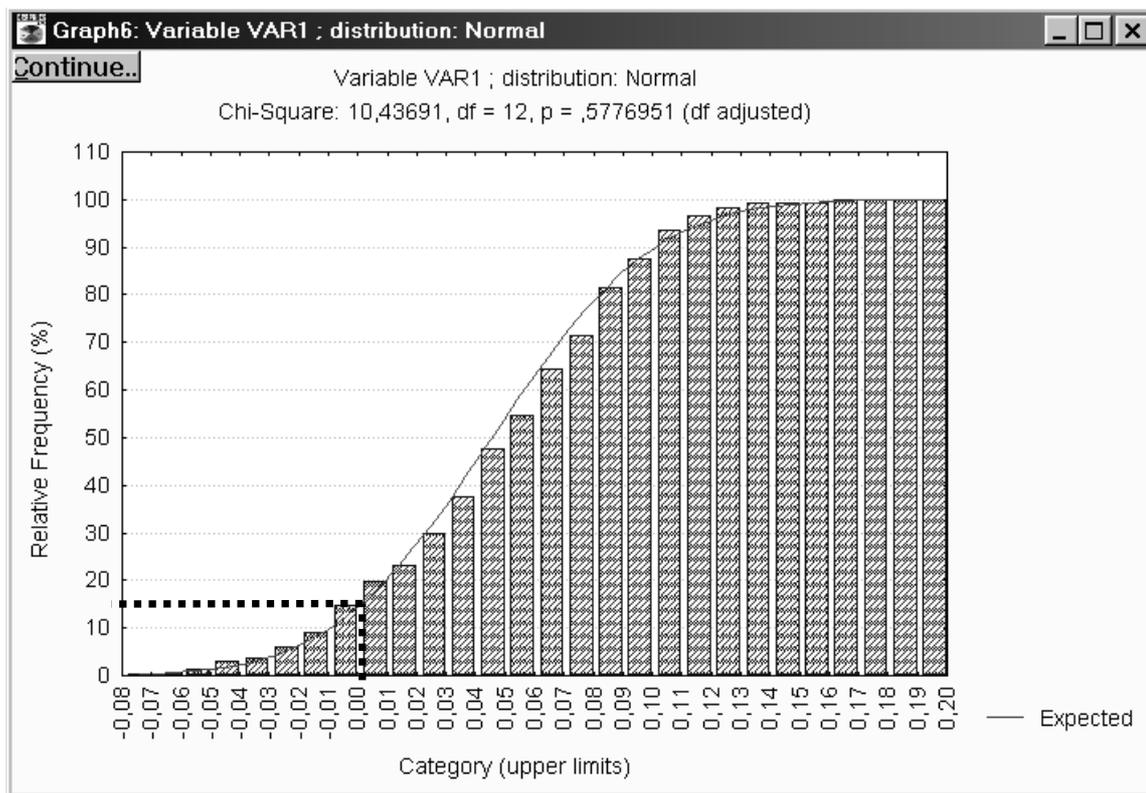


Рис. 6. Гистограмма случайной величины  $R$  ( $\bar{P} = 205$  руб./лист) в кумулятивном представлении (значения  $R$  отложены по оси абсцисс).  
Сплошная линия - теоретическое нормальное распределение.

С помощью несложного построения (пунктиры на рис. 6) можно определить, что вероятность события " $R < 0$ " составляет 0,15. Это и будет искомая математическая оценка риска. Среднее выборочное значение  $\tilde{R}$  при этом равно 5,2% - величина, близкая к фактической рентабельности рассматриваемого предприятия.

Заметим, что функция плотности распределения вероятностей значений  $R$  достаточно далека от нормальной ( $p = 0,5776$ ) и вообще не подчиняется какому-либо из известных теоретических распределений.

Некоторые результаты расчетов при различных значениях средней рыночной цены реализации продукции  $\bar{P}$  представлены на рис. 7 и 8.

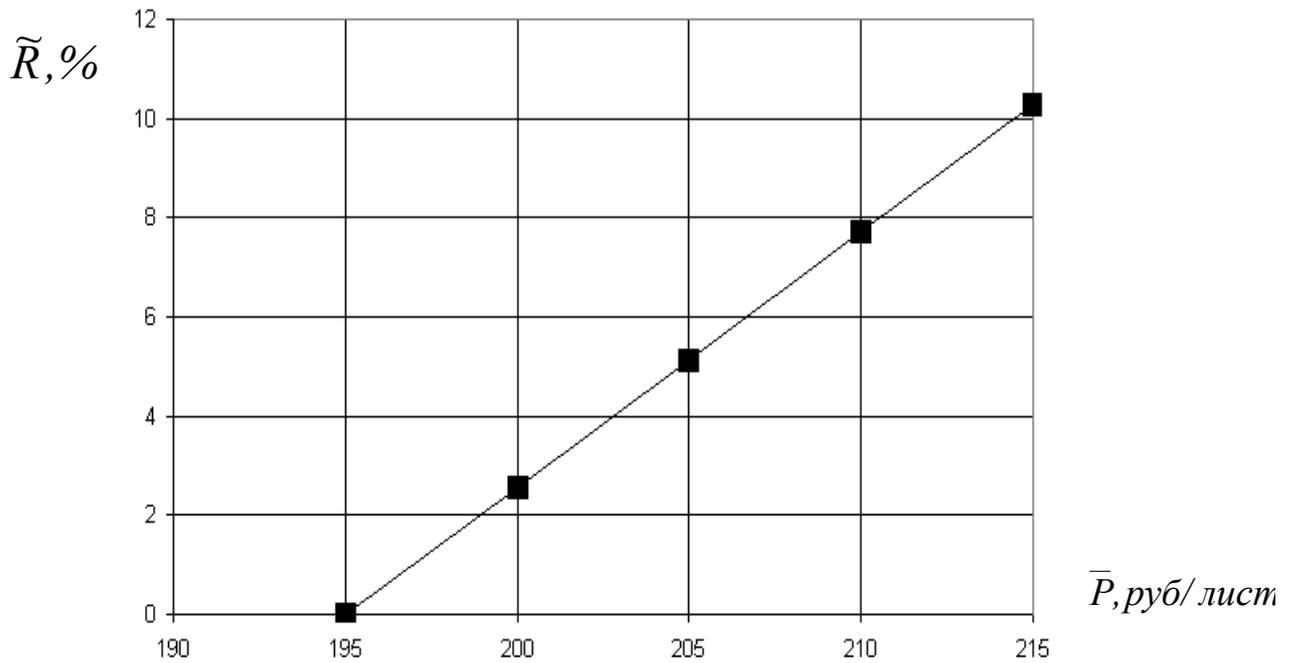


Рис. 7. Зависимость среднего выборочного значения рентабельности  $\tilde{R}$  (%) (объем выборки  $N = 200$ ) от средней цены реализации единицы продукции  $\bar{P}$  (руб./лист).

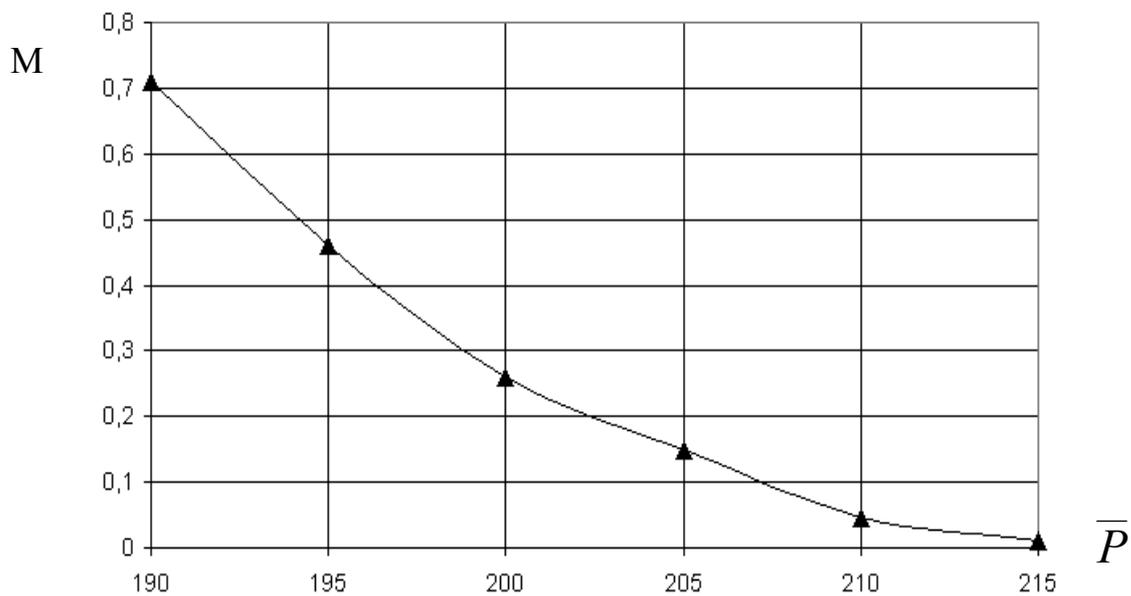


Рис. 8. Зависимость M вероятности события: « $R < 0$ » от средней цены реализации единицы продукции  $\bar{P}$  (руб./лист)

Из рис. 7 и 8 видно, что риски велики, и рассматриваемое предприятие «балансирует» на грани убыточности (ситуация, увы, нередкая для отечественных промышленных предприятий). Это означает, что собственных

средств для инвестиций в основные фонды у предприятия нет. Инвестиции могут придти либо от собственника (предприятие входит в крупный финансово-промышленный холдинг), либо за счет банковских кредитов.

Полученные результаты позволяют рекомендовать технологии имитационного моделирования для оценки рисков промышленных предприятий. Надо, однако, полагать, что отраслевая специфика имеет здесь большое значение. Так, на первый план могут выйти другие виды рисков, следовательно, изменится и алгоритм вычисления показателя  $R$ . Тем не менее, основные результаты работы (например, методика имитации аварийных ситуаций) носят универсальный характер.

## **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:**

### **В изданиях, рекомендованных ВАК РФ:**

1. *Алексенцева О.Н.* Оценка рисков промышленных предприятий на основе имитационного моделирования - Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2007, вып. 17(3), Саратов, 2007 - 0,45 п.л.

### **В центральных изданиях:**

2. *О.Н. Алексенцева, Е.П. Бочаров, Д.В. Ермошин.* Имитационная модель производственного процесса как элемент системы управления промышленным предприятием - «Прикладная информатика», № 3(9), М.: 2007 - 0,9 п.л.

### **Иные научные статьи, тезисы докладов**

3. *Е.П. Бочаров, О.Н. Алексенцева.* Оценка производственно-технических и коммерческих рисков промышленных предприятий на основе имитационного моделирования - Третья Всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности «Имитационное моделирование. Теория и практика. ИММОД-2007». Сборник докладов. Том 2. Секция 3.

Практическое применение имитационного и комплексного моделирования и средств автоматизации моделирования. ФГУП ЦНИИТС, Санкт-Петербург, 2007 - 0,3 п.л.

4. *Е.П. Бочаров, О.Н. Алексенцева.* Имитационное моделирование экономических систем с помощью технологии GPSS World - Социально-экономическое развитие России. Проблемы, поиски, решения. Сборник научных трудов по итогам научно-исследовательской работы СГСЭУ в 2004 году. Издательский Центр СГСЭУ, Саратов: 2005 - 0,3 п.л.

5. *Е.П. Бочаров, О.Н. Алексенцева.* Совершенствование механизмов активизации деятельности хозяйствующих субъектов на основе методов имитационного моделирования. 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). Издательский Центр СГСЭУ, Саратов: 2006 - 0,3 п.л.

6. *О.Н. Алексенцева, Е.П. Бочаров.* Имитационное моделирование производства листового стекла средствами пакета программ GPSS World - Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности. Научный альманах. Посвящается 75-летию СГСЭУ. Саратов: Саратовский государственный социально-экономический университет, 2006 - 0,5 п.л.

7. *О.Н. Алексенцева.* Оценка рисков промышленных предприятий / Издательский Центр СГСЭУ, 2007 - 2,5 п.л.

Подписано в печать 09.2007 г. Формат 60×84 1/16.

Бумага типогр. №1.

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

Тираж 100 экз. Заказ .

Издательский центр Саратовского государственного социально-

экономического университета  
410003, г. Саратов, ул. Радищева, 89.