

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный
технический университет»

С.В. Амелин И.В. Щетинина

МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ
УПРАВЛЕНЧЕСКИХ, ЭКОНОМИЧЕСКИХ
И БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ:
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Утверждено Редакционно-издательским советом
университета в качестве учебного пособия

Воронеж 2015

УДК 519.85

Амелин С.В. Методы моделирования управленческих, экономических и бизнес-процессов : лабораторный практикум : учеб. пособие [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые, граф. данные (1,83 Мб) / С.В. Амелин, И.В. Щетинина. - Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2015. – 1 электрон.опт. диск (CD-ROM). – Систем.требования: ПК 500 и выше ; 256 Мб ОЗУ ; WindowsXP ; MS Word 2007 или более поздняя версия ; 1024x768 ; CD-ROM ; мышь. – Загл. с экрана.

В работе изложены методические указания по проведению лабораторных работ по темам курса: моделирование в практике управления производством, имитационные модели, прогнозирование, обработка результатов экспертного опроса. В каждой работе изложена ее цель, даны основные теоретические положения, математические модели, расчетные формулы, приведены примеры расчетов с использованием моделей, реализованных на ЭВМ.

Издание соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 38.03.02 «Менеджмент», профилям "Информационный менеджмент", "Логистика и управление цепями поставок", "Общий менеджмент", "Менеджмент организации", дисциплине «Методы моделирования управленческих, экономических и бизнес-процессов».

Табл. 7 . Ил. 35 . Библиогр.: 5 назв.

Научный редактор д-р экон. наук, проф. О.Г. Туровец

Рецензенты: кафедра информационных технологий и математических методов Воронежского государственного университета (зав. кафедрой д-р экон. наук, проф. В.В. Давнис);

д-р экон. наук, доц. И.Н. Щепина

© Амелин С.В., Щетинина И.В., 2015

© Оформление. ФГБОУ ВПО

“Воронежский государственный
технический университет”, 2015

ВВЕДЕНИЕ

Экономико-математическое моделирование имеет широкое применение при изучении сложных производственно-экономических систем и процессов. Моделирование предоставляет возможность более быстрого приобретения знаний в условиях, трудновоспроизводимых в реальной действительности.

Экономико-математические методы и модели позволяют реализовать высокий уровень формализации и абстрактного описания наиболее важных связей в производственно-экономических системах и процессах, оценивать формы и параметры зависимостей их переменных, получать новые знания об объектах моделирования, определять наилучшие решения в той или иной ситуации, компактно излагать основные теоретические положения.

Исследование производственно-экономических систем предполагает объединение теории, формализованной с помощью математической модели, с практикой, реализуемой в форме эксперимента на модели или наблюдения за реальными процессами, во время которых происходит сбор статистической информации. Модели могут служить основой для проведения экспериментов с меньшими затратами средств и в более короткие сроки, чем при исследовании изменений в реальных системах.

Модели - представление процессов, описывающих в упрощенной форме некоторые аспекты реальной действительности. Построение моделей - это распространенное средство абстрагирования и упрощения проблемы, позволяющее исследовать характеристики поведения производственно-экономических систем и процессов в различных условиях.

Современные требования Государственного стандарта высшего профессионального образования нацелены на активизацию лабораторной составляющей обучения. Поэтому реализация основной образовательной программы подготовки дипломированного специалиста должна включать выполне-

ние студентами лабораторно-практических работ по дисциплинам специальности, включая как обязательный компонент выполнение практических заданий на персональных компьютерах с использованием пакетов прикладных программ.

Эти навыки включают в себя: способность к ведению исследовательской работы, абстрактному логическому мышлению, использованию методов индукции и дедукции и к критическому анализу; умение выявлять и преодолевать неструктурированные проблемы в незнакомых условиях и применять навыки решения возникающих проблем; умение определять и расставлять приоритеты в условиях ограниченных ресурсов и строить работу с соблюдением жесткого графика; способность адаптироваться к новому.

Целью выполнения лабораторных работ является улучшение понимания студентами причинно-следственных связей в экономике, закрепить знания теоретического курса и дать навыки в технологии практического анализа, прогнозирования и планирования. Практическая работа по выполнению лабораторных работ позволяет студентам, манипулируя моделями и факторами, получать опыт исследовательской работы, учит основам проектирования лабораторных моделей, знакомит с методами организации, планирования и обработки результатов экспериментов.

В процессе лабораторных работ студенты имеют возможность поэкспериментировать на моделях, подумать, составить отчет об эксперименте. Такая исследовательская работа активизирует студентов, заставляет добывать, проверять, изучать информацию о поведении объекта, позволяет освоить больше моделей, развивает кругозор.

Достоинством компьютерных моделей является полная управляемость модели и условий эксперимента, что затруднено в условиях натурального эксперимента. Недостаток - в упрощении реальности и отпечатке субъективизма разработчиков моделей, может отразиться на верности выводов. И хотя риск неадекватности модели остается, но другого инстру-

мента у экономистов практически нет. Компьютерные модели строже отражают основные положения теоретических курсов, позволяют студентам быстро манипулировать факторами и связями, видеть и понять последствия возможных решений или неподконтрольных менеджеру событий.

Реализованные в игровых моделях случайные факторы и действия конкурента развивают реакцию, интуицию, ситуационное мышление, способность принимать решения.

Экономико-математические модели, воплощенные в компьютерные программы, должны помогать в прояснении причинно-следственных связей, облегчать понимание процесса влияния различных факторов на эффективную деятельность производственно-экономических систем и предсказать последствия принимаемых управленческих решений.

Рассмотренные в пособии модели производственно-экономических систем подобраны по признаку используемого аппарата моделирования. Поэтому каждая модель может иметь два наименования. Одно из них характеризует вид модели, а другое - один из возможных объектов-оригиналов, свойства которого могут изучаться с помощью данной модели. Как правило, таких объектов существует несколько. Именно здесь проявляется универсальность методов математического моделирования сложных систем. Одна и та же модель может использоваться для изучения свойств совершенно разных по физической природе реальных систем.

Учебное пособие предназначено для обучения студентов-менеджеров по курсу «Методы моделирования управленческих, экономических и бизнес-процессов».

Целью дисциплины "Методы моделирования управленческих, экономических и бизнес-процессов" является подготовка студентов к использованию современной теории и практики экономико-математического моделирования при разработке, принятии и реализации управленческих решений в процессе управления предприятием.

Задачи дисциплины:

- изучение теоретических основ и развитие практических навыков применения методов экономико-математического моделирования при принятии решений в реальных условиях многокритериальности и неполноты информации рыночной экономики, с использованием современных информационных технологий;

- освоение будущим менеджером комплекса методов поиска и обоснованного выбора наилучших решений, формирование у него потребности в их повседневном использовании, раскрытие особенности экономико-математических методов и моделей при обосновании решений, принимаемых руководителем производственного коллектива и возможности технических средств в реализации основных технологических этапов их получения;

- развитие у студентов навыков творческого подхода к моделированию при анализе производственных ситуаций и выработке своевременных обоснованных управленческих решений на современных машиностроительных предприятиях.

Требования к уровню освоения дисциплины.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

Общекультурные (по направлению ФГОС ВПО 080200.62 «Менеджмент»)

ОК – 15: владеть методами количественного анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

Данной компетенции соответствует следующая.

Профессиональные (по направлению ФГОС ВО 38.03.02 «Менеджмент»)

ПК – 8: обладать владением навыками количественного и качественного анализа информации при принятии управленческих решений, построения экономических, финансовых и организационно-управленческих моделей путем их адаптации к конкретным задачам управления.

В результате изучения дисциплины студент должен

знать:

- основные математические модели принятия решений на основе методов аналитического и имитационного моделирования производственных систем, управленческих, экономических и бизнес-процессов;

уметь:

- решать типовые математические задачи, используемые при принятии управленческих решений с использованием аналитического и имитационного моделирования;

- использовать математический язык и математическую символику при построении организационно-управленческих моделей на основе методов аналитического и имитационного моделирования;

владеть:

- математическими, статистическими и количественными методами решения типовых организационно-управленческих задач на основе аналитического и имитационного моделирования.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ.

Цель работы: закрепление на практике теоретических знаний о построении моделей систем массового обслуживания с одним прибором и очередью. Моделирование процесса поступления клиентов (заявок на обслуживание) и процесса обслуживания.

Сколько раз, придя в банк, в магазин или на почту и увидев там несколько очередей, вы становились в одну из них и обнаруживали, что именно эта очередь совершенно не сдвигается с места из-за какого-то недотепы, стоящего впереди? Очереди нас раздражают: мы, несомненно, тратим страшно много времени на ожидание обслуживания.

Один из способов избежать несколько очередей состоит в том, чтобы иметь только одну очередь, из которой клиенты поступают на обслуживание по принципу "первым пришел - первым обслужен". Эта система сейчас принята во многих банковских и почтовых отделениях по всему миру.

Постановка задачи. Предположим, что мы имеем дело именно с такой ситуацией, скажем, в банке с одним или более клерков, обслуживающих очередь клиентов. Эта очередь единая для всех клиентов, и обслуживаются они по принципу "первым пришел - первым обслужен". Как правило, клиенты приходят не через строго определенные интервалы. Если в среднем за час придут 10 клиентов, или 1 клиент за 6 минут, то это, разумеется, не означает, что каждые 6 минут обязательно появляется по одному клиенту. Разность между моментами прихода двух последовательных клиентов (между моментами поступления) называется интервалом между поступлениями. Это - случайная величина, не зависящая от длины очереди.

Для моделирования моментов поступления клиентов можно использовать персональный компьютер. Метод, при помощи которого генерируются эти случайные величины, называется методом Монте-Карло. Продемонстрируем его на следующем примере. Если известно, что каждые 6 минут в среднем приходит один клиент, то в течение любого заданного одноминутного интервала клиент может появиться приблизительно с вероятностью $1/6$. Таким образом, каждую "минуту" наш компьютер выбирает случайное число между 0 и 1 и проверяет, меньше ли оно $1/6$. Если да, то клиент пришел, в противном случае клиента нет.

Вот как выглядит распечатка первых нескольких минут моделируемого процесса:

Время, мин	Случайное число RND	Меньше $1/6$?	Момент поступления клиента
1	0,21273	нет	
2	0,10601	да	2
3	0,31993	нет	
4	0,65851	нет	
5	0,66965	нет	
6	0,97381	нет	
7	0,59476	нет	
8	0,50985	нет	
9	0,42101	нет	
10	0,52048	нет	
11	0,09276	да	11
...

Модель поступления клиентов I имитирует моменты поступления клиентов в течение заданного промежутка времени (например, 60 мин.). Предполагается, что в среднем каждые 6 минут приходит новый клиент, иначе говоря, скорость, с которой появляются клиенты, равна $1/6$ клиента в

минуту (в процессе моделирования могут быть заданы и другие значения скорости поступления клиентов).

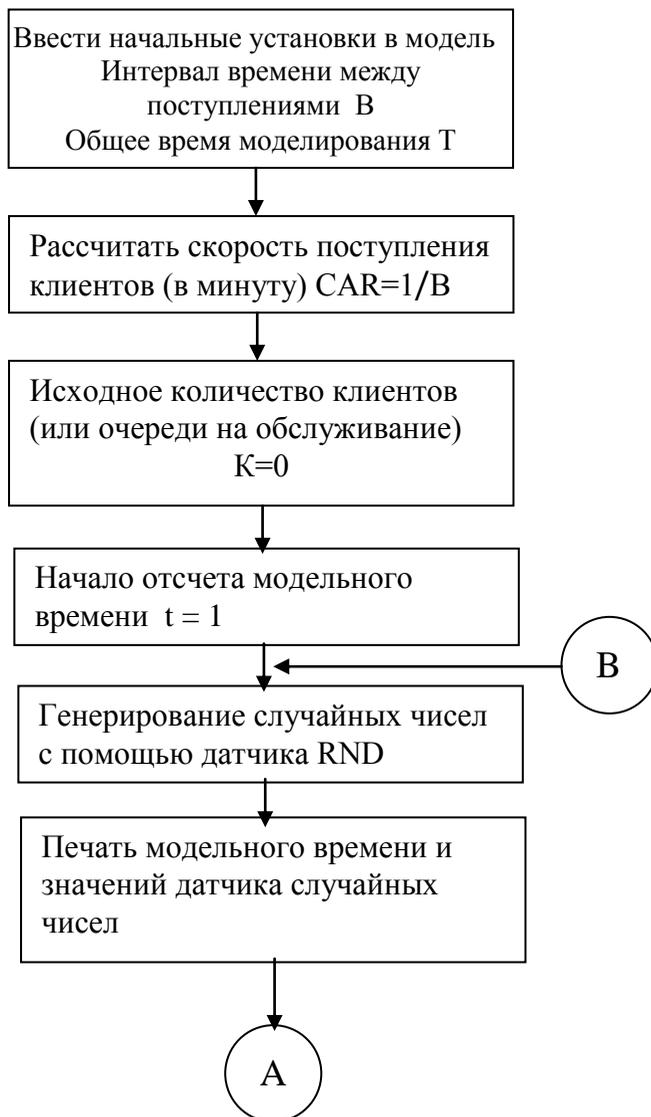


Рис. 1. Блок-схема модели поступления клиентов

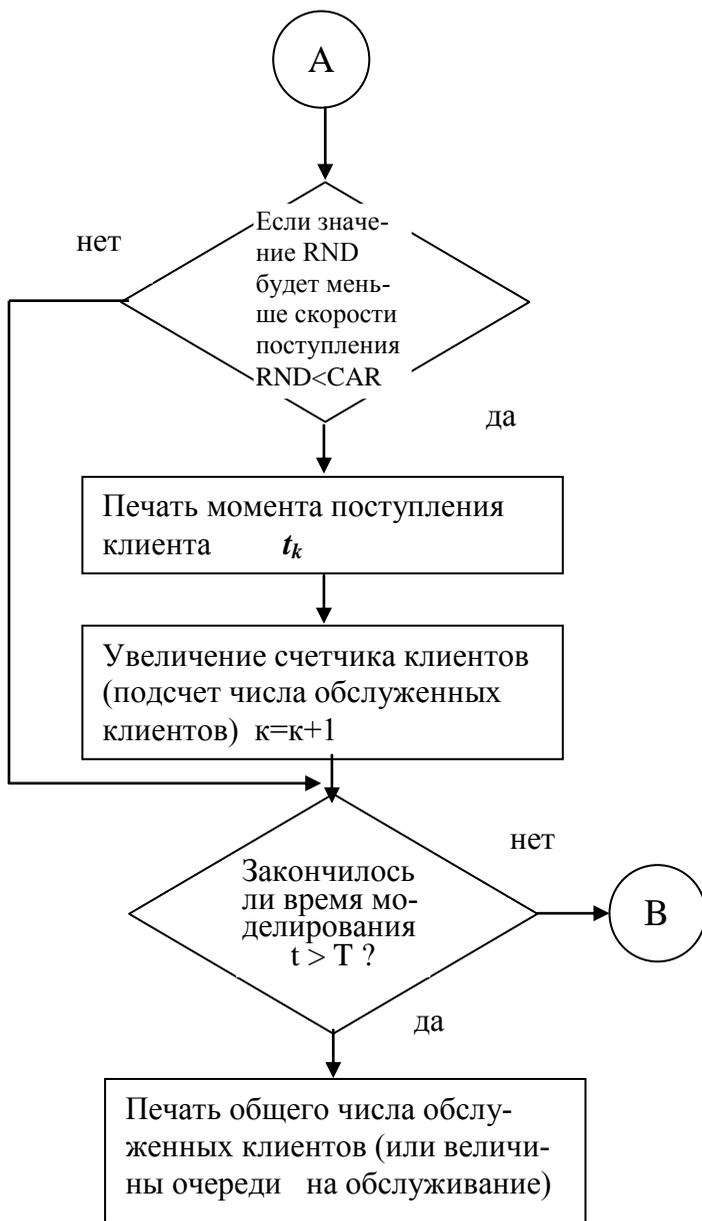


Рис. 1. Продолжение

Имея дело с такой моделью, как "Поступление клиентов I", следует быть внимательным. Как быть, если в среднем поступает 1 клиент в минуту? Просто приравнять значение скорости единице нельзя. Если только, конечно, вы не хотите рассмотреть ситуацию, когда каждую минуту приходит ровно по одному клиенту, которая маловероятна. Чтобы выйти из этого затруднения, следует уменьшить временной интервал и рассмотреть, например, $1/10$ мин. Теперь вероятность того, что за одну десятую минуты поступит один клиент, равна приблизительно $1/10$. Лучше выбирать как можно меньший интервал, но тогда больше вычислений необходимо будет проделать. В модели "Поступление клиентов II" эти соображения учтены.

Временной интервал делится на 10 до тех пор, пока вероятность поступления клиента за этот интервал не станет меньше или равна $1/10$.

Существует и другой подход, при котором скорость вычислений увеличивается. Для определения интервалов между поступлениями клиентов мы используем случайные числа. Предположим, что клиенты появляются с некоторой скоростью CAR . Это число не может быть целым. Оказывается, вероятность того, что интервал между поступлениями меньше или равен Y , задается формулой $1 - \text{EXP}(-CAR \cdot Y)$.

Например, имеется вероятность 0.632 того, что клиент придет в течение интервала $1/CAR$ после поступления предыдущего клиента (т.е. в 63.2 % случаев). Подразумевается, что за интервал $1/CAR$ приходит один клиент в среднем, а не регулярно. На рис. 2 представлен график $1 - \text{EXP}(-CAR \cdot Y)$ для различных значений Y .

Из графика видно, что вероятность того, что интервал между поступлениями нулевой, равна нулю. Вероятность же того, что интервал между поступлениями меньше некоего очень большого числа, равен приблизительно единице.

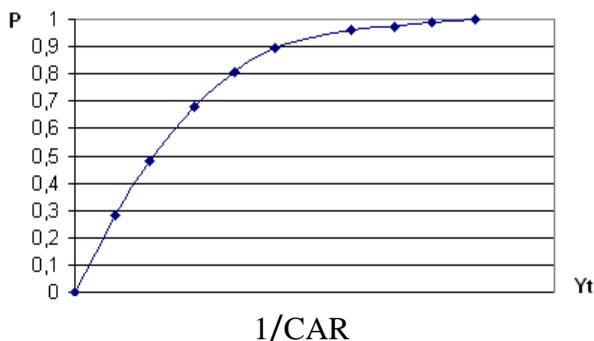


Рис.2. График вероятности для различных интервалов поступления клиентов

Приведенное выше выражение называется вероятностной функцией распределения или функцией накопленных вероятностей. Она основывается на пуассоновском распределении для моментов поступления клиентов. Это означает, что клиенты появляются случайным образом, но с фиксированной вероятностью поступления в некотором малом интервале.

(Симеон Дени Пуассон (1781-1840) - французский математик и физик, член Парижской академии наук. Профессор Политехнической школы и Парижского университета. Автор трудов по математике, теории вероятностей, по теоретической и небесной механике и др.).

Компьютер может моделировать моменты поступления клиентов при помощи упомянутой выше формулы. Необходимо обратить внимание, что $1-\text{EXP}(-\text{CAR}\cdot Y)$ - число, заключенное между 0 и 1. Момент поступления клиента можно получить, выбрав случайное число RND (между 0 и 1), вычислив $1-\text{RND}$ и затем сравнив результат с $1-\text{EXP}(-\text{CAR}\cdot Y)$. Простые алгебраические преобразования приводят к следующим уравнениям:

$$1-\text{EXP}(-\text{CAR}\cdot Y)=1-\text{RND},$$

$$\text{EXP}(-\text{CAR}\cdot Y)=\text{RND},$$

$$-\text{CAR}\cdot Y =\ln(\text{RND}),$$

$$Y =-\ln(\text{RND})/\text{CAR}.$$

Таким образом, интервал между поступлениями Y вычисляется через случайное число RND по следующей формуле:

$$Y = -\ln(\text{RND})/\text{CAR}.$$

Предположим, например, что $\text{CAR}=1/6$. Ниже представлены результаты моделирования первых нескольких моментов поступления клиентов:

Случайное число RND	Интервал между поступлениями $-\ln(\text{RND})/\text{CAR}$	Момент поступления клиента
0.81785	1.21	1.21
0.18753	10.04	11.25
0.54975	3.59	14.84
0.38481	5.73	20.57
0.05226	17.71	38.28
0.23964	8.57	46.85
0.69152	2.21	49.06
0.56127	3.47	52.53
0.79813	1.35	53.88
0.81238	1.25	55.13
...

В модели "Поступление клиентов III" по только что упомянутой формуле моделируется поступление клиентов за некоторый период времени (например, равный 60 мин.). Скорость поступления можно задать равной $1/6$. Или, при необходимости, можно задать другую длину периода моделирования и скорость поступления.

Для модели "Поступление клиентов I", при 60 - минутном интервале моделирования, необходимо 60 случайных чисел, для модели II - около 600, а модель III обходится всего 10 случайными числами.

Клиенты не появляются регулярно через заданный интервал, так же и клерки не обслуживают их за определенный отрезок времени. Время обслуживания для каждого клиента своё. Эти времена задаются формулой, аналогичной выражению для интервалов между поступлениями клиентов. Так, если CSR есть скорость обслуживания клиента одним клерком (среднее число клиентов, которое может обслужить один

клерк в единицу времени), то вероятность того, что клиент будет обслужен за время Y , есть $1 - \text{EXP}(-\text{CSR} \cdot Y)$. В таких случаях говорят, что время обслуживания клиентов имеет показательное (экспоненциальное) распределение. Смоделировать время обслуживания клиентов можно точно так же, как и моменты между их поступлениями, заменив в соответствующих моделях скорость поступления CAR на скорость обслуживания CSR .

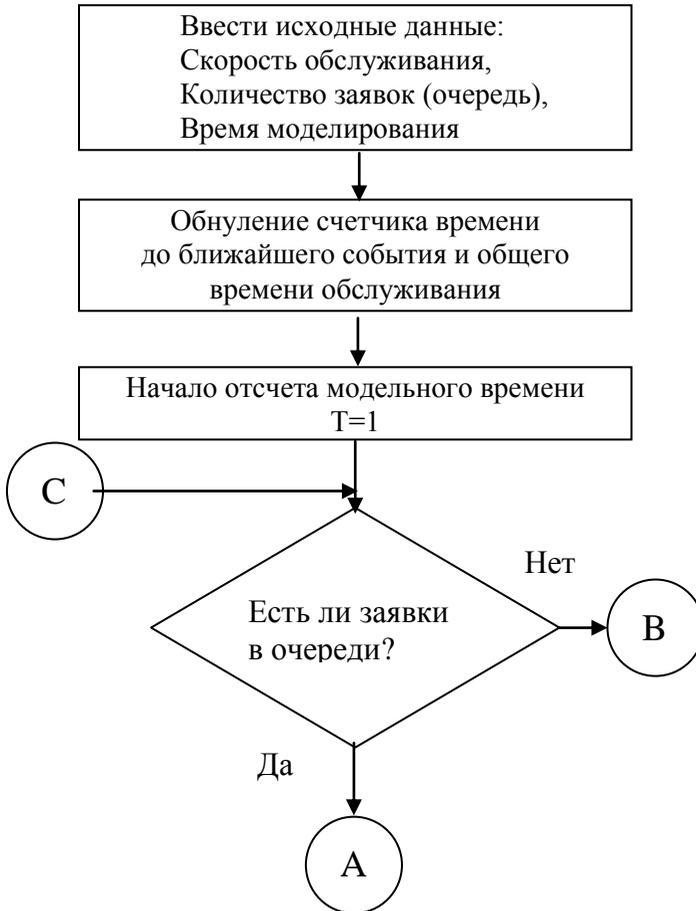


Рис. 3. Блок – схема модели обслуживания

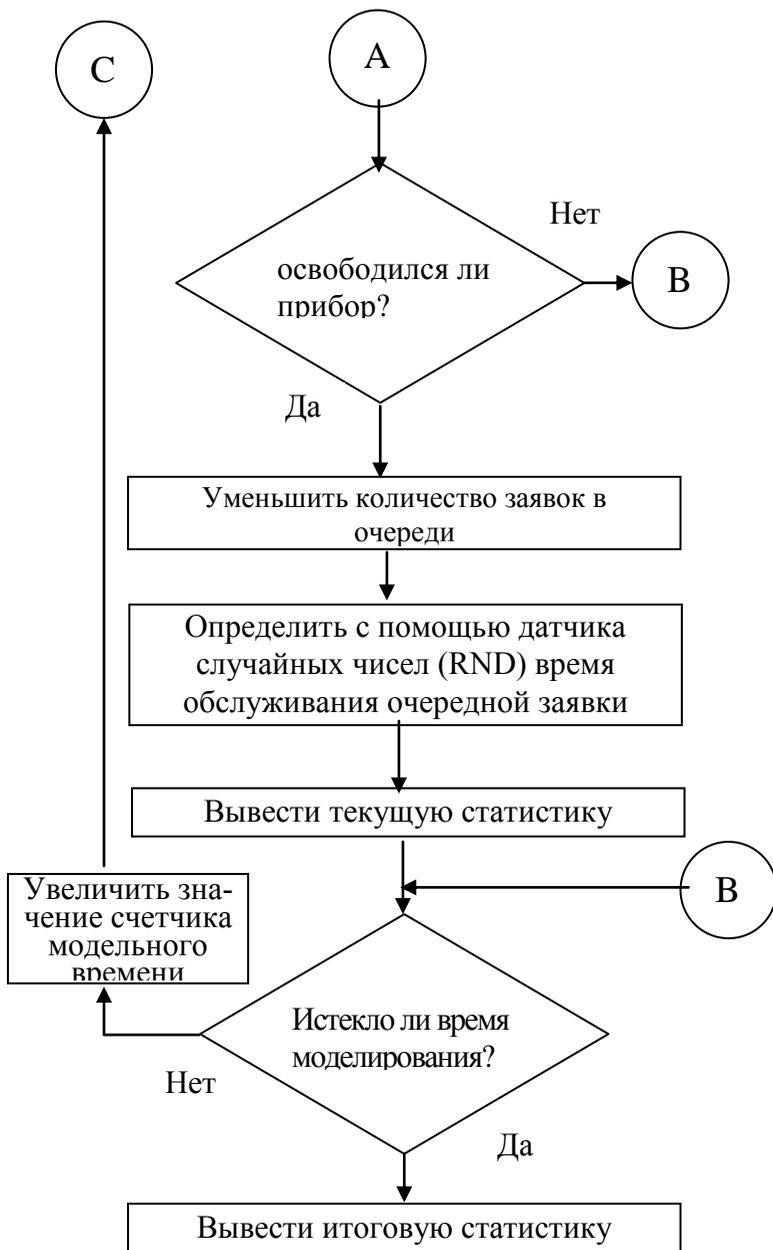


Рис. 3. Продолжение

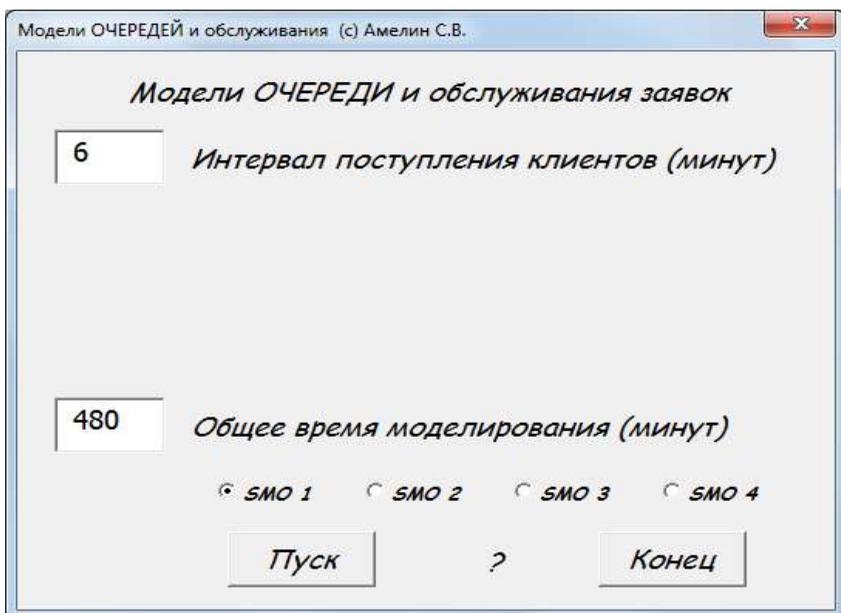
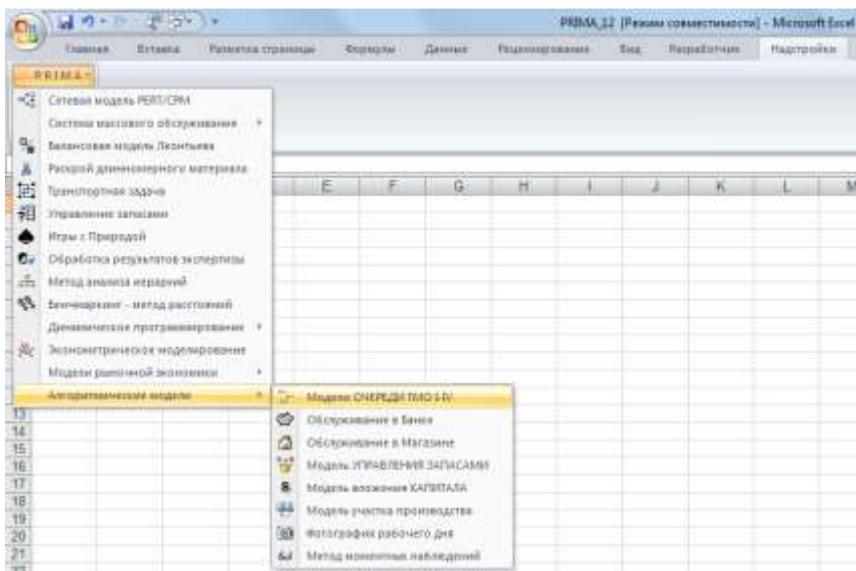


Рис. 4. Ввод исходной информации в модель процесса поступления требований на обслуживание (клиентов)

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2	скорость поступления: 0,166666666666667 в минуту						
3	модельное		случайное		поступление		момент
4	время (мин)		число		клиента		поступления
5	1		0,084655		да		1
6	2		0,304487		нет		-
7	3		0,72867		нет		-
8	4		0,892584		нет		-
9	5		0,028955		да		5
10	6		0,923003		нет		-
11	7		0,768873		нет		-
12	8		0,334718		нет		-
13	9		0,26432		нет		-
14	10		0,781605		нет		-
15							
504							
505	470		0,214653		нет		-
506	471		0,246463		нет		-
507	472		0,844332		нет		-
508	473		0,90833		нет		-
509	474		0,331022		нет		-
510	475		0,656391		нет		-
511	476		0,58745		нет		-
512	477		0,010276		да		477
513	478		0,281287		нет		-
514	479		0,287285		нет		-
515	480		0,4997		нет		-
516							
517	общее число клиентов		68				

Рис. 5. Фрагмент результатов моделирования процесса поступления требований на обслуживание (клиентов)

Модели ОЧЕРЕДЕЙ и обслуживания (с) Амелин С.В.

Модели ОЧЕРЕДИ и обслуживания заявок

7 *Время обслуживания клиента (минут)*

68 *Длина очереди клиентов за день*

480 *Общее время моделирования (минут)*

SMO 1 SMO 2 SMO 3 SMO 4

 ?

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2	модельное		длина		время обслуж		до конца		кол-во обл		общее время	
3	время (мин)		очереди		клиента		обслужив		клиентов		обслуживан	
4	1		67		6,785		6,785		1		7	
5	2		67		6,785		5,785		1		7	
6	3		67		6,785		4,785		1		7	
7	4		67		6,785		3,785		1		7	
8	5		67		6,785		2,785		1		7	
9	6		67		6,785		1,785		1		7	
10	7		67		6,785		0,785		1		7	
11	8		66		0,319		0,319		2		8	
12	9		65		0,115		0,115		3		9	
13	10		64		10,061		10,061		4		20	
14												
503												
504	470		8		19,208		6,208		60		476	
505	471		8		19,208		5,208		60		475	
506	472		8		19,208		4,208		60		476	
507	473		8		19,208		3,208		60		476	
508	474		8		19,208		2,208		60		476	
509	475		8		19,208		1,208		60		476	
510	476		8		19,208		0,208		60		475	
511	477		7		4,839		4,839		61		481	
512	478		7		4,839		3,839		61		481	
513	479		7		4,839		2,839		61		481	
514	480		7		4,839		1,839		61		481	
515												
516	коэффициент загрузки обслуживающего прибора 1											

Рис. 6. Фрагмент результатов моделирования процесса обслуживания требований (очереди клиентов)

Порядок проведения работы.

1. Изучение студентами исходных положений и постановки задачи моделирования системы массового обслуживания
2. Разбиение студенческой подгруппы на бригады и получение ими исходного задания для моделирования
3. Моделирование производится с помощью программ "ТМОI" ("Поступление клиентов") и "ТМОIV" ("Обслуживание клиентов"), реализованных на ПЭВМ в комплексе программ для учебного процесса "PRIMA".
4. Результаты моделирования по программе "ТМОI" являются исходными данными для модели "ТМОIV".
5. Анализ результатов моделирования должен быть отражен в выводах по лабораторной работе.

Отчет по работе должен содержать

1. Название и цель работы.
2. Постановку задачи на моделирование системы массового обслуживания.
3. Блок-схему модели.
4. Исходные данные для моделирования и результаты модельных экспериментов.
5. Выводы по лабораторной работе, включающие анализ полученных результатов моделирования поступления клиентов (заявок на обслуживание) и моделирования процесса обслуживания клиентов, анализ загрузки обслуживающего прибора и очереди на обслуживание.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В МНОГОКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ С ОЧЕРЕДЬЮ

Цель работы: закрепление на практике теоретических положений построения моделей многоканальных систем массового обслуживания с очередью, ознакомление с постанов-

кой задачи и алгоритмом моделирования. Анализ и интерпретация результатов моделирования.

Можно объединить оба процесса - поступления и обслуживания клиентов (заявок), рассмотренные в предыдущей работе. Промоделируем такую ситуацию, когда имеется одна очередь и один или несколько клерков. Подобная модель помогает разобраться в любой аналогичной ситуации из реальной производственно-экономической практики и принять решение при минимальных затратах и без излишнего риска, возникающего при работе с настоящими клиентами и клерками.

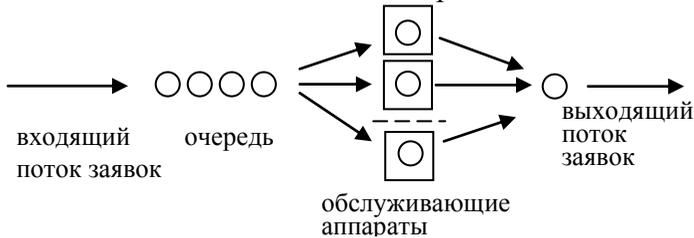


Рис. 7. Система массового обслуживания

Постановка задачи. Модель Обслуживание в банке имитирует одну неделю работы банка, операции в котором производят один или несколько клерков. Рабочая неделя состоит из 6 дней по 360 мин (6 часов) в каждом. Банк работает с 10.00 до 16.00 часов. Имеется одна общая очередь клиентов, которые обслуживаются по правилу "первым пришел - первым обслужен". Клиенты появляются со скоростью, например, 24 клиента в час, а на обслуживание каждого клиента у клерка уходит в среднем 10 мин. При необходимости смоделировать другое деловое учреждение или производственно-экономическую систему эти скорости можно изменить.

Перед прогоном модели необходимо задать количество клерков на каждый день. Моделируемое банковское учреждение невелико и в нем не должна образовываться слишком длинная очередь. Необходимо задать также максимально допустимую длину очереди (наибольшее количество клиентов, стоящих в очереди, исключая тех, что находятся на обслуживании). Затем модель будет выдавать "поминутный" отчет о работе банка. В конце каждого дня подводится итог за день и повторяются итоги всех предыдущих дней. Эта ин-

формация содержит число клерков, максимальную длину очереди, число потерянных клиентов из-за того, что очередь была переполнена, и среднее время из 360 мин, которое клерк был занят обслуживанием. Последняя цифра дает информацию о загруженности клерка работой.

Для упрощения модели предполагается, что у клерков нет перерывов на обед и прочие нужды. Кроме того, по прошествии 360 мин все клиенты в очереди за исключением тех, кого уже начали обслуживать, считаются потерянными. Их число включается в общее число потерянных клиентов. Возможны такие ситуации, когда клерк оказывается в среднем занятым более 360 мин и продолжает обслуживать какого-либо клиента непосредственно после закрытия банка.

Необходимо провести серию экспериментов, чтобы выяснить, какое количество клерков будет оптимальным для моделируемого банковского учреждения.

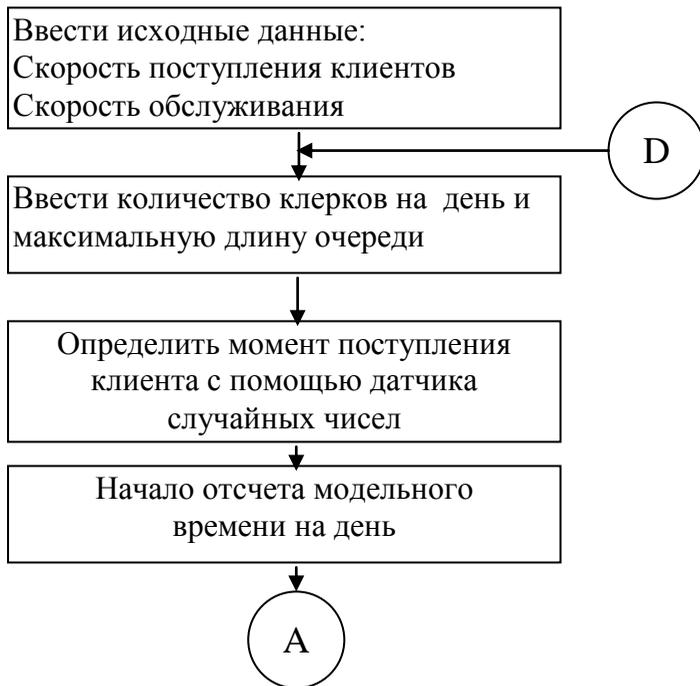


Рис. 8. Блок-схема модели обслуживания в банке

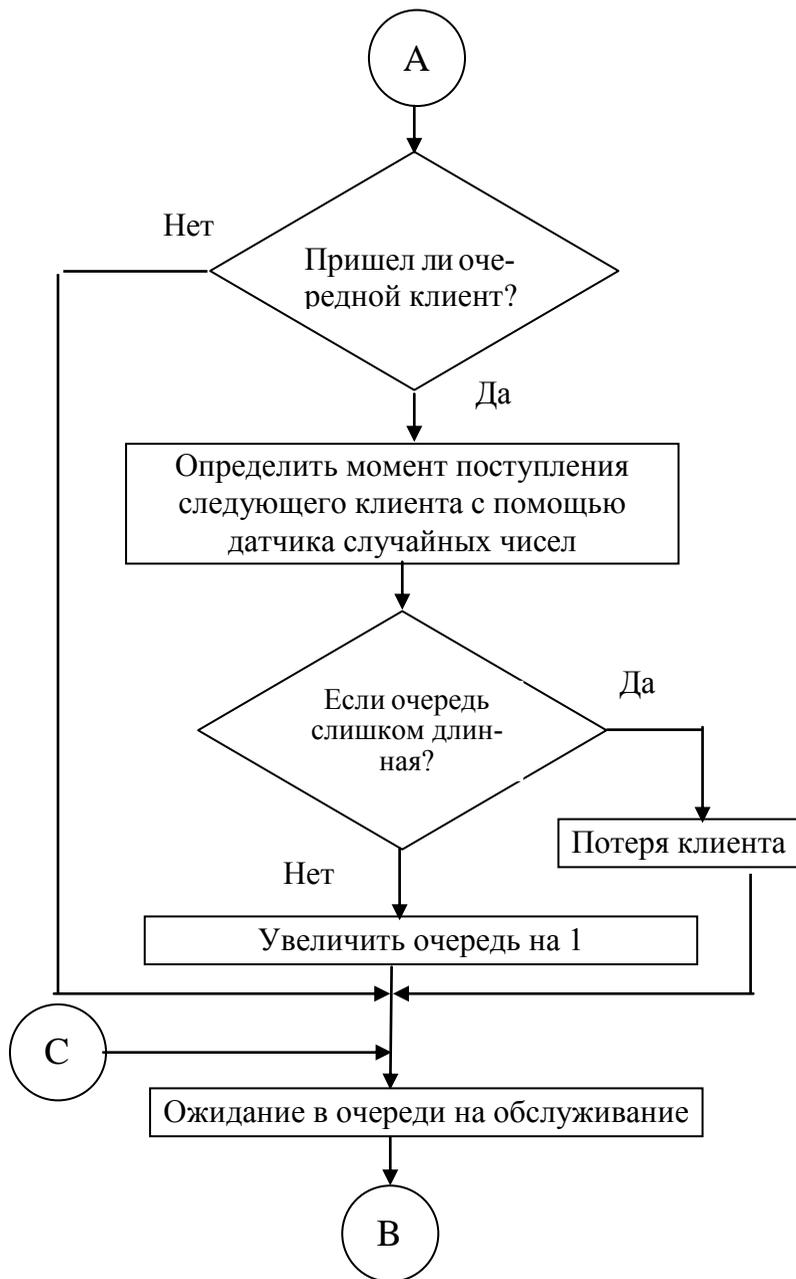


Рис. 8. Продолжение

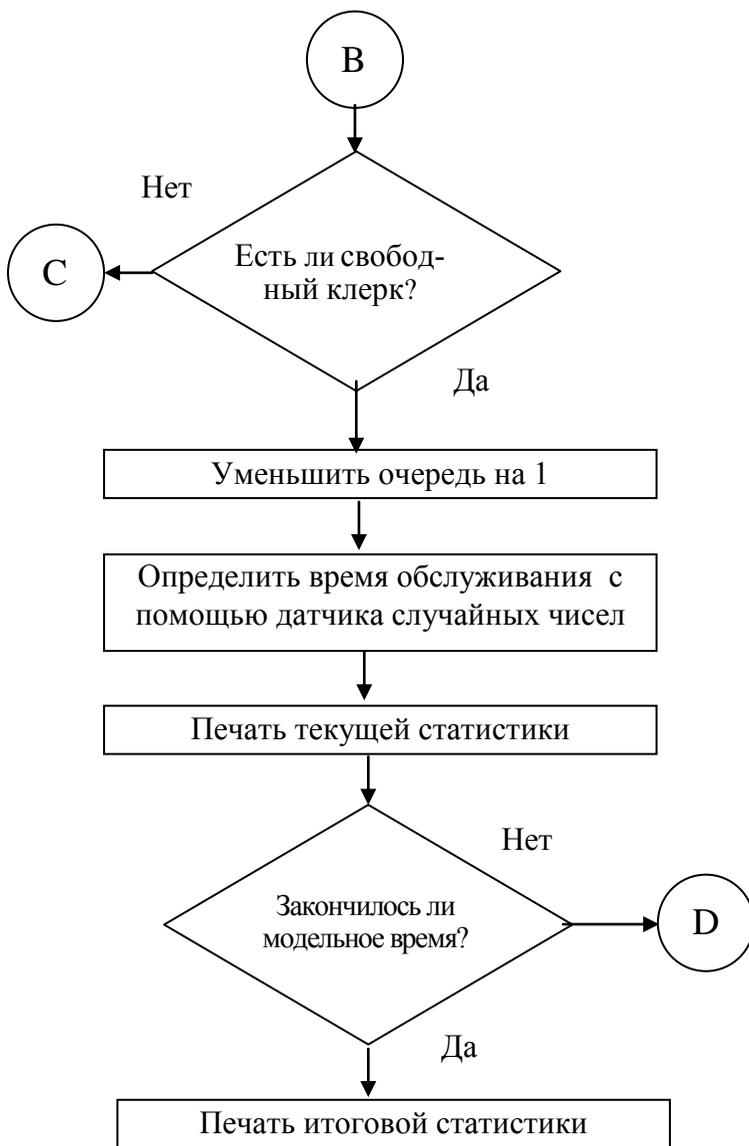


Рис. 8. Окончание

Модель обслуживания в Офисе (с) Амалин С.В.

Обслуживание в ОФИСЕ

Скорость поступления клиентов (чел/час)

Средняя скорость обслуживания (чел/час)

Количество клерков на день (1 - 10)

Максимально допустимая длина очереди

	A	B	C
1			
2	ОБСЛУЖИВАНИЕ В ОФИСЕ		
3	день 1 открыто 10.00 -16.00		
4	поступление (клиентов в час) 24		
5	обслуживание (клиентов в час) 6		
6	max очередь 5		
7	клерки : 4		
8	время :	14,06	
9	длинная очередь - клиент потерян		
10	ждущих клиентов 5		
11	обслуживающих клерков 4		
12	потерянных клиентов 1		
13	общее время обслуживания 865		
14	количество обслуженных 74		

Рис. 9. Фрагмент процесса моделирования обслуживания в офисе

Порядок выполнения работы

1. Изучение студентами исходных положений и постановки задачи на проведение моделирования деятельности банковского учреждения и алгоритма модели по представленной блок-схеме

2. Разбиение студенческой подгруппы на бригады и получение ими исходного задания для моделирования многоканальной системы массового обслуживания

3. Проведение модельного эксперимента с помощью программы "Модель обслуживания в банке", реализованной на ПЭВМ в комплексе программ для учебного процесса "PRIMA"

4. Проведение серии экспериментов до получения оптимальной загруженности клерков банковского учреждения

5. Анализ результатов моделирования

Отчет по работе должен содержать

1. Название и цель работы.
2. Постановку задачи на проведение эксперимента на модели.
3. Блок-схему модели.
4. Исходные данные для моделирования и результаты экспериментов на модели.
5. Анализ полученных результатов моделирования.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬЮ ПРОДУКЦИИ

Цель работы: закрепление на практике знаний о построении моделей производственно-экономических систем и принятия решений с помощью модели по выбранному критерию оптимальности.

Если в модели Обслуживание в банке ввести дополнительные ограничения, получится игровая модель Подразделения фирменной торговли предприятия.

Постановка задачи. Предположим, что производственное предприятие имеет магазин фирменной торговли, который открыт 6 дней в неделю по 6 часов ежедневно с 10.00 до 16.00. Для упрощения модели предположим, что продавцов можно нанимать ежедневно. Платить им приходится 200 усл. ден. ед. в день, а обслуживают они клиентов со скоростью 9 человек в час. Минута обслуживания обходится покупателю примерно в 1.5 ден.ед.

Сначала предполагается, что клиенты появляются со средней скоростью 6 человек в час. Прибегнув, однако, к рекламе (это обойдется в 100 ден.ед.), можно увеличить скорость их появления на 6 человек в час. Если же дать скидку 10 % для всех покупателей, скорость возрастет еще на 6 человек в час.

Клиент всегда прав, он нетерпелив и не любит ждать. Он встанет в очередь, только если она совсем короткая. Если же очередь очень длинная, покупатель уйдет чрезвычайно раздраженным. Настолько раздраженным, что молва об этом отпугнет других потенциальных покупателей. В результате скорость поступления клиентов упадет на 10 %.

Цель игрового моделирования - получить за неделю максимальную прибыль.

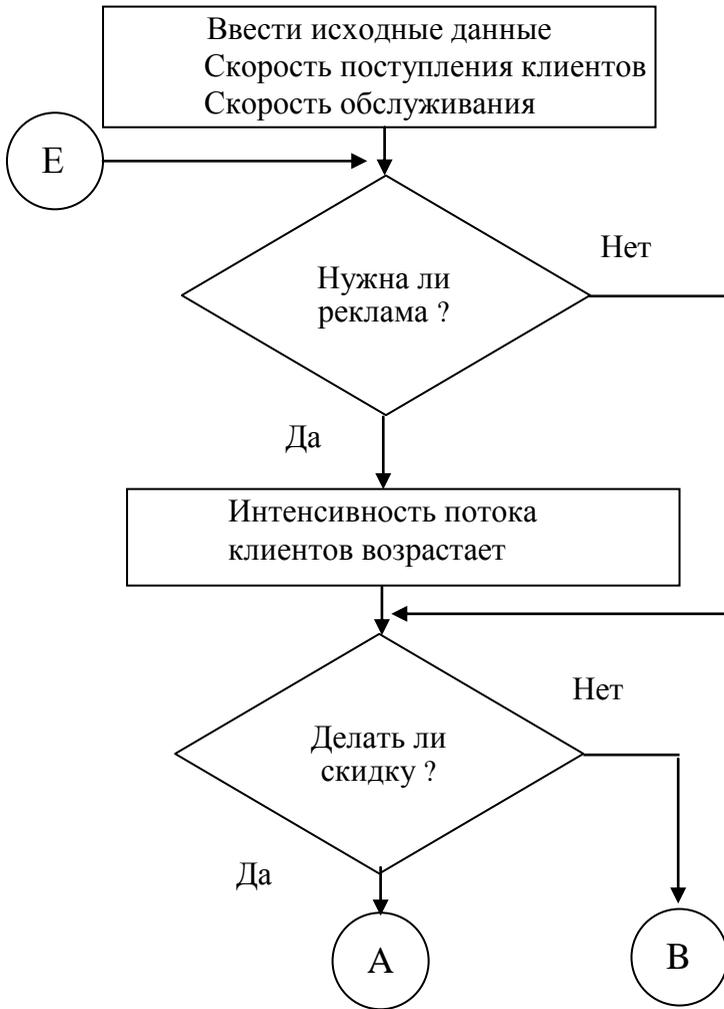


Рис. 10. Блок-схема модели торгового обслуживания

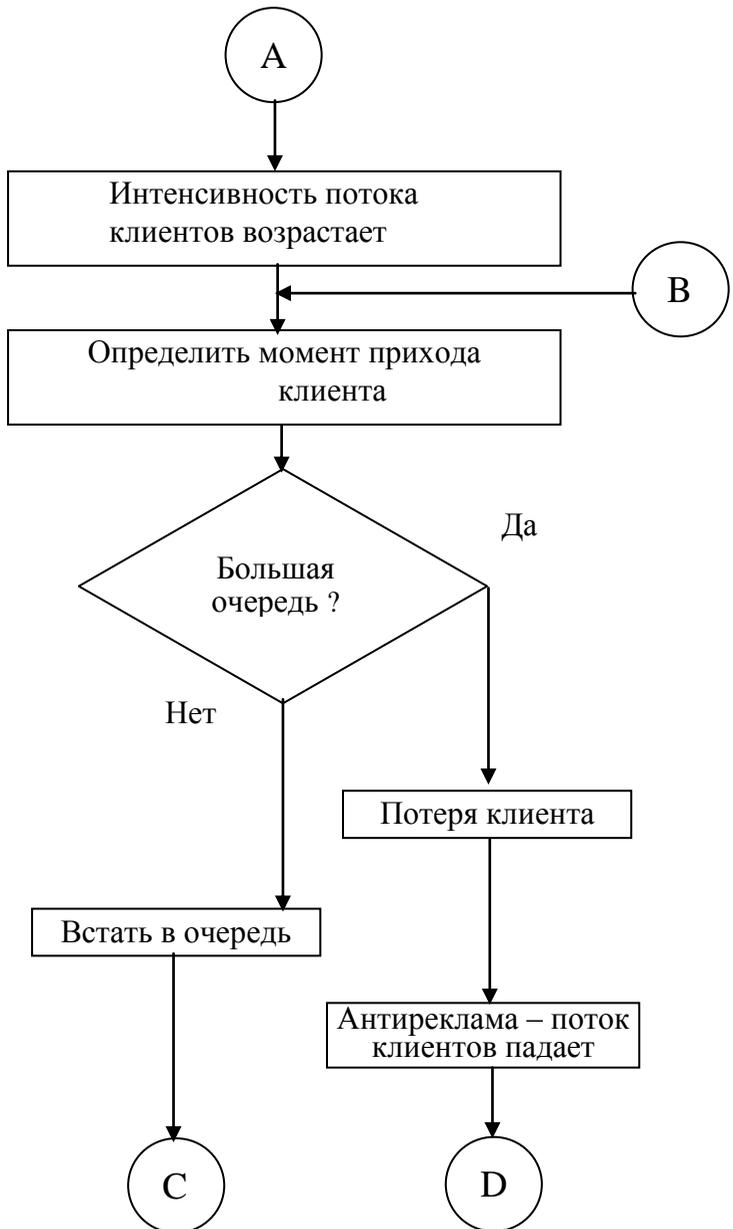


Рис. 10. Продолжение

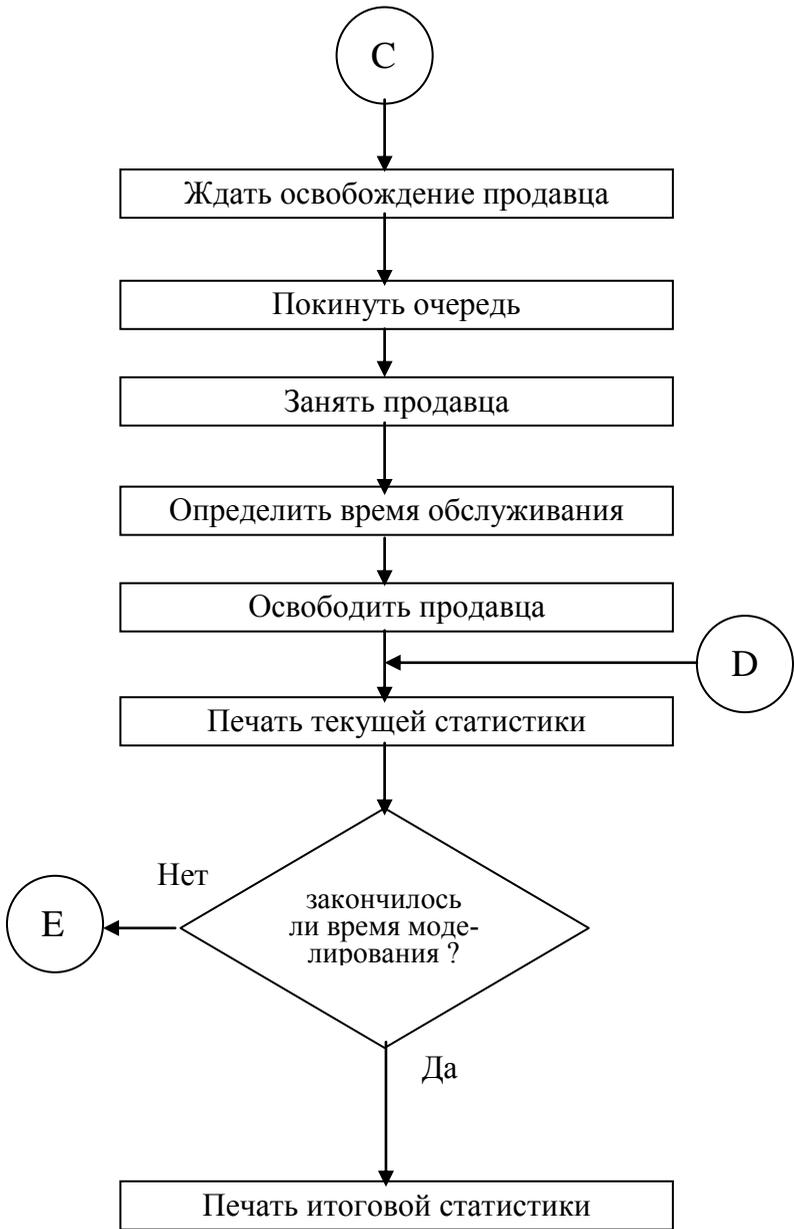


Рис. 10. Окончание

Модель фирменного Магазина (с) Амелин С.В.

Динамическая модель ПРОДАЖ

24 *Скорость поступления клиентов (чел/час)*

6 *Средняя скорость обслуживания (чел/час)*

4 *Количество продавцов на день (1 - 10)*

5 *Максимально допустимая длина очереди*

Пуск ? Конеч

Microsoft Excel

скорость поступления=24
100 долларов на рекламу ?

Да Нет

Microsoft Excel

скорость поступления=30
скидка 10 % у или п

Да Нет

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2	ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОДАЖ								
3	день 2 открыто 10.00 -16.00					Итог продаж - день 2			
4	поступление (покупателей в час) 16,3					скорость поступления = 16,3			
5	обслуживание (покупателей в час) 6					скорость обслуживания чел/час = 6			
6	тах очередь 5					тах очередь = 5			
7	продавцы . 4					продавцов = 4			
8	время 16,00					потерянных клиентов = 14			
9									
10	ждуших покупателей :-(4					выручка			
11	обслуживающих продавцов :-o 4					прибыль = 663			
12	потерянных покупателей :-p 10								
13	выручка \$ 1688								
14	количество обслуженных :-) 125								

Рис. 11. Фрагмент моделирования процесса продаж

Порядок выполнения работы

1. Изучение студентами исходных положений и постановки задачи на проведение эксперимента на модели производственно-экономической системы.
2. Разбиение студенческой подгруппы на бригады и получение ими исходного задания для проведения моделирования.
3. Моделирование производится с помощью программы "Фирменный магазин", реализованной на ПЭВМ в комплексе программ для учебного процесса "PRIMA".
4. Проведение серии экспериментов на модели до получения максимальной прибыли.
5. Анализ результатов моделирования при проведении серии экспериментов.

Отчет по лабораторной работе должен содержать

1. Цель работы, постановку задачи на проведение эксперимента на модели.
2. Блок-схему моделирующего алгоритма
3. Исходные данные для моделирования и результаты экспериментов на модели.
4. Выводы по лабораторной работе, содержащие анализ полученных в результате моделирования данных

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ О ВЛОЖЕНИИ КАПИТАЛА

Цель работы: закрепление на практике теоретических положений создания игровых моделей. Ознакомление с постановкой задачи и формализацией алгоритма игровой модели функционирования производственно-экономических систем в рыночной среде. Развитие навыков принятия решений по эффективному вложению капитала в проекты повышения конкурентоспособности продукции предприятия.

Если два или более лиц (соперников, конкурентов) попадают в ситуацию, когда необходимо принимать решения, выбирая из нескольких вариантов, возникает конфликтная ситуация или просто соперничество (конкуренция). Такое положение характерно для экономической, политической, социальной и военной сфер. Для урегулирования подобных конфликтов несомненную пользу принесет раздел математики называемый теорией игр. В этой науке предпринимается попытка снабдить соперников теорией, при помощи которой они смогут оптимизировать (максимизировать) свой выигрыш. К стратегическим играм, предусматривающим состязание в стратегии, относятся: крестики-нолики, шашки, шахматы, монополия и т.д. Многие стратегические игры возникли как модель той или иной стороны реальной жизни, помогающая получить необходимый навык. Например, шахматы имеют в качестве источника военные действия, монополия - деятельность предприятий и их управляющих в условиях рыночной среды.

Постановка задачи. Предполагается, что в начальный момент моделирования Ваша фирма обладает капиталом в 1000 ден.ед., который можно вложить в три предприятия, условно назовем их X, Y и Z. Вы обязаны вкладывать всю располагаемую Вами сумму, распределяя ее между предприятиями по Вашему усмотрению. Моделирование ведется в течении десяти временных периодов (например, лет). Необходимо каждый раз сообщать, какая сумма будет вложена в то или иное предприятие. Вы обладаете мощной вычислительной техникой и широкой сетью источников информации, используя в том числе и личные связи с работниками данных фирм. Так что Вы способны оценивать прибыль (убыток) в расчете на 1 ден.ед. капиталовложений в каждой из фирм в зависимости от состояния рынка. Всего возможно три состояния, и компьютер Вам подскажет, с какой вероятностью то или иное состояние может возникнуть. Прибыль или убыток на 1 ден.ед. выводится на экран дисплея в виде таблицы:

	Состояние рынка		
	N 1	N 2	N 3
	.222	.413	.365
X	.4	-.1	.3
Y	-.2	.1	.1
Z	-.1	.4	-.3

Здесь вероятность первого состояния равна 0.222, т.е. в 22.2% случаев возникает ситуация номер 1 на рынке. При этом, если на рынке наблюдается состояние номер 1, то в предприятии X Ваша прибыль составит 0.4 ден.ед., в фирме Y Вы понесете убыток в 0.2 ден.ед. на 1 ден.ед., а в фирме Z Вы на каждом долларе потеряете 0.1 ден.ед. Таким образом, если Вы вложите в предприятия X, Y и Z соответственно суммы 300, 300 и 400 ден.ед., а на рынке было состояние номер 1, то Ваш общий доход составит

$$300 \cdot 0.4 + 300 \cdot (-0.2) + 400 \cdot (-0.1) = 20 \text{ ден.ед.}$$

и теперь Ваш капитал составит 100 ден.ед.

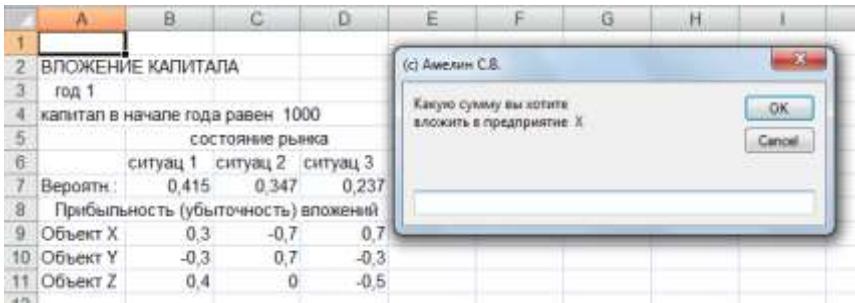


Рис. 12. Фрагмент процесса моделирования вложения капитала

В конце каждого года Вам придется принимать решение, куда вкладывать деньги. Достаточно указать только, сколько Вы вложите в X и Y, а остаток компьютер автоматически переведет в Z.

Вам отводится 10 лет на то, чтобы разбогатеть. Если Вы вкладываете деньги оптимальным образом, то Ваш капитал должен увеличиваться в среднем не менее чем на 5 % ежегодно. Играя более рискованно, Вы можете разбогатеть (или разориться) несколько больше.

Порядок выполнения работы

1. Изучение студентами исходных положений и постановки задачи на проведение модельного эксперимента
2. Разбиение студенческой подгруппы на бригады и получение ими исходного задания для моделирования
3. Составление (на основе данных постановки задачи) блок-схемы моделирующего алгоритма
4. Модельные эксперименты проводятся с помощью программы "Вложение капитала", реализованной на ПЭВМ в комплексе программ для учебного процесса "PRIMA"
5. Анализ полученных результатов моделирования при проведении серий экспериментов (не менее трех).

Отчет по работе должен содержать

1. Название, цель работы и постановку задачи на проведение модельного эксперимента
2. Блок-схему модели производственно-экономической системы
3. Исходные данные, порядок распределения средств и результаты каждой серии модельных экспериментов
4. Выводы по лабораторной работе должны содержать анализ полученных результатов и правила принятия решений о вложении капитала (на чем основывался выбор при каждом прогоне модели ?).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

МЕТОД ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК

Цель работы: Изучение практического применения метода экспертных оценок экономических показателей конкурентоспособности проектируемых изделий.

Исходные положения. Для определения себестоимости новых изделий в ходе их проектирования используют расчетно-аналитический метод установления прямых затрат (главным образом стоимости материалов и заработной платы) на изготовление. Этот метод основан на использовании разработанной технической и экономической документации на детали и сборочные единицы изделия, содержащей информацию о расходе и цене материала, транспортно-заготовительных расходах, нормах времени на операции, тарифных ставках и так далее. При отсутствии данных для расчета аналитическим методом могут быть использованы экспертный и нормативно-параметрический методы, основанные на обработке статистической информации по аналогичным изделиям.

Сущность метода экспертных оценок состоит в том, что на основе заключений экспертов устанавливается перечень основных технико-экономических параметров изделия, строятся графики, показывающие зависимость затрат от основных параметров изделия, устанавливаются усредненные значения оценок вероятных затрат на изготовление изделия. Так, например, соотношение затрат на электродвигатель и его мощности показано на рис. 13.

Для определения размера затрат экспертным методом целесообразно выяснить мнение группы квалифицированных специалистов, на основании которого строятся графики и устанавливаются интересующие разработчика параметры.

Первоначальный выбор факторов технико-экономических параметров, влияющих на исследуемую зависимую величину, например себестоимость, производится в процессе сбора исходной информации на основе логического анализа.

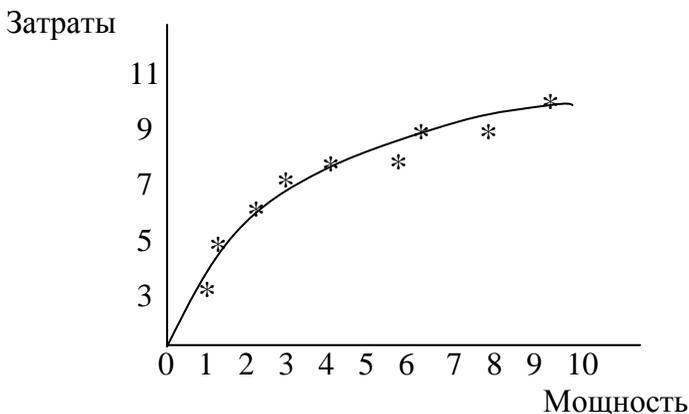


Рис. 13. Соотношение затрат на электродвигатель и его мощности

Выбранное количество факторов обычно бывает значительным. Установление количественных зависимостей между всеми первоначально выбранными факторами и себестоимостью (и последующее внесение их в нормативные таблицы) намного усложнило бы получение таких зависимостей и использование нормативов в производственных условиях.

В связи с этим необходимо выбрать из первоначально намеченных факторов только те, которые оказывают наиболее сильное влияние на прогнозируемый показатель.

С этой целью используется метод экспертной оценки значимости факторов, включающий следующие этапы:

- организация опроса;
- проведение опроса;
- обработка результатов опроса и получение оценок значимости факторов;
- анализ результатов.

В задачи организации опроса (анкетирования) входит разработка анкет опроса (листов оценок) и выбор экспертов. Исследователю необходимо сформировать анкету, которая используется при опросе экспертов, и построить некоторую

бальную шкалу, по которой оценивается степень влияния каждого фактора. Следующим важным вопросом подготовки анкетирования является выбор меры влияния факторов на рассматриваемый показатель. На основе этой меры эксперты проводят ранжирование факторов. Самая простая оценка меры влияния - по двухбалльной шкале, при которой факторы делятся на две группы - влияющие на данный параметр и не влияющие. Однако использование такой шкалы не всегда целесообразно, так как это может привести к потере информации. Поэтому предлагается использовать многобалльную шкалу оценок, построенную следующим образом: каждый эксперт систематизирует факторы в порядке уменьшения (или увеличения) их влияния на рассматриваемый параметр и присваивает им порядковые номера.

В тех случаях, когда эксперт не в состоянии различить несколько факторов, он должен задать каждому из этих факторов порядковый номер, равный среднему арифметическому из тех порядковых номеров, которые у них должны были бы быть.

Например, если неразличимы факторы с порядковыми номерами 3 и 4, то каждому из них присваивается ранг, равный $(3+4)/2=3,5$.

При разработке анкет опроса очень важно четко поставить вопросы, обеспечив этим однозначность их понимания разными экспертами. В анкеты помещаются все те факторы, которые были первоначально намечены на основе логического анализа и имеют наиболее широкое применение в технико-экономической документации и литературе.

Экспертная группа формируется из ведущих специалистов, имеющих большой опыт работы в интересующей нас области.

При постановке задачи экспертам объясняют необходимость и цель экспертного опроса. Если исследователь не сформировал перечень факторов на первом этапе, то эту работу можно провести следующим образом. Экспертам раздаются формы, в которые необходимо внести наименования

факторов, влияющих на рассматриваемый параметр. На основании обработки полученной информации исследователь составляет примерный перечень факторов.

При проведении опроса каждому эксперту раздается анкета и достаточно полный перечень факторов. Задача эксперта сводится к заполнению анкет по заданным правилам.

Результаты опроса обрабатываются с помощью экономико-математических методов ранговой корреляции. Предварительные данные опроса для каждого из участвующих в оценке экспертов сводятся в одну таблицу-матрицу рангов.

Для оценки степени согласованности мнений экспертов рассчитывается коэффициент конкордации:

$$W = \frac{S(d^2)}{\frac{1}{12}n^2(m^3 - m) - n \sum_{j=1}^n T_j} \quad (1)$$

где: m - общее количество оцениваемых факторов;

n - общее количество экспертов, участвующих в оценке значимости факторов; T_j - показатель связанных (одинаковых) рангов в j -ой ранжировке.

$$S(d^2) = \sum_{i=1}^m d_i^2 = \sum_{i=1}^m \left[\sum_{j=1}^n (X_{ij}) - \bar{X} \right]^2 \quad (2)$$

$$\bar{X} = \frac{1}{m} \cdot \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij} \text{ или } \bar{X} = \frac{n(m+1)}{2}; T_j = \frac{1}{12} \sum_{t_j} (t_j^3 - t_j)$$

где x_{ij} - место ранга i -го параметра (фактора) у j -го эксперта; t_j - число одинаковых рангов у j -го эксперта.

Коэффициент конкордации позволяет определить, - существует ли неслучайная согласованность во мнениях экспертов. Чем ближе значение W к 1, тем выше будет степень неслучайной согласованности.

По данным матрицы рангов определяется средневзвешенная значимость (γ_i) для каждого из оцениваемых факторов:

$$\gamma_i = \sum_{j=1}^n X_{ij} / \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij} \quad (3)$$

На основании рассчитанных по формуле (3) значений γ_j строится диаграмма ранжировки факторов. Диаграмма наглядно позволяет выделить наиболее важные факторы, характеризующиеся наибольшей величиной значимости (γ_j) и факторы, имеющие наибольшие величины значимости. Последние факторы предлагается исключать из дальнейшего анализа, оставляя меньшее количество факторов, но имеющих наибольшую степень влияния на рассматриваемый параметр.

Пример расчета. Выявление и составление перечня технико-экономических параметров, характеризующих однородную совокупность изделий, установление степени (ранга) влияния отдельных характеристик изделия на величину себестоимости и отбор наиболее значимых из них можно проводить экспертным методом с априорным ранжированием его результатов. С помощью обработки методом ранговой корреляции субъективные мнения (обычно не менее семи) экспертов о степени важности каждого параметра изделия приобретают объективное значение.

Экспертный опрос проводится с помощью специального листа оценки (табл. 1), в котором перечислены технико-экономические параметры изделия, оказывающие влияние на величину себестоимости.

Таблица 1

Лист оценки влияния технико-экономических параметров изделия на себестоимость

Технико-экономические характеристики изделия	Оценка влияния на себестоимость изделия
1. Группа сложности изделия	
2. Количество деталей	
3. Уровень унификации деталей	
4. Габариты изделия	
5. Масса изделия	

Оценку значения каждого параметра можно вести по пятибалльной шкале, причем "5"- означает максимальное

влияние, "4"-очень сильное, "3"- достаточно большое, "2"-слабое и "1"- практически нет влияния. (Возможен и обратный порядок оценок, тогда наиболее значимый параметр получает оценку, равную 1 месту и т.д.).

При проведении экспертного опроса необходимо обеспечить полную самостоятельность мнений экспертов, так как это способствует повышению объективности достоверности результатов экспертизы. В результате получают матрицу влияния технико-экономических характеристик на величину себестоимости изделия (табл.2).

Таблица 2.

Матрица оценок влияния параметров изделия на себестоимость

Технико-экономические характеристики изделия	Экспертные оценки (сводные данные по семи опросным листам)						
	1	2	3	4	5	6	7
1.	5	5	5	5	4	5	5
2.	4	5	4	5	5	5	5
3.	5	4	4	5	5	4	4
4.	3	2	3	3	3	4	3
5.	1	2	1	1	2	1	1

Матрица оценок подвергается обработке и преобразуется в матрицу нормальной ранжировки так, чтобы сумма рангов в каждом столбце равнялась значению $(m+1) \cdot m/2$, где m -число ранжируемых характеристик. Для этого расставим ранги (места), занимаемые оценками, в порядке их возрастания, причем ранжируемым параметрам, получившим одинаковые оценки, приписываются значения рангов, равные среднему арифметическому значению мест, которые они делят между собой. Например, для оценок "1", "3" и "4" первого столбца значения мест составят 1, 2 и 3 соответственно, а для оценок "5" этого же столбца среднеарифметическое значение мест будет равно $(4+5)/2=4,5$, поскольку таких оценок – две, и они делят между собой 4 и 5 места. Следовательно этим оценкам будет соответствовать ранг 4,5.

Стандартизованные значения рангов вносятся на соответствующие места в матрицу (табл. 3).

Таблица 3

Матрица стандартизованных рангов

Параметры (m)	Эксперты (n)							$\sum_j x_{ij}$	$d_i = \sum x_i - \bar{x}$	d_i^2
	1	2	3	4	5	6	7			
1.	4,5	4,5	5	4	3	4,5	4,5	30,0	9	81,00
2.	3	4,5	3,5	4	4,5	4,5	4,5	28,5	7,5	56,25
3.	4,5	3	3,5	4	4,5	2,5	3	25,0	4,0	16,00
4.	2	1,5	2	2	2	2,5	2	14,0	-7,6	49,00
5.	1	1,5	1	1	1	1	1	7,5	-13,5	183,25
T_j	0,5	1	0,5	2	0,5	1	0,5	$\bar{X}_i = 21$	$S(d^2) = 385,50$	

Средняя сумма рангов:

$$\bar{x} = \frac{1}{m} \cdot \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij} \text{ или } \bar{x} = \frac{n(m+1)}{2} = 7 \cdot (5+1) / 2 = 21$$

где m -число ранжируемых параметров; n -число экспертов; X_{ij} -место ранга i -го параметра у j -го эксперта.

Степень согласованности мнений экспертов при наличии совпадающих рангов определяется величиной коэффициента конкордации

$$W = \frac{S(d^2)}{\frac{1}{12} n^2 (m^3 - m) - n \sum_{j=1}^n T_j} =$$

$$= 385,5 / \left(\frac{1}{12} 7^2 (5^3 - 5) - 7 \cdot 6 \right) = 0,86,$$

где $S(d^2) = \sum_{i=1}^m d_i^2 = \sum_{i=1}^m \left[\sum_{j=1}^n (x_{ij}) - \bar{x} \right]^2$; $T_j = \frac{1}{12} \sum_{t_j} (t_j^3 - t_j)$;

t_j - число повторений каждого ранга у j -го эксперта (число связанных рангов в j -м столбце).

Например, для 4-го столбца число повторений оценок составит 3, 1, 1, тогда $T_4 = (3^3 - 3 + 1^3 - 1 + 1^3 - 1) / 12 = 2$.

Значимость полученного коэффициента конкордации обычно оценивается по критерию Пирсона – ХИ - квадрат:

$$\chi^2 = \frac{S(d^2)}{\frac{1}{12} \cdot n \cdot m \cdot (m + 1) - \frac{1}{m - 1} \cdot \sum_{j=1}^n T_j} =$$

$$= 385,5 / ((1 / 12) 7 * 5 (5 + 1) - (1 / (5 - 1)) * 6) = 24,08$$

Для 1%-ного уровня достоверности α (вероятность ошибки), при $\nu = m - 1 = 4$ степенях свободы (число оцениваемых факторов без одного) величина $\chi^2 = 13,277$ (см. табл. 4), то есть $\chi^2_{\text{расч}} > \chi^2_{\text{табл}}$. Следовательно, полученная ранжировка статистически значима. Поэтому с вероятностью 99% можно утверждать, что имеется неслучайная согласованность мнений экспертов по ранжировке параметров изделий. Диаграмма значимости технико-экономических характеристик изделия приведена на рис. 14.

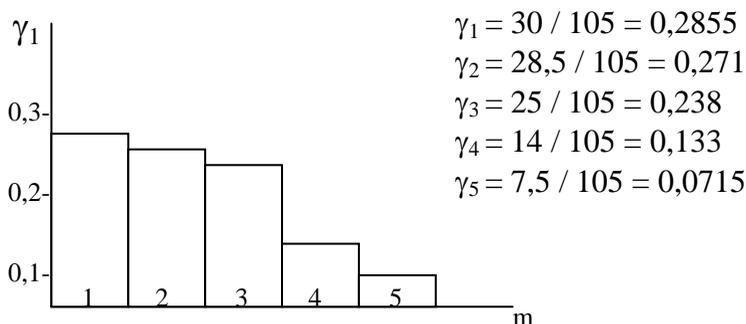


Рис. 14. Диаграмма значимости параметров изделия

Таблица 4

Таблица квантилей χ^2 (ХИ – квадрат) распределения

$\alpha \backslash v$	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01
1	1,642	2,706	3,841	5,412	6,635
2	3,219	4,605	5,991	7,824	9,210
3	4,642	6,251	7,815	9,837	11,340
4	5,989	7,779	9,488	11,668	13,277
5	7,289	9,236	11,070	13,338	15,086
6	8,558	10,645	12,592	15,033	16,812
7	9,803	12,017	14,067	16,622	18,475
8	11,030	13,362	15,507	18,168	20,090
9	12,242	14,684	16,919	19,678	21,666
10	13,442	15,987	18,307	21,161	23,209
11	14,631	17,275	19,675	22,618	24,725
12	15,812	18,549	21,026	24,054	26,217
13	16,985	19,812	22,362	25,472	27,688
14	18,151	21,064	23,685	26,873	29,141
15	19,311	22,307	24,996	28,259	30,578

Диаграмма наглядно показывает наиболее важные параметры и те, которые можно отсеять. В рассматриваемом примере наиболее значительными оказались первый, второй и третий параметры. Остальные можно не учитывать при определении величины себестоимости.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		Эксперт1	Эксперт2	Эксперт3	Эксперт4	Эксперт5	Эксперт6	Эксперт7
2	Объект1	5	5	5	5	4	5	5
3	Объект2	4	5	4	5	5	5	5
4	Объект3	5	4	4	5	5	4	4
5	Объект4	3	2	3	3	3	4	3
6	Объект5	1	2	1	1	2	1	1
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								

The dialog box contains the following text and controls:

- Title: Экспертный опрос (с) Амелин С.В.
- Section: *Обработка результатов экспертного опроса*
- Label: *Максимальная оценка*
- Input field: Лист1!\$B\$2
- Button: *Пуск*
- Label: *Экспертные оценки*
- Input field: Лист1!\$B\$2:\$H\$6
- Button: *Конец*
- Text: *Вопросы ?*

Рис. 15 Ввод исходных данных в программу обработки результатов экспертного опроса в Excel

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
17	ПРЕОБРАЗОВАННАЯ МАТРИЦА РАНГОВ									
18		эксперт 1	эксперт 2	эксперт 3	эксперт 4	эксперт 5	эксперт 6	эксперт 7	абс знач	относ знач
19	объект 1	4,5	4,5	5	4	3	4,5	4,5	30	0,285714
20	объект 2	3	4,5	3,5	4	4,5	4,5	4,5	28,5	0,271429
21	объект 3	4,5	3	3,5	4	4,5	2,5	3	25	0,238095
22	объект 4	2	1,5	2	2	2	2,5	2	14	0,133333
23	объект 5	1	1,5	1	1	1	1	1	7,5	0,071429
24										
25	КОЭФФИЦИЕНТ КОНКОРДАЦИИ W = 0,858259									
26	КРИТЕРИЙ ПИРСОНА ХИ-КВАДРАТ χ^2 = 24,03125									
27	Число степеней свободы ν = 4 9,487729									
28										
29	ЭНТРОПИЙНЫЙ КОЭФФ. КОНКОРДАЦИИ Kk = 0,726091									
30										
31	Ранговая корреляция Спирмена									
32		эксперт 2	эксперт 3	эксперт 4	эксперт 5	эксперт 6	эксперт 7			
33	эксперт 1	0,758098	0,925	0,930233	0,775	0,682927	0,775			
34	эксперт 2		0,897436	0,904762	0,74359	0,925	0,974359			
35	эксперт 3			0,930233	0,7	0,878049	0,925			
36	эксперт 4				0,918919	0,842105	0,918919			
37	эксперт 5					0,682927	0,775			
38	эксперт 6						0,974359			

Рис. 16. Обработка результатов экспертного опроса в Excel

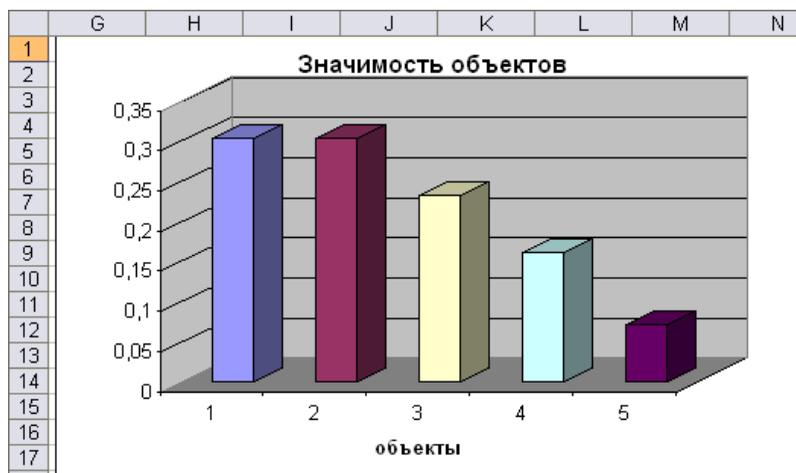


Рис. 17. Диаграмма значимости оцениваемых объектов

Порядок выполнения работы

1. Изучение студентами исходных положений, порядка проведения экспертного опроса и математической обработки его результатов.

2. Разбиение студенческой подгруппы на бригады, получение ими исходного задания для проведения экспертизы и подготовка бланков таблиц.

3. На основе исходных данных (перечня технико-экономических параметров изделия) каждая бригада проводит сбор мнений 7-8 экспертов (студентов своей группы) о степени влияния характеристик изделия на величину себестоимости.

4. Обработка результатов проведенного эксперимента (опроса), расчёт таблицы рангов, коэффициента конкордации и критерия ХИ-квадрат, а также построения диаграммы значимости оцениваемых параметров (объектов) и установление наиболее значимых технико-экономических характеристик по их влиянию на заданный экономический параметр изделия (себестоимость).

5. Проверка результатов обработки экспертного опроса проводится с помощью программы "Экспертный опрос", реализованной на ПЭВМ в комплексе программ для учебного процесса "PRIMA" Excel.

6. Анализ полученных результатов моделирования и выводы по лабораторной работе.

Отчет по работе должен содержать:

1. Название и цель работы. Краткое изложение сущности, значения и области использования экономико-математических моделей взаимосвязи экономических параметров изделий и их технико-экономических характеристик.

2. Исходные данные для проведения экспертного исследования, листы опроса экспертов, матрицу рангов и преобразованную матрицу рангов.

3. Основные аналитические зависимости, характеризующие степень достоверности проведенного исследования.

4. Диаграмму ранжировки и перечень наиболее значимых технико-экономических характеристик по их влиянию на рассматриваемый экономический параметр (себестоимость).

5. Выводы по результатам исследования и его актуальности.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕБЕСТОИМОСТИ НОВЫХ ИЗДЕЛИЙ С ПОМОЩЬЮ КОРРЕЛЯЦИОННО- РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА.

Цель работы: *Цель работы:* Изучение практического применения нормативно-параметрического метода расчета экономических показателей проектируемых изделий на основе корреляционно-регрессионного анализа.

Расчет себестоимости на стадиях технического задания и технического предложения имеет укрупненный характер, так как на этих этапах еще отсутствуют необходимые данные для расчета всех статей затрат. Определение себестоимости поэтому ведется средствами укрупненного расчета *нормативно-параметрическим методом.*

Нормативно-параметрический метод расчета себестоимости применяется при наличии статистических или отчетных данных по аналогичным изделиям или деталям. Сущность этого метода состоит в выявлении функциональной взаимосвязи между себестоимостью и технико-экономическими параметрами изделий. Метод применяется при определении себестоимости путем анализа параметров функционально однородных изделий. В общем случае взаимосвязь между себестоимостью и параметрами изделий описывается выражением:

$$S=f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_m),$$

где S -себестоимость изделия, ден.ед.;

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_m$ - технико-экономические параметры изделия;

$f(x_i; i = 1, m)$ - некоторая функция, наилучшим образом моделирующая взаимосвязь между себестоимостью изделия и его параметрами.

Определение себестоимости нормативно-параметрическим методом включает в себя следующие основные этапы:

-выбор изделий с одинаковым составом основных технико-экономических параметров;

-группировка на ЭВМ отобранной совокупности изделий в параметрические ряды, характеризующиеся относительно однородными взаимосвязями между себестоимостью и технико-экономическими параметрами изделий;

-исследование и отбор с применением корреляционных полей взаимосвязей себестоимости с технико-экономическими параметрами изделий;

-выбор и обоснование типа нормативно-параметрического уравнения;

-расчет на ЭВМ коэффициентов нормативно-параметрических уравнений;

-расчет себестоимости.

Величина прогнозируемого показателя (себестоимости) складывается под влиянием многих различных факторов, каждый из которых в отдельности может и не оказывать решающего влияния на прогнозируемый показатель. Однако общее их влияние достаточно сильно, чтобы по их изменениям можно было судить о величине зависимого показателя.

Для исследования совместного влияния ряда показателей - факторов на величину зависимого показателя - прогнозируемую величину себестоимости - строятся модели множественного корреляционно-регрессионного анализа.

В моделях множественного корреляционно-регрессионного анализа зависимая переменная S (себестоимость) рассматривается как функция нескольких независимых переменных - факторов $X_i (i=1, m)$:

$$S=f(x_1, x_2, \dots, x_m). \quad (4)$$

Одним из важнейших вопросов моделирования в множественном корреляционно-регрессионном анализе является вопрос о форме связи. В многофакторных моделях выбор уравнения связи представляет собой сложную задачу, так как действия разных факторов на себестоимость могут описываться разными зависимостями. В данном случае большое значение имеет качественный анализ характера связи каждого

фактора с себестоимостью. Если эта связь линейная, то применяется линейное уравнение регрессии для m факторов:

$$S = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_m x_m. \quad (5)$$

Если воздействие каких-либо факторов не может считаться линейным, то соответствующие независимые переменные включаются в уравнение не только в первой, но и в более высоких степенях.

В экономико-математических моделях часто применяется логарифмическая форма связи:

$$\lg S = a_0 + a_1 \lg x_1 + a_2 \lg x_2 + \dots + a_m \lg x_m. \quad (6)$$

Эта функция является результатом линеаризации следующей зависимости :

$$S = a_0 x_1^{a_1} x_2^{a_2} \dots x_m^{a_m}. \quad (7)$$

В связи с тем, что форма связи между себестоимостью и факторами может быть как линейной, так и нелинейной, что в некоторых случаях позволяет точнее отразить действительный характер связи между изучаемыми признаками, поэтому для дальнейшего корреляционно-регрессионного анализа нелинейные зависимости путем несложных пересчетов приводят к линейной форме связи.

Так, для зависимости (6), обозначив: $S' = \lg S$, $x_1' = \lg x_1$, $x_2' = \lg x_2$ и т. д., до последнего элемента $x_m' = \lg x_m$, получим линейную зависимость:

$$S' = a_0 + a_1 x_1' + a_2 x_2' + \dots + a_m x_m'.$$

В результате корреляционно-регрессионного анализа должны быть определены параметры уравнения регрессии - коэффициенты при независимых переменных (факторах) a_0, a_1, \dots, a_m , удовлетворяющие требованию наименьшей суммы квадратов отклонений фактических значений функции S от вычисленных по уравнению, а именно:

$$\sum_{i=1}^n [(a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_m x_m) - S_{\phi}] \rightarrow \min. \quad (8)$$

Определив коэффициенты a_0, a_1, \dots, a_m , и подставив их в уравнение регрессии, рассчитывается прогнозируемая

величина себестоимости при значениях факторов x_1, x_2, \dots, x_m , соответствующих новому изделию, для которого производится анализ.

Надежность оценок себестоимости, полученных из уравнения регрессии, будет тем выше, чем меньше рассеивание фактических значений S_ϕ по отношению к вычисленным значениям этой переменной S_p . Мерой надежности является среднеквадратическая ошибка:

$$\sigma_{s1,2,\dots,m} = \sqrt{\frac{\sum (y_\phi - y_p)}{N - k}}, \quad (9)$$

где N - число единиц наблюдений; k - количество постоянных величин в уравнении.

Мерой тесноты связи между включенными в уравнение факторами и себестоимостью является коэффициент множественной корреляции ($R_{s1,2,3,\dots,m}$), который характеризует силу совместного воздействия ряда факторов на себестоимость и изменяется от 0 до 1 по абсолютной величине. Очевидно, чем ближе коэффициент к 1, тем теснее связь:

$$R_{s1,2,\dots,m} = \sqrt{1 - \frac{\sigma_{s1,2,\dots,m}^2}{\sigma_s^2}}, \quad (10)$$

где $\sigma_{s1,2,3,\dots,m}$ - средний квадрат отклонений фактических значений S_ϕ от S_p , вычисленных по уравнению;

σ_s - средний квадрат отклонений S'_ϕ от среднеарифметической величины этой зависимой переменной.

Для установления формы взаимосвязи между технико-экономическими параметрами и себестоимостью изделия применим корреляционно-регрессивный анализ. Искомую зависимость представим следующей моделью:

$$S = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + \dots + a_mx_m,$$

где S - величина себестоимости; $x_1, x_2, x_3, \dots, x_m$ - параметры изделия (факторы).

Для проведения регрессионного анализа статистических данных (табл. 5) используем программу, реализованную на ЭВМ.

Таблица 5.

Статистические данные по технико-экономическим характеристикам однотипных изделий

Изделия	Технико-экономические параметры					Себестоимость
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	
1	1	38	69,0	4,18	32,7	414
2	1	12	50,8	4,45	34,7	460
3	1	2	47,4	16,8	136,0	662
4	1	6	32,6	20,4	163,0	662
5	1	4	31,4	13,7	104,0	568
6	2	6	24,2	15,6	122,5	828
7	2	20	31,0	8,84	62,7	662
8	2	2	23,7	15,25	117,0	828
9	3	4	40,5	8,76	69,2	938
10	3	10	58,0	6,8	49,0	662
11	3	2	9,5	1,55	12,8	372
12	4	1	24,1	394,0	3670	7912
13	4	1	19,4	21,0	160	864
14	5	2	11,5	25,4	234	940
15	5	4	45,5	6,64	56,5	7360
16	за	-да-	ть	значе	ния	определить

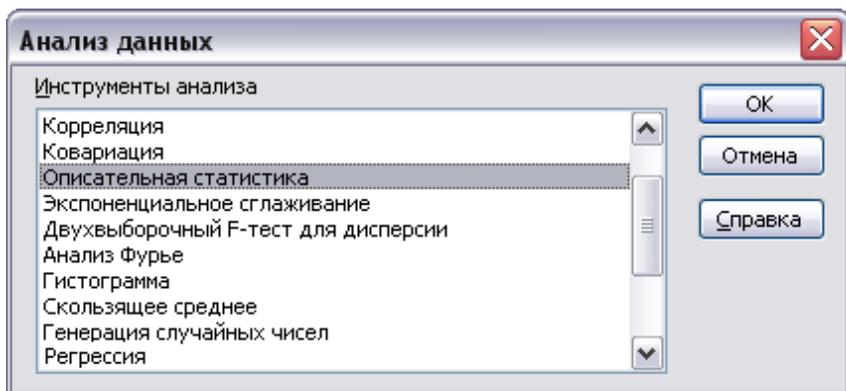


Рис. 18. Выбор программы для анализа данных

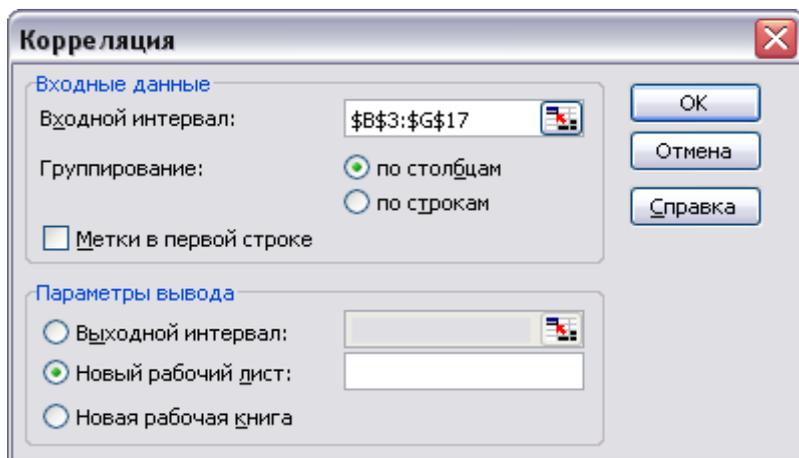


Рис. 19. Задание интервала данных для корреляции

	A	B	C	D	E	F	G
1		Столбец 1	Столбец 2	Столбец 3	Столбец 4	Столбец 5	Столбец 6
2	Столбец 1	1					
3	Столбец 2	-0,421763	1				
4	Столбец 3	-0,4075888	0,6497153	1			
5	Столбец 4	0,2891769	-0,216973	-0,2033191	1		
6	Столбец 5	0,2922306	-0,2141648	-0,201157	0,9999388	1	
7	Столбец 6	0,5745807	-0,2464823	-0,0313245	0,7011098	0,7033452	1

Рис. 20. Результат расчета парных коэффициентов корреляции

Регрессия

Входные данные

Входной интервал Y:

Входной интервал X:

Метки Константа - ноль

Уровень надежности: %

Параметры вывода

Выходной интервал:

Новый рабочий лист:

Новая рабочая книга

Остатки

Остатки График остатков

Стандартизованные остатки График подбора

Нормальная вероятность

График нормальной вероятности

OK
Отмена
Справка

Рис. 21. Задание интервала данных для регрессии

	A	B	C	D	E	F	G
1	Вывод итогов						
2							
3	Регрессионная статистика						
4	Множественный R	0,858423196					
5	R-квадрат	0,736890384					
6	Нормированный R-кв	0,590718375					
7	Стандартная ошибка	1571,012841					
8	Наблюдения	15					
9							
10	Дисперсионный анализ						
11		<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>	
12	Регрессия	5	62211138,27	12442227,65	5,04125509	0,017689011	
13	Остаток	9	22212732,13	2468081,347			
14	Итого	14	84423870,4				
15							
16		<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>
17	Y-пересечение	-2396,538649	2124,396439	-1,126103307	0,268450248	-7202,26726	2409,179963
18	Переменная X 1	791,4416221	371,682271	2,129292654	0,062092833	-49,36470931	1632,267953
19	Переменная X 2	-46,05063814	60,20744712	-0,764866148	0,463933915	-182,2493456	90,14806936
20	Переменная X 3	66,80636807	33,36411294	1,701598846	0,123039687	-18,71374199	132,3264781
21	Переменная X 4	-87,26390766	445,9293592	-0,195667566	0,849216753	-1096,0162	921,5083844
22	Переменная X 5	10,9375853	47,6974758	0,229311617	0,823753073	-96,96160101	118,8367716

Рис. 22. Результат проведения регрессионного анализа

В результате расчетов на ЭВМ получим значения коэффициентов $a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5$. Таким образом, искомая зависимость себестоимости изделия от его технико-экономических параметров имеет вид:

$$S = -2396.5 + 791.4x_1 - 46.05x_2 + 56.8x_3 - 87.25x_4 + 10.9x_5$$

Величина коэффициента и знак перед каждой независимой переменной показывает степень и характер ее влияния на себестоимость изделия. Подставляя в полученную модель значения параметров проектируемого изделия можно с помощью укрупненного параметрического метода расчета определить величину себестоимости.

Порядок выполнения работы

1. Изучение студентами методического руководства.
2. Разделение студенческой подгруппы на бригады и выдача каждой из них задания для проведения исследования.
3. На основе исходных данных (перечня технико-экономических параметров изделия) каждая бригада проводит исследование степени влияния характеристик изделия на величину себестоимости. Используя исходные статистические данные по изделиям аналогичного вида, на основании проведения корреляционно-регрессионного анализа, выявляют наиболее значимые технико-экономические характеристики изделия.
4. Интерпретация результатов корреляционно-регрессионного анализа, проведенного с помощью ЭВМ, и составление математической модели искомой зависимости экономического параметра (себестоимости) изделия от его технико-экономических характеристик. Определение величины корреляции.
5. На основании параметров, характеризующих новое изделие производится оценка его предполагаемой себестоимости с помощью параметрического метода расчета.

Отчет по работе должен содержать:

1. Название и цель работы. Краткое изложение сущности, значения и области использования экономико-математических моделей взаимосвязи экономических параметров изделий и их технико-экономических характеристик.
2. Таблицу статистических данных о технико-экономических параметрах аналогичных изделий.

3. Краткое описание методики проведения корреляционно-регрессионного анализа статистических данных. Основные аналитические зависимости.

4. Результаты моделирования. Экономико-математическую модель зависимости себестоимости рассматриваемого вида изделия от его технико-экономических характеристик, а также коэффициент множественной корреляции.

5. Выводы по результатам исследования.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ EXCEL

Цель работы: изучение порядка работы с электронной таблицей при решении задач оптимизации

Исходные положения. Если финансы, оборудование, сырье и даже людей полагать ресурсами, то значительное число задач в экономике можно рассматривать как задачи распределения ресурсов. Часто математической моделью таких задач является задача линейного программирования.

Допустим требуется определить, в каком количестве надо выпускать продукцию четырех типов Прод 1, Прод 2, Прод 3, Прод 4, для изготовления которой требуются ресурсы трех видов: трудовые, оборудование, сырье. Количество ресурса каждого вида, необходимое для выпуска единицы продукции данного типа (норма расхода), наличие располагаемого ресурса, а также прибыль, получаемая от реализации единицы каждого типа продукции, приведены в таблице:

Ресурс	Прод 1	Прод 2	Прод 3	Прод 4	Наличие
Прибыль	15	24	19	27	
Труд	2	2	2	2	30
Оборуд.	12	8	10	6	200
Сырье	8	20	12	26	125

Математическая модель задачи:
 максимизировать прибыль от реализации продукции

$$F = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max ,$$

произведенной при ограниченном количестве ресурсов

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i; \quad i = \overline{1, m};$$

при условии неотрицательности переменных

$$x_j \geq 0; \quad j = \overline{1, n} ,$$

где x_j - количество выпускаемой продукции j -го типа;
 b_i - количество располагаемого ресурса i -го вида; a_{ij} - норма расхода i -го ресурса для выпуска единицы продукции j -го типа; c_j - прибыль, получаемая от реализации единицы продукции j -го типа, m – количество видов ресурсов; n - количество видов продукции.

Подставим исходные данные в модель:

$$F = 15 X_1 + 24 X_2 + 19 X_3 + 27 X_4 \rightarrow \text{MAX}$$

$$\begin{cases} 2 X_1 + 2 X_2 + 2 X_3 + 2 X_4 \leq 30 \\ 12 X_1 + 8 X_2 + 10 X_3 + 6 X_4 \leq 200 \\ 8 X_1 + 20 X_2 + 12 X_3 + 26 X_4 \leq 125 \end{cases}$$

$$X_j \geq 0; \quad j = \overline{1, 4} ,$$

Ввод условий задачи в электронную таблицу состоит из следующих основных шагов:

- 1.Создание формы для ввода условий задачи
- 2.Ввод исходных данных
- 3.Ввод зависимостей из математической модели
- 4.Назначение целевой функции
- 5.Ввод ограничений и граничных условий.

Форма для ввода условий может иметь следующий вид (табл. 6). После подготовки формы таблицы необходимо ввести исходные параметры (коэффициенты функции цели и ограничений и соответствующие зависимости) экономико-математической модели (табл. 7).

Таблица 6

Форма для ввода исходных данных для математической модели задачи

	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н
1				Переменные				
2	Имя	Прод 1	Прод 2	Прод 3	Прод 4			
3	Значение							
4						ЦФ	Направл.	
5	Коэф. в ЦФ							
6								
7				Ограничения				
8	Вид					Лев.часть	знак	Прав.часть
9	Труд							
10	Оборуд.							
11	Сырье							

Таблица 7

Ввод зависимостей из математической модели в электронную таблицу

	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н
1				Переменные				
2	Имя	Прод 1	Прод 2	Прод 3	Прод 4			
3	Значение							
4						ЦФ	Направл.	
5	Коэф. в ЦФ	15	24	19	27	= СУММПРОИЗВ (\$B\$3:\$E\$3;B5:E5)	МАХ	
6								
7				Ограничения				
8	Вид					Лев.часть	знак	Прав.часть
9	Труд	2	2	2	2	= СУММПРОИЗВ (\$B\$3:\$E\$3;B9:E9)	<=	30
10	Оборуд.	12	8	10	6	= СУММПРОИЗВ (\$B\$3:\$E\$3;B10:E10)	<=	200
11	Сырье	8	20	12	26	= СУММПРОИЗВ (\$B\$3:\$E\$3;B11:E11)	<=	125

Для ввода зависимости (формулы) для целевой функции (ЦФ) необходимо выполнить следующее:

выделить ячейку, в которую будет вводиться формула;
с помощью мыши нажать кнопку **Вставка функции [fx]**;
в диалоговом окне вызвать категорию **Математические**

функции;

выделить в окне **Функции СУММПРОИЗВ**;

нажать [**Далее**], (появляется диалоговое окно);

в **массив 1** ввести адреса ячеек, содержащих значения переменных (или с клавиатуры или протаскивая мышью по ячейкам);

в **массив 2** ввести адреса коэффициентов функции цели;

нажать [**Готово**].

Поскольку формулы левых частей ограничений имеют то же строение, что и функция цели (меняются только коэффициенты), то их ввод можно осуществить с помощью копирования. При копировании относительные ссылки на адрес ячейки (например, A1) изменятся в зависимости от количества пройденных ячеек по вертикали или горизонтали.

Ссылка на ячейку в виде абсолютного адреса не изменится при копировании содержащей ее формулы. Абсолютный адрес ячейки имеет знак \$ перед буквой столбца и номером строки (например, \$A\$1). В смешанном адресе ячейки только одна из его компонент абсолютна, а другая относительна (например, \$A1 или A\$1). Нажатием клавиши F4 тип ссылки на ячейку можно изменить с относительного на абсолютный, смешанный и снова на относительный.

Копировать формулы можно несколькими способами:

выделить ячейку - источник для копирования;

нажать [**Копировать** (в буфер)] - кнопку в виде двух листов;

выделить ячейку в которую будем копировать;

нажать [**Вставить** (из буфера)] - кнопка в виде папки и листа;

пунктир в источнике убирается клавишей [**Esc**].

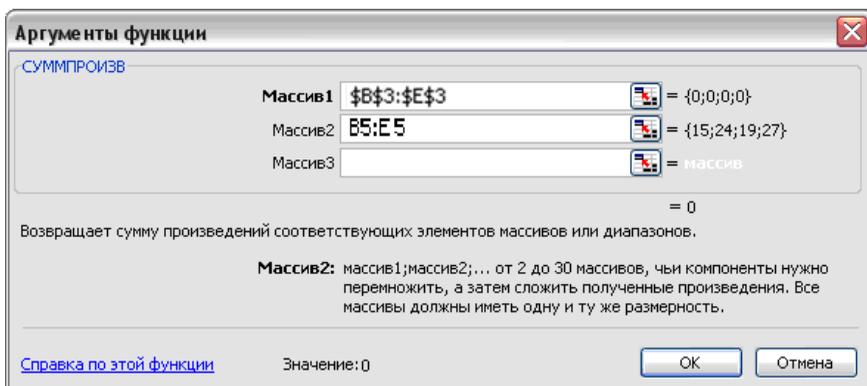


Рис. 23. Ввод целевой функции

Такого же результата можно добиться используя команды из меню **Правка**. Другим способом является перетаскивание формулы с помощью мыши:

выделить объект копирования и подвести курсор к границе объекта;

нажать [**Ctrl**] и удерживая переместить копию объекта на новое место;

отпустить кнопку мыши и [**Ctrl**].

Если область для копирования расположена вплотную к источнику, тогда копирование осуществляется протаскиванием мыши:

выделить ячейку - источник копирования;

курсор на квадратик в правом нижнем углу выделенной ячейки;

переместить курсор в виде перекрестия в ячейку(ки) куда будем копировать и отпустить кнопку мыши.

Для ввода направленности целевой функции и граничных условий вызвать в меню **Сервис(Поиск решения** в диалоговом окне:

в окно **Установить целевую функцию** ввести адрес ячейки, содержащей формулу ЦФ;

выбрать направление ЦФ (max, min или =значению);

в поле **Изменяя ячейки** ввести адреса ячеек, содержащих значения искомых переменных;

для ввода ограничений нажать [**Добавить**];

в левом окне ввести адрес ячейки, содержащей переменную или формулу левой части ограничений, выбрать знак (<=, >=, =), в правом окне ввести адрес ячейки, содержащей значение правой части ограничения (таким образом вводятся граничные условия для переменных и условия ограничений);

после ввода последнего ограничения нажать [**ОК**].

Если при вводе задачи возникает необходимость в изменении или удалении внесенных ограничений или граничных условий, вызвать команды [**Изменить**] или [**Удалить**].

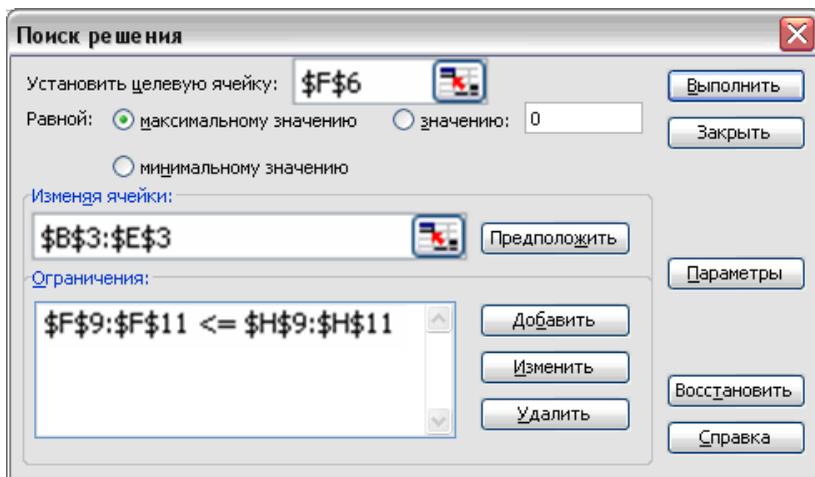


Рис. 24. Ввод координат ячеек с элементами модели оптимизации

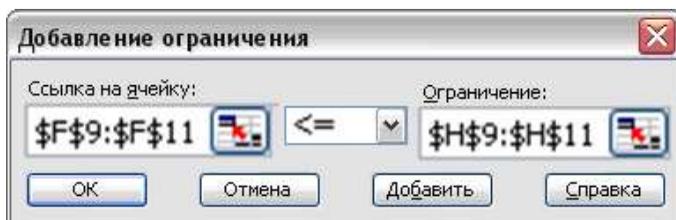


Рис. 25. Ввод ограничений модели оптимизации

Команда [*Параметры*] вызывает диалоговое окно *Параметры поиска решения*. С помощью команд этого окна можно вводить условия для решения задач оптимизации всех классов.

Максимальное время - служит для назначения времени в секундах, выделяемого на поиск решения задачи. В поле можно ввести время, не превышающее 32767 с (более 9 часов). Значение 100, используемое по умолчанию, подходит для решения большинства задач.

Предельное число итераций - служит для назначения числа итераций. Используемое по умолчанию значение 100 подходит для решения большинства задач.

Относительная погрешность - задает точность вычислений.

Линейная модель - для решения задач линейного программирования.

Неотрицательные значения – для выполнения условия неотрицательности получаемых значений переменных. Другой способ выполнения этого условия – добавление ограничений для каждой переменной в виде $x_i \geq 0$.

После задания параметров нажать [*OK*].

Результаты поиска решения вызываются нажатием кнопки [*Выполнить*]. Для анализа результатов решения выводятся отчеты по результатам, устойчивости и пределам изменения переменных.

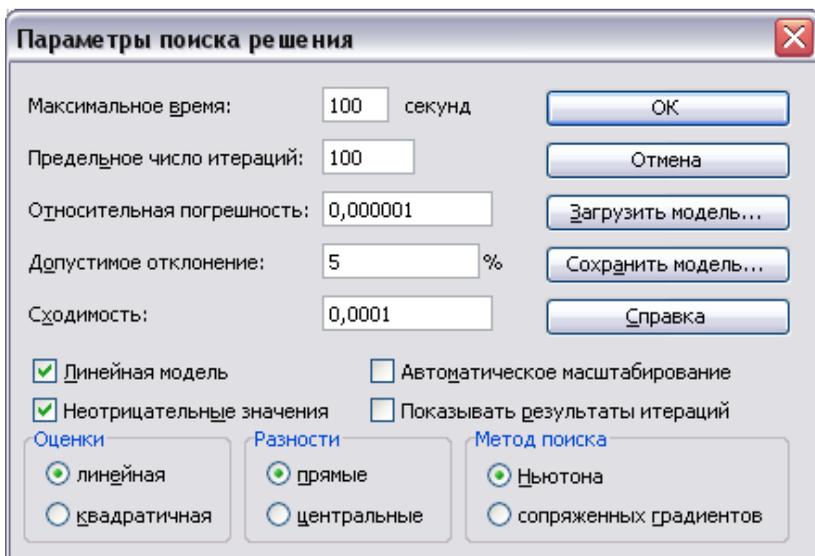


Рис. 26. Установка параметров решения задачи

Для большей наглядности получаемых результатов можно построить столбиковую диаграмму, отображающую количество выпускаемой продукции по видам продукции. Для этого вызвать [Мастер диаграмм] – нажать кнопку с разноцветной столбиковой диаграммой или выбрать из меню *Вставка* строку *Диаграмма*. В открывшемся меню выбрать столбиковую диаграмму (Гистограмму), нажать [Далее>], в строку Диапазон ввести адреса ячеек, содержащих наименования продукции и количество выпускаемой продукции, нажать [Готово]. Перетащите диаграмму с помощью мыши на свободное место. Отформатируйте масштаб изображения так, чтобы исходные данные и диаграмма помещались на экране (набрать, например, масштаб 90%).

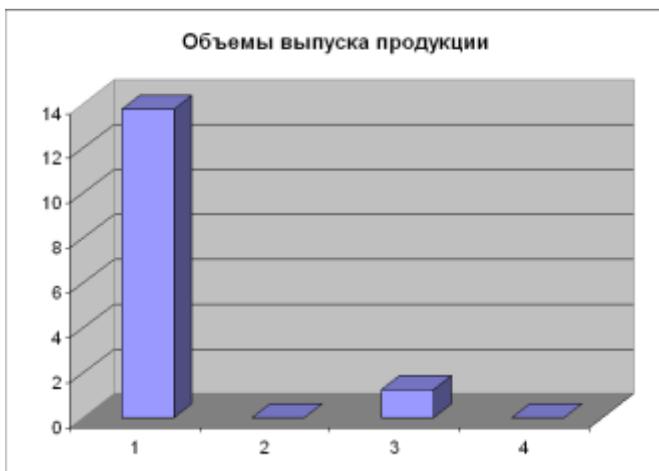


Рис. 27. Диаграмма объема выпуска продукции

Порядок выполнения работы

1. Изучить методические указания
2. Получить у преподавателя исходные данные
3. Провести необходимые расчеты на ЭВМ
4. Сделать выводы и оформить отчет по выполненной работе

Отчет по работе должен содержать

1. Исходные положения
2. Исходные данные
3. Порядок работы на ЭВМ при решении задачи
4. Результаты решения
5. Анализ результатов и выводы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА

Цель работы: изучение порядка проведения имитационных экспериментов на модели производственного участка.

Имитационная модель участка (цеха) позволяет формировать и анализировать производственную структуру участка

производства, прогонять различные варианты организационных и управленческих решений, формировать и анализировать сменно-суточные задания в интересах ПДБ цеха для решения комплекса задач оперативного управления производством. Модель имитирует некоторую производственную структуру и предназначена для обработки на ней сменно-суточного задания с последующим получением графика движения деталей по рабочим местам и графика календарной загрузки рабочих мест.

Общие положения. Одной из функциональных задач оперативного планирования является разработка заданий на короткие, определяемые минимальным интервалом планирования, отрезки времени. Решение этой задачи сводится к разработке и выдаче исполнителям пятидневных и сменно-суточных заданий.

Сменно-суточное задание - заключительный этап конкретизации производственной программы в процессе ее доведения до рабочего места.

При его составлении должны учитываться следующие правила:

1) В него включаются лишь те операции, для которых исполнительные устройства полностью укомплектованы всем необходимым: материалами, инструментом, оснасткой, технической документацией и т.п.;

2) Объем планируемых работ устанавливается с учетом максимально достигнутого уровня выработки на данном рабочем месте;

3) При досрочном выполнении работ в течение смены дополнительное задание выдается из состава только первоочередных работ данной пятидневки.

Целью проведения исследований на модели является формирование сменно-суточного задания в объемно-номенклатурном виде.

После того, как сформировано сменно-суточное задание с учетом всех требований, предъявляемых на данном производстве, необходимо при помощи имитационного эксперимента посмотреть и проанализировать работу подразделения с данным заданием. Целью этого эксперимента должна являться проверка - уточнение сменно-суточного задания по каждому рабочему месту, разработанного задачей планирования, с указанием конкретных сроков календарной занятости и перерывов в работе оборудования. Наиболее полный и точный ответ на поставленные вопросы может дать имитационная модель.

Имея сменно-суточное задание в объемно-номенклатурном виде, решаем вопрос о порядке запуска деталей в производство.

На основании выходных данных модели решаются принципиальные вопросы, связанные с "узкими" и "широкими" местами производства, т.е. модель позволяет наблюдать оператору динамическое поведение подразделения по реализации сменно-суточного задания. Это дает дополнительную информацию управляющему звену по оперативному регулированию процесса производства. Вместе с тем, наличие плана-прогноза, в качестве которого выступает оптимизированный план-график работы участка, позволяет уменьшить потребные оперативные резервы за счет появляющейся у мастера возможности заблаговременно принять решения по "растивке" выявляемых графиком "напряженных мест".

Постановка задачи. Задан поддетально-специализированный участок производства, находящийся в стационарном (установившемся) режиме работы, который характеризуется следующим набором параметров:

$Z=[Z(I)]$, $I=1, I$ - множество типов деталей, обрабатываемых на участке;

$G=[G(M)]$, $M=1, M$ - множество групп оборудования, участвующих в процессе производства; (классификация производится по технологическому принципу, поэтому каждую группу оборудования должны составлять взаимозаменяемые станки);

$S=[S(M)]$, $M=1, M$ - количество взаимозаменяемых станков в группе оборудования;

$D=[D(M)]$, $D(M)=1$ - количество деталей, одновременно обрабатываемых на станке;

$Q(I)=[Q(I,1), Q(I,2), \dots, Q(I, J(I))]$ - технологический маршрут, где J - номер операции, $J(I)$ - количество операций над деталью типа I ; $Q=||Q(I, J)||$, $I=1, I$, $J=1, \max(J(I))$ - матрица технологий; матрица нормированных времен обработки на операциях.

Вся совокупность перечисленных данных готовится в ПДБ цеха и вводится в модель в процессе ее решения в диалоговом режиме. В условиях АСУ предприятия значительно сокращается трудоемкость ввода исходных данных, т.к. предполагается, что действующая система автоматически накапливает эти данные, обновляет их и корректирует. Поэтому в процессе имитации программа считывает необходимые данные с заранее известных областей памяти центральной ЭВМ предприятия. При такой ориентации моделирования трудоемкость и время решения значительно снижается.

Моделирование завершается выбором оптимального плана на основании выбранного критерия оптимизации. Из графика обработки деталей получают график загрузки рабочих мест, что и будет исходным календарным планом-графиком (расписанием).

Блок-схема алгоритма модели подразделения. Формализованная внутренняя структура модели описана с помощью логико-математических средств. Посредством логических связей задаются не только взаимоотношения отдельных видов оборудования, но и тактика взаимодействия партии деталей с обрабатывающими станками. Так, в случае полной занятости оборудования вновь пришедшая партия становится в очередь.

Если очередь к данному виду оборудования уже есть, то прибывшей партии назначается номер согласно ее приоритету по принципу "последняя в своем классе приоритетов". В модели организованы "быстрые" очереди, т.е. к каждому виду

оборудования конструируется по одной очереди. Вся априорная информация для функционирования модели вводится в диалоговом режиме с видеотерминала ЭВМ. Что создает определенные удобства оператору в процессе ввода, обеспечивает наглядность.

Укрупненная блок-схема алгоритма модели подразделения (цеха, участка) состоит из 16 блоков: 12 выполняемых и 4 условных.

Блок 1. Совокупность операторов, выполняющих в диалоговом режиме ввод исходных данных:

1. Относящихся к описываемой системе:

- Количество видов оборудования в системе;
- Количество взаимозаменяемых станков по каждому виду

оборудования.

2. Относящихся к оперативному плановому заданию:

- Количество видов деталей, требующих обработки;
- Количество технологических операций по каждому

виду деталей.

- Технологический маршрут по каждому виду детали.

- Технологическое время обработки по каждой операции и по каждой детали.

- Количество деталей в партиях.

- Приоритет деталей.

- Матрица заданий:

а) Типы деталей в партиях.

б) Количество партий соответствующих типов дета-

лей.

- Информация по видам и трудоемкости операций контроля.

Блок 2. Выполняет первоначальную загрузку модели данными о состоянии незавершенного производства. Происходит настройка модели на момент модельного времени $T=0$.

1. Количество партий в заделе.

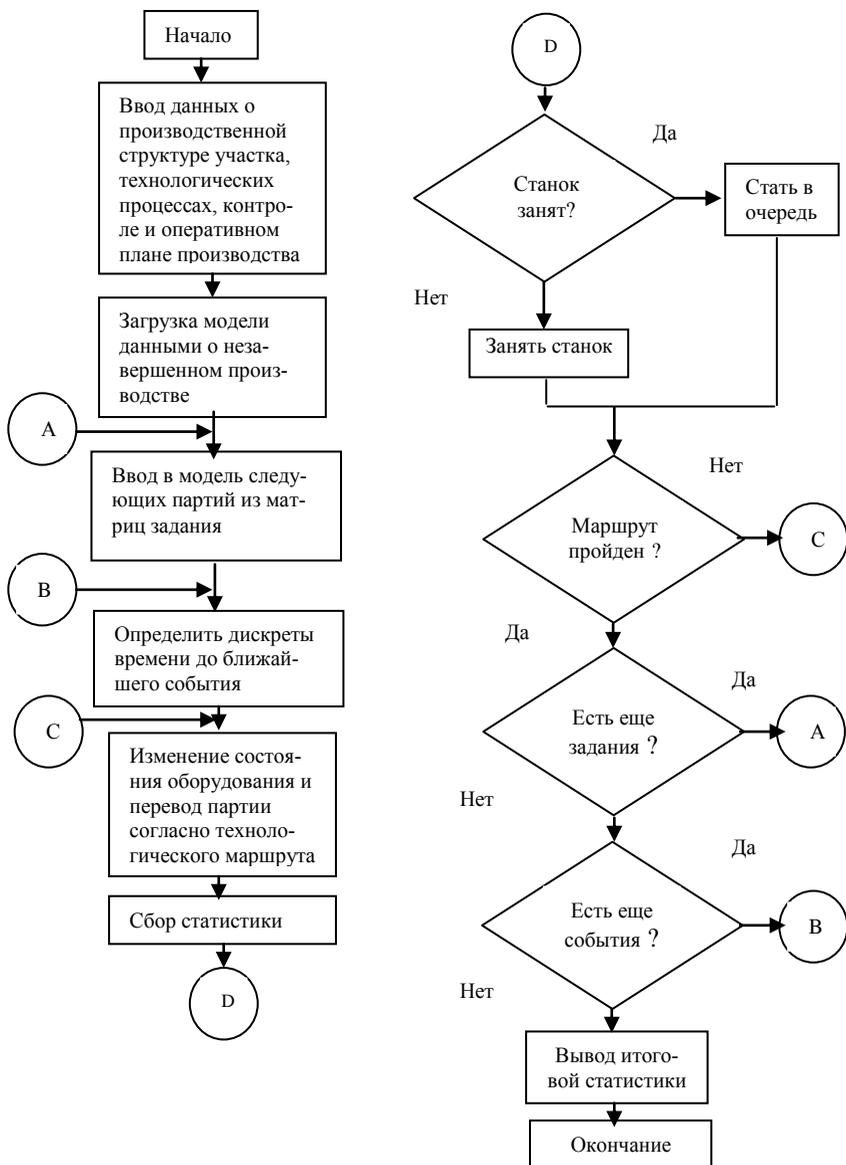


Рис. 28. Укрупненная блок-схема алгоритма имитации

2. Информация, относящаяся к партиям в заделе. По каждой партии вводится следующая информация:

- Оставшаяся длина маршрута в операциях;
- Количество деталей в партии;
- Номер занимаемого оборудования;
- Номер очереди;
- Тип деталей в партии;
- Номер занимаемого станка;
- Время, оставшееся до завершения технологической операции.

Блок 3. В этом блоке определены условия ввода в модель новой партии деталей из матрицы задания. Если эти условия, а именно, наличие свободного станка в первом по технологическому маршруту виде оборудования для вводимой партии не выполняются, то в соответствующую ячейку матрицы добавляется -1.

Определяется номер занимаемого станка и выполняется запись в матрицу текущих событий введенной партии. В матрице состояния оборудования в соответствующую ячейку записывается номер партии, занявшей станок.

Блок 4. Блок анализирует все события, которые могут поступить в будущем и выбирает самые ближайшие. При этом выполняет расчет разницы времени между временем поступления этого события и текущим временем.

Блок 5. Осуществляет просмотр всего наличного парка оборудования. Если к текущему модельному времени операция на рассматриваемом станке заканчивается, происходит освобождение станка и пересчет совокупной занятости станка. В случае, если окончание операции наступит в будущем, происходит только коррекция совокупной занятости (наработка). Для только что освободившегося станка просматривается очередь к соответствующей группе оборудования с целью вывода партии с очереди на обработку.

Блок 6. В модели в процессе имитации накапливается статистическая информация следующего характера:

- Время работы по каждому станку;
- Объемы выпуска деталей;
- Совокупная длительность цикла;
- План проведения операций контроля.

Наряду с интегральной информацией ЛППР имеет возможность наблюдать некоторую текущую информацию, отражающую динамическое поведение моделируемой системы. Это данные по текущей загрузке оборудования и очередям; данные трассировки партий (выводятся по мере завершения технологического процесса обработки и выхода партии за пределы моделируемой системы).

Блок 7. Анализируется состояние станка, по результатам которого осуществляются операции по переводу обрабатываемой партии с операции на операцию согласно ее технологического маршрута. Определяется вид следующего оборудования, ведется поиск свободного станка.

Блок 8. При выяснении наличия на станке партии деталей, рассматриваемая партия направляется в очередь, причем она занимает номер в очереди, соответствующий ее приоритету, т.е. становится последней в классе своего приоритета. При необходимости осуществляется пересчет позиций очередности остальных партий к этому станку.

Блок 9. При выяснении в Блоке 7 свободного состояния станка, в матрицу текущих событий в соответствующую ячейку по данной партии записывается время, требующееся для обработки партии.

Блок 10. В блоке работает счетчик просмотра оборудования, необходимый для проверки всего наличного состава парка оборудования и проведение операций, осуществляемых блоками 5 - 9.

Блок 11. Проверяется матрица заданий. В случае наличия в этой матрице необработанных партий осуществляется

попытка ввода очередной партии в модель посредством вызова Блока 3.

Осуществляет сообщение оператору об окончании ввода в программный модуль всего запланированного задания. При желании оператор может прекратить моделирование.

Блок 12. Контролирует наличие движения партий в моделируемой системе. При отсутствии последних моделирование завершается и происходит распечатка выходной информации.

Блок 13. Печать итоговой статистики:

- Текущее модельное время;
- Данные о состоянии станков;
- Очереди к оборудованию;
- Данные о наработанном времени и загрузке оборудования;
- Данные о времени запуска партий и их закреплении за оборудованием;
- Выпуск деталей по типам и по дискретам времени;
- Матрица состояния незавершенного производства.

Как видно из блок-схемы алгоритма моделирование осуществляется по дискретному принципу, т.е. от события к событию. При этом предполагается, что в промежутке между ближайшими событиями система сохраняет стационарное состояние.

Рассмотренная модель имеет широкие возможности в деле совершенствования средств и методов оперативного управления. Модель рассмотрена с точки зрения доведения сменно-суточного задания до конкретных рабочих мест, но вместе с тем, в случае задания конкретных сроков выпуска деталей, модель может быть использована для определения условия запуска способом обратного пересчета или, точнее, "обратного" моделирования.

Порядок ввода данных в модель

Модель 3-х ступенчатого контроля - Enter

Количество групп оборудования - 6

Количество станков в 1) токарной группе оборудования - 3
2) сверлильной - 2
3) фрезерной - 4
4) термической - 1
5) шлифовальной - 3
6) транспортной - 1

Количество видов деталей, требующих обработки - 3

Количество технологических операций

детали типа 1) - 9 (5 технол. и 4 трансп.)
2) - 7 (4 технол. и 3 трансп.)
3) - 5 (3 технол. и 2 трансп.)

Технологический маршрут (с учетом транспортировки)
по группам оборудования

1)-й детали 1 - 6 - 2 - 6 - 3 - 6 - 4 - 6 - 5
2) 1 - 6 - 3 - 6 - 4 - 6 - 5
3) 3 - 6 - 1 - 6 - 5

Технологическое время на операции

1)-й детали 10 - 6 - 15 - 6 - 10 - 6 - 5 - 6 - 10
2) 5 - 8 - 20 - 6 - 5 - 6 - 15
3) 15 - 8 - 25 - 12 - 20

Приоритет обработки деталей 1)-й детали - 1
2) - 1
3) - 1

Максимальное число партий, которые одновременно могут находиться на участке (в заделе и в плане) - 3

Количество партий в заделе - 0 (или Enter)

Объем плана подразделению (количество партий) - 3

Данные по заданному плану

Очередность запуска	Код партии	Вид деталей в партии	Количество деталей в партии
1	11	1	600
2	22	2	800
3	33	3	1000

Промежуток времени вывода статистики 1

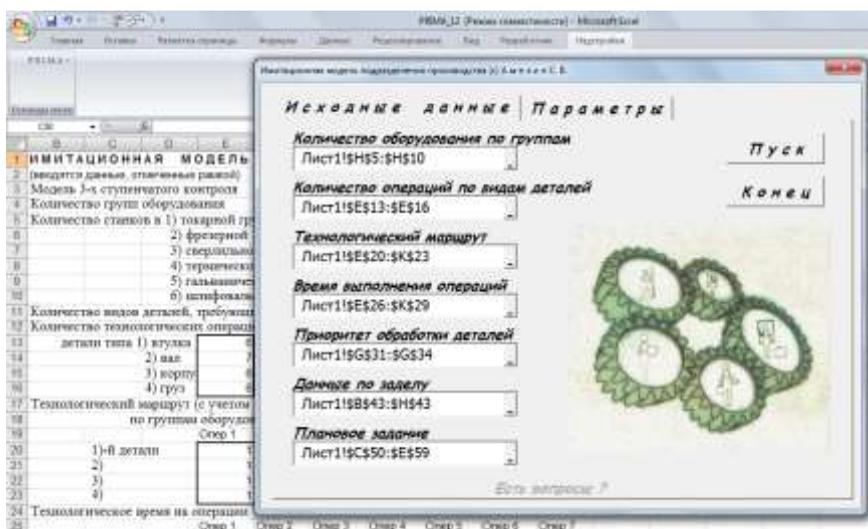


Рис. 29. Фрагмент ввода данных по структуре участка и технологии обработки изделий

	M	N	O	P	Q	R
1	МОДЕЛИРОВАНИЕ НАЧАТО					
2	0					
3	МОДЕЛЬНОЕ ВРЕМЯ 0					
4	РАСПЕЧАТКА РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ					
5	МОДЕЛЬНОЕ ВРЕМЯ РАВНО 0					
6	ИНФОРМАЦИЯ ПО ОБОРУДОВАНИЮ					
7	СОСТОЯНИЕ СТАНКОВ НАРАБОТКА СТАНКОВ					
8	Н-Р СТАНКА ПАРТИЯ		ВРЕМЯ		ЗАГРУЗКА	
9	1,1	12	0		0	
10	1,2	13	0		0	
11	1,3	21	0		0	
12	СОСТОЯНИЕ ОЧЕРЕДИ 0					
13	2,1	11	0		0	
14	2,2		0		0	
15	2,3		0		0	
16	СОСТОЯНИЕ ОЧЕРЕДИ 0					
17	3,1		0		0	
18	СОСТОЯНИЕ ОЧЕРЕДИ 0					
19	4,1		0		0	
20	СОСТОЯНИЕ ОЧЕРЕДИ 0					
21	5,1		0		0	
22	СОСТОЯНИЕ ОЧЕРЕДИ 0					
23	6,1		0		0	
24	СОСТОЯНИЕ ОЧЕРЕДИ 0					
25	ГДЕ - 0 -СТАНОК СВОБОДЕН ИЛИ ОЧЕРЕДЬ СВОБОДНА					

Рис. 30. Фрагмент результатов по загрузке оборудования

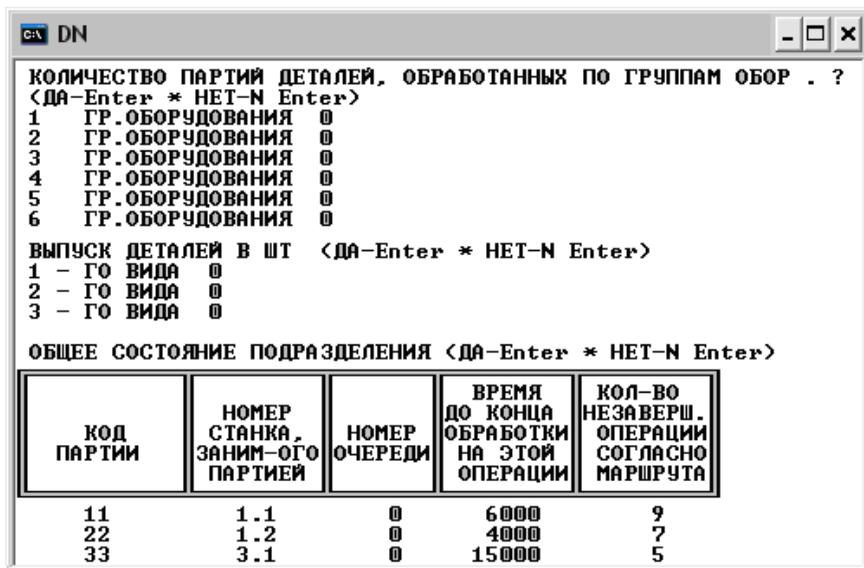


Рис. 31. Фрагмент результатов по движению партий изделий

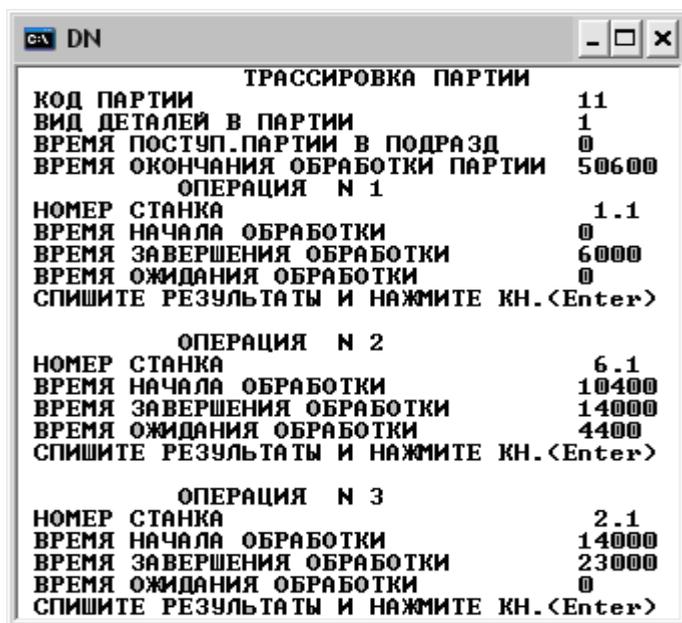


Рис. 32. Фрагмент трассировки партии по операциям

```

C:\ DN
В МОДЕЛИ НЕТ ПАРТИЙ ДЕТАЛЕЙ
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕКРАЩЕНО

      РАСПЕЧАТКА РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ

МОДЕЛЬНОЕ ВРЕМЯ РАВНО  80000
ИНФОРМАЦИЯ ПО ОБОРУДОВАНИЮ (ДА-Enter * НЕТ-N Enter)
СОСТОЯНИЕ СТАНКОВ      НАРАБОТКА СТАНКОВ
  1 . 1      0      31000
  1 . 2      0      4000
  1 . 3      0      0
СОСТОЯНИЕ ОЧЕРЕДИ      0

Enter
  2 . 1      0      9000
  2 . 2      0      0
  2 . 3      0      0
  2 . 4      0      0
  2 . 5      0      0
СОСТОЯНИЕ ОЧЕРЕДИ      0

Enter
  3 . 1      0      21000
  3 . 2      0      16000
  3 . 3      0      0
  3 . 4      0      0
СОСТОЯНИЕ ОЧЕРЕДИ      0

Enter
  4 . 1      0      7000
СОСТОЯНИЕ ОЧЕРЕДИ      0

Enter
  5 . 1      0      32000
  5 . 2      0      6000
  5 . 3      0      0
СОСТОЯНИЕ ОЧЕРЕДИ      0

Enter
  6 . 1      0      50400
СОСТОЯНИЕ ОЧЕРЕДИ      0
ГДЕ - 0 -СТАНОК СВОБОДЕН ИЛИ ОЧЕРЕДЬ СВОБОДНА
      ЧИСЛО - КОД ПАРТИИ

```

Рис. 33. Результаты моделирования

Порядок выполнения работы

1. Изучить методические указания
2. Получить у преподавателя исходные данные
3. Провести необходимые расчеты на ЭВМ
4. Проанализировать выходные данные о загрузке оборудования, очередях на обработку, длительности производственного цикла.
5. Сделать выводы о возможности сокращения длительности производственного цикла, увеличения загрузки оборудования и оформить отчет по выполненной работе

Отчет по работе должен содержать

1. Исходные положения
2. Исходные данные
3. Порядок работы на ЭВМ при решении задачи
4. Результаты решения
5. Анализ результатов и выводы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8а

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ КОНТРОЛЯ НА УЧАСТКЕ ПРОИЗВОДСТВА

Цель работы: ознакомление студентов с методом имитационного моделирования, используемым для составления плана контроля качества продукции на участке механосборочного цеха, определение коэффициента загрузки контролеров цеха.

Исходные положения. В настоящее время уделяется большое внимание вопросам обеспечения качества продукции в процессе ее производства. Действенным методом обеспечения качества является организация технического контроля, проводимого по операциям технологического процесса. Для повышения эффективности контроля необходимо рационально организовать труд контролеров. Для решения этой проблемы составляется

нормированное задание каждому контролеру, которое позволяет оптимально распределить между работниками весь объем контрольно-измерительных работ и своевременно "вмешиваться" в процесс производства с целью его корректировки.

В основу данного метода положена система оперативно-календарного планирования, позволяющая увязать во времени и в пространстве выполнение производственных и контрольных операций с целью предупреждения дефектов.

Реализация данного метода нацеливает на создание единой системы оперативного планирования и контроля. Применение имитационной модели позволяет произвести расчет календарного плана движения деталей и построить график "трассировки" контрольных операций. Данный график характеризует организацию выполнения операций контроля.

Сформированный оперативный план определяет целесообразность решения следующих задач: оптимальной загрузки контролеров; определение общего объема контрольных работ и распределение его между исполнителями.

При постановке задачи функция цели записывается исходя из того, что суммарная длительность изготовления деталей (включая длительность контрольных операций) уменьшается при оптимальной загрузке контролеров.

При этом рассматриваются четыре вида контроля: контроль первой детали; контроль на станках, имеющих личное клеймо; операционный контроль; статистический приемочный контроль.

При решении задачи имеется возможность определения оптимального варианта запуска партии деталей и рациональности организации контроля. Конечным результатом решения задачи является определение общего

объема контрольных работ и составление нормированного задания каждому контролеру.

Описание процесса моделирования.

Объектом моделирования являются производственные характеристики работы участка. Передача деталей с операции на операцию осуществляется партиями. По каждой партии заданы: количество деталей в партии, трудоемкость обработки, маршрут обработки, программа запуска и выпуска, величина технологических заделов.

При моделировании приняты следующие положения:

1. Оперативный план работы участка определяет временные характеристики выполнения производственных и контрольных операций.

2. Организация работы участка определяет необходимость соблюдения условий максимальной загрузки оборудования и контролеров в течение смены.

3. Результаты машинного исследования характеризуют оптимальную загрузку контролеров.

4. Реализация машинного эксперимента происходит в диалоговом режиме.

Исходные данные, характеризующие процессы производства в механосборочном цехе и порядок ввода данных в модель

Модель 3-х ступенчатого контроля - DA Enter

Количество групп оборудования - 6

Количество станков в 1) токарной группе оборудования	- 3
2) фрезерной	- 3
3) сверлильной	- 1
4) термической	- 1
5) гальванической	- 1
6) шлифовальной	- 1

Количество видов деталей, требующих обработки - 4

Количество технологических операций

- детали типа 1) втулка - 6
- 2) вал - 7
- 3) корпус - 6
- 4) груз - 6

Технологический маршрут (с учетом транспортировки)
по группам оборудования

1)-й детали	1	2	3	4	5	6	
2)	1	5	2	3	1	4	5
3)	1	4	1	2	3	6	
4)	1	2	4	2	3	5	

Технологическое время на операции

1)-й детали	43	18	12	72	15	16	
2)	17	7	9	10	54	48	16
3)	32	72	39	85	9	27	
4)	35	17	20	37	5	15	

Приоритет обработки деталей 1)-й детали - 1

- 2) - 1
- 3) - 1
- 4) - 1

Максимальное число партий, которые одновременно могут находиться на участке (в заделе и в плане) - 11

Количество партий в заделе - 1

Данные по партии в заделе

Код партии	Вид деталей в партии	Номер станка занимаем. партией	Номер очереди	Время до конца обработки на этой операции	Кол-во незаверш. операций согласно техпроцессу	Кол-во деталей в партии
11	1	2.1	0	800	4	50

Объем плана подразделению

(количество партий в плановом задании) – 10

Данные по заданному плану

Очередность запуска	Код партии	Вид деталей в партии	Количество деталей в партии
1	12	1	50
2	13	1	50
3	21	2	50
4	22	2	50
5	23	2	50
6	31	3	20
7	32	3	20
8	33	3	20
9	41	4	30
10	42	4	30

Исходные данные, характеризующие процессы контроля в цехе (по видам контроля)

Трудоемкость контроля первой детали (по операциям)

вид детали	1)	.5	1	.2	.3	1	.5
2)	.3	1	.5	.5	1	.5	.5 .3
3)	.5	1	.3	.5	1	.5	
4)	.5	.5	1	.9	.5	.2	

Рабочие, имеющие личное клеймо - право контроля (1-да,0-нет)

группы оборудования	1)	0	1	0			
2)	1	0	0				
3)	0	4)	0	5)	0	6)	0

Статистический контроль (выборочный операционный) в период обработки партий деталей на операции. Количество деталей в выборке (по операциям)

вид деталей	1)	5	3	4	0	2	5
2)	3	4	0	5	0	0	5
3)	4	5	0	0	3	4	
4)	2	0	5	4	3	5	

Размер (удельный вес) партии, обработанной до момента
возможного возникновения брака (по операциям)

вид деталей 1) .3 .5 .3 0 .3 .5
2) .4 .7 0 .5 0 0 .5
3) .2 .4 0 0 .5 .2
4) .5 0 .1 .5 .3 .5

Приемочный межоперационный контроль -
процент выборочности контроля по операциям

вид деталей 1) 20 10 20 10 10 100
2) 30 50 100 20 30 50 50
3) 20 100 10 20 30 50
4) 20 0 10 30 100 50

Промежуток времени вывода статистики 1000000

Работа с программой осуществляется в диалоговом режиме. Модель входит в комплекс программного обеспечения учебного процесса PRIMA;

после появления запроса "Модель 3-х ступенчатого контроля" ("да" или "нет") ввести буквы "да" и "Enter" и осуществить ввод исходных данных;

получить выходные данные, характеризующие результаты моделирования по операциям технологического процесса.

Операция N

Код вида контроля: 01 - контроль первой детали 02 - статистический контроль 03 - приемочный контроль	Время контроля (мин)	
	Начало	Окончание

Остальные выводимые данные относятся к состоянию производственной ситуации: загрузка оборудования, наличие очереди на обработку, простои оборудования, время запуска и выпуска партии деталей, маршрут обработки на конкретных рабочих местах.

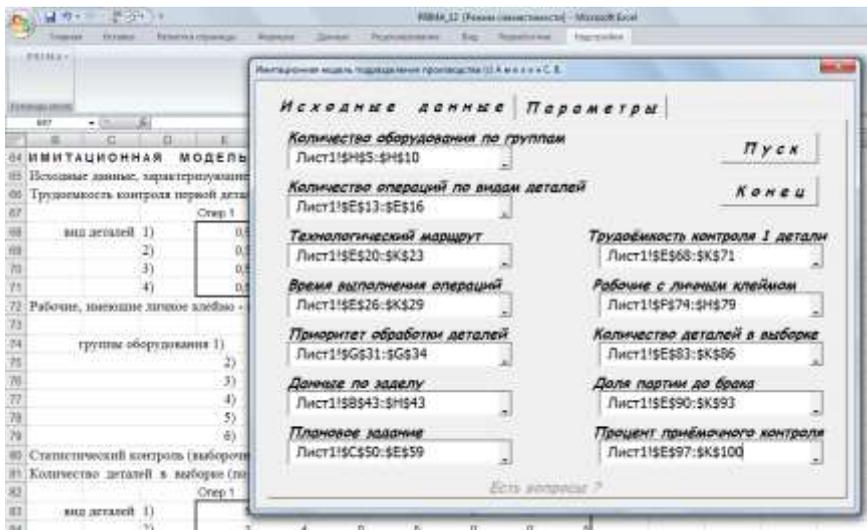


Рис. 34. Ввод данных по операциям контроля

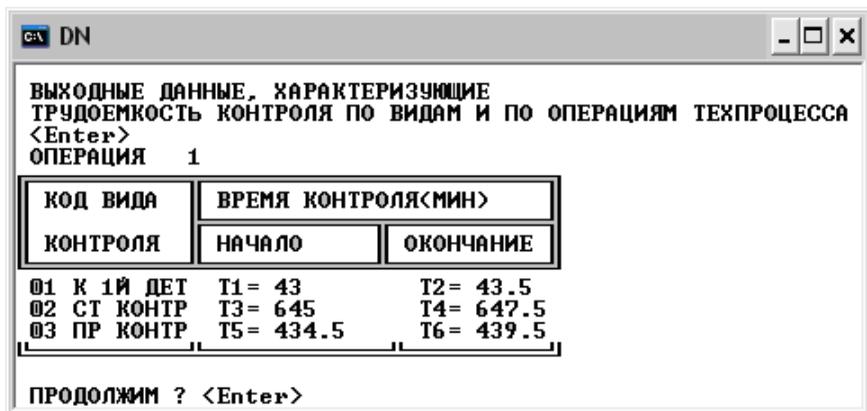


Рис. 35. Фрагмент результатов моделирования операций контроля

Порядок выполнения работы

1. Изучить методические указания
2. Получить у преподавателя исходные данные
3. Провести необходимые расчеты на ЭВМ
4. Проанализировать выходные данные и построить график загрузки контролеров в течение смены, составить нормируемое задание контролеру.
5. Сделать выводы о возможности сокращения количества контролеров за счет более "плотной загрузки" и оформить отчет по выполненной работе

Отчет по работе должен содержать

1. Исходные положения
2. Исходные данные
3. Порядок работы на ЭВМ при решении задачи
4. Результаты решения
5. Анализ результатов и выводы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В пособии даны методические материалы, предназначенные для освоения основ экономико-математического моделирования в целях обоснования принимаемых управленческих решений. Большое внимание уделено линейному программированию, теории массового обслуживания, теории игр и статистических решений. Подробно рассмотрено моделирование в практике управления производством, имитационные модели, прогнозирование, обработка результатов экспертного опроса. Приведено исследование зависимостей на основе корреляционно-регрессионного анализа. Описан метод планирования комплекса работ по контролю качества на основе имитационного моделирования. Изучение представленного материала предполагает широкое использование техники моделирования и расчетов с использованием комплекса программ «PRIMA» и в среде электронной таблицы Excel.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Советов Б.Я. Моделирование систем [Текст]: учеб. для вузов / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. - М.: Высш. шк., 2014. - 319 с.
2. Варфоломеев В.И. Алгоритмическое моделирование элементов экономических систем [Текст]: Практикум. учеб. пособие / В.И. Варфоломеев. - М.: Финансы и статистика, 2004. - 208 с.
3. Калянов Г.Н. Моделирование, анализ, реорганизация и автоматизация бизнес-процессов [Текст]: учеб пособие / Г.Н. Калянов. – М.: Финансы и статистика, 2007. - 240 с.
4. Колобов А.А. Менеджмент высоких технологий. Интегрированные производственно-корпоративные структуры: организация, экономика, управление, проектирование, эффективность, устойчивость [Текст]: учеб. пособие для вузов / А.А. Колобов, И.Н. Омельченко, А.И. Орлов. – М.: Экзамен, 2008. - 621 с.
5. Ширяев В.И. Управление предприятием: Моделирование, анализ, управление [Текст]: Учеб. пособие / В.И. Ширяев. – М.: Книжный дом «Либроком», 2010. - 272 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

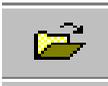
РАБОТА В ЭЛЕКТРОННОЙ ТАБЛИЦЕ EXCEL

Запуск Excel осуществляется так же, как и любого другого приложения Windows.

Если на экране ("рабочем столе") находится значок с подписью Excel, дважды щелкните левой кнопкой мыши по этому значку. Если такого значка нет, щелкните в *панели задач* по кнопке Пуск. Откроется меню, в котором нужно найти строку MS Office и щелкнуть по ней. Возможно, для этого сначала нужно щелкнуть по строке Программы, а затем найти программу MS Excel и щелкнуть по этой строке.

Выход из Excel, то есть завершение его работы, выполняется так же, как в любом другом приложении Windows – командой Выход из меню Файл. Или щелчком по кнопке с крестом [x] в правом верхнем углу окна Excel. Если перед окончанием работы Вы не сохранили в памяти результаты расчетов, Excel предложит это сделать (в зависимости от намерений, нужно щелкнуть по кнопке "Да" или "Нет").

Открытие рабочих книг, файлы которых расположены на



диске, осуществляется щелчком по кнопке *Открыть* из *Стандартной панели инструментов* или командой *Открыть* из меню *Файл*. В появившемся диалоговом окне указать нужные параметры: *Диск*, *Каталог*, *Тип файла*, *Имя файла*.

Панели инструментов – наборы кнопок, текстовых полей и списков – предназначены для ускорения работы в Excel (например, панели Стандартная, Форматирование и другие). Чтобы добавить или удалить любую панель инструментов, щелкните правой кнопкой мыши по панели в верхней части окна над полем таблицы и затем в появившемся списке панелей выберите нужные. Другой способ – в меню *Вид* выбрать команду *Панели инструментов*.

Имя листа. По умолчанию Excel использует для рабочих листов имена Лист 1, Лист 2 и т. д. Чтобы изменить имя листа,

щелкните дважды его ярлычок с названием или выберите команду Переименовать из подменю Лист меню Формат. Введите новое имя листа и нажмите клавишу Enter.

Имя файла первый раз присваивается рабочей книге командой *Сохранить как* из меню *Файл*.

Имя ячейки. Вы можете присвоить имя одной ячейке или интервалу ячеек и затем использовать его как ссылку или переменную в формулах (например, для переменной x1 и т. д., но в данном случае, чтобы имя переменной не совпало с адресом ячейки x1, букву x следует набирать кириллицей – русским шрифтом). Для этого: 1. Выделите ячейку, 2. Выберите из меню *Вставка* подменю *Имя* команду *Присвоить*. На экране появится диалоговое окно *Присвоение имени*, 3. Введите имя в текстовое поле и щелкните кнопку *Добавить*.

Выделение ячейки. Подведите мышью указатель – белый крестик к внутренней части нужной ячейки и щелкните по ней левой кнопкой мыши. Или, с помощью клавишей (со стрелками) управления курсором, переместите к нужной ячейке черную прямоугольную рамку *указателя ячейки*, при этом выделенная ячейка станет *активной*. Адрес ячейки обозначается именем столбца (например, С) и номером строки (например, 5), то есть С5.

Выделение интервала ячеек. Перетащите указатель мыши при нажатой левой кнопке от одного края интервала к другому (от одного угла интервала – по диагонали – к противоположному). Или щелкнув по крайней ячейке интервала левой кнопкой мыши (выделив ячейку), удерживая клавишу Shift, щелкните по крайней ячейке интервала с противоположной стороны. В выделенной области одна из ячеек, с которой началось выделение, продолжает оставаться активной и имеет белый цвет, вся остальная область окрашена в черный цвет. Ссылка на интервал ячеек при вычислениях указывает на ячейки, находящиеся в его верхней левой части и в нижней правой, например С5:Е8.

Выделение нескольких (несмежных) интервалов в разных местах рабочего листа. Выделите первый интервал, а затем, удерживая клавишу Ctrl, - остальные интервалы. Ссылка на несколько интервалов при расчетах будет выглядеть, например, так C5:C8; E5:E8.

Удаление содержимого ячеек (предварительно выделенных) выполняется соответствующими командами из подменю *Очистить* меню *Правка* или нажатием клавиши [Del].

Ширина столбца. Если текстовое содержимое не помещается в ячейке – уменьшите размер шрифта или увеличьте ширину столбца. Если в ячейке не помещается числовое значение, то в ней появятся символы #####. Ширина столбца изменяется командами из меню команды *Столбец* меню *Формат* или с помощью мыши. Тогда, чтобы изменить ширину столбца (или нескольких выделенных столбцов), "перетащите" границу заголовка столбца вправо или влево. Для этого поместить курсор на правую границу столбца, где он примет вид вертикальной черты с двусторонними стрелками. Удерживая нажатой левую кнопку мыши, переместить границу столбца в нужном направлении.

Если столбцы содержат данные, то изменение ширины столбца автоматически производится двойным щелчком левой кнопки мыши по правой границе столбца. Если нужно изменить ширину нескольких заполненных столбцов, тогда: 1. Выделить заполненные столбцы, щелкнув по их буквенным заголовкам, 2. Поместить курсор в строку имен столбцов на границу между любыми выделенными столбцами, 3. Дважды щелкнуть левой кнопкой мыши. В результате каждый столбец будет иметь ширину, определяемую максимальным количеством символов в ячейках этого столбца, 4. Убрать выделение, щелкнув левой кнопкой мыши по любой ячейке вне выделенных столбцов.

Форматирование. Исходные данные и результаты расчета можно оформить как таблицу с обрамлением снаружи и внутри. 1. Выделите нужные ячейки; 2. Выберите из меню *Формат*



Цвет заливки (Желтый)



Цвет шрифта (Светло-бирюзовый)

команду *Ячейки* (появится окно *Формат ячеек*); 3. Выберите вкладку *Границы*; 4. Укажите кнопками вид границы *Вокруг* или *Внутри* и выберите стиль, толщину линии. Или это можно сделать с помощью

кнопки *Границы* панели *Форматирование*. С помощью вкладки Вид можно раскрыть выделенные разделы таблицы нужным цветом. Или это можно сделать с помощью инструмента *Цвет*

заливки панели *Форматирование*. С помощью вкладки *Шрифт* можно для выделенного текста изменить тип шрифта и его цвет. Или это можно сделать с помощью инструмента *Цвет шрифта* панели *Форматирование*. С

помощью вкладки *Число*

можно изменить формат представления числовых данных. Экспоненциальный формат чисел используется для отображения слишком больших или малых значений, не уместающихся в ячейке. Например, число $5E+08$ эквивалентно $5 \cdot 10^8$ или 500000000, а число $4E-07$ – это $4 \cdot 10^{-7}$ или 0,0000004.

Контекстное меню. Нажмите правую кнопку мыши – и на экране появятся команды контекстного меню.

Строка формул располагается под панелями инструментов. При вводе текста, чисел или формул в ячейки рабочего листа Excel отображает вводимую информацию в строке формул. Выделив ячейку щелчком левой кнопки мыши, в строке формул Вы увидите ее содержимое. Для его правки нужно щелкнуть левой кнопкой мыши в строке формул. Или, выделив ячейку, нажать клавишу [F2]. Тогда редактировать содержимое можно непосредственно в ячейке.

Формулы (в Excel используются для вычисления значений ячеек). Для создания формулы выделите ячейку, в которой она должна располагаться, введите знак равенства =, а затем и са-

му формулу, используя стандартные арифметические операции, символы, адреса ячеек или их названия (имена). Если в формуле содержится адрес ячейки или ее имя, то при вычислениях Excel использует значение этой ячейки. Например:

$$=(21.7^2+12)*A7*ЦЕНА-\$B\$9/F10.$$

При вычислении по формулам, содержащим более чем одну операцию, Excel использует стандартные правила приоритетов: в первую очередь выполняется возведение в степень, затем деление и умножение и, наконец, сложение и вычитание. Изменить этот порядок можно с помощью скобок – операции, содержащиеся в скобках, будут выполняться в первую очередь.

Формулы для массивов позволяют произвести множество вычислений, записав всего лишь одну формулу. Например, необходимо определить объем продаж в стоимостном выражении, для этого нужно перемножить количество проданного товара на его цену: 1.Выделите ячейки D3:D7; 2.Введите знак равенства = ; 3.Выделите ячейки B3:B7; 4.Введите знак умножения * ; 5.Выделите ячейки C3:C7; 6.Нажмите клавиши Ctrl+Shift+Enter.

	А	В	С	Д
1	РАСЧЕТ ОБЪЕМА ПРОДАЖ			
2	ТОВАР	КОЛИЧЕСТВО	ЦЕНА	ОБЪЕМ
3	А	756	2.53	1912.68
4	Б	149	7.41	1104.09
5	В	562	3.62	2034.44
6	Г	483	4.14	1999.62

Правка формул для массива выполняется так же, как и редактирование формул. Щелкните одну из ячеек, содержащих формулу левой кнопкой мыши. После этого щелкните по формуле в строке формул и внесите изменения, нажмите клавиши Ctrl+Shift+Enter (для формул массива).

Автосуммирование – это функция СУММ() , которая вводится в активную ячейку щелчком левой кнопки мыши поinstrу-

менту Автосуммирование [Σ]. Для этого выделите столбец, строку или прямоугольный интервал ячеек, добавив в выделенную область свободные ячейки под каждым столбцом и правее каждой строки. Щелкните по кнопке Автосуммирование и значения сумм заполнят пустовавшие ячейки.

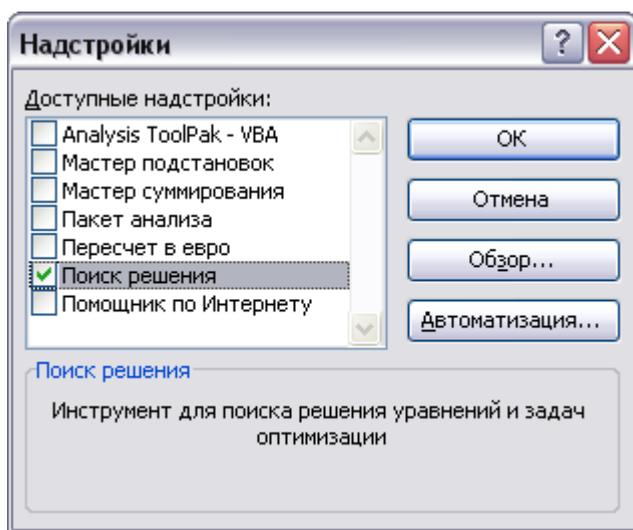
Методы оптимизации. Применение методов моделирования при решении задач выбора оптимальных вариантов действий в сфере экономики, организации, менеджмента, маркетинга, финансов требует определенной подготовки в области экономико-математических методов. Современные пакеты прикладных программ, входящие в состав программного обеспечения персональных компьютеров позволяют применять методы математической оптимизации при анализе состояния производственно-экономических систем и принятии решений. Реализация программного обеспечения для экономико-математического моделирования выполнена на интуитивно понятном уровне. “Дружественный пользовательский интерфейс” – система графических меню и справочных данных делают методы моделирования доступными для широкого круга специалистов в различных областях экономики.

Процесс выработки оптимального решения включает поиск и выбор наилучшего с некоторой точки зрения варианта среди множества возможных или допустимых. Математическая оптимизация представляет собой процесс нахождения экстремума (максимума или минимума) функции цели при заданных ограничениях (условная оптимизация) или без ограничений (безусловная оптимизация). Методы решения подобных задач разрабатываются в рамках специального научного направления – математического программирования.

Табличные процессоры, такие как Excel, Quattro Pro и другие, имеют встроенные средства решения задач математического программирования. Решение задач прогнозирования оптимизации в Excel становится доступным только после включения соответствующих приложений, которые представ-

лены как дополнительные программы (настройки). К настройкам относятся, в частности, *Анализ данных* и *Поиск решения*, для использования последнего необходимо наличие программы Solver (Решатель). Для загрузки соответствующей настройки её имя следует отметить в диалоговом окне *Настройки* (рис.1), которое открывается с помощью команды *Настройка* из меню *Сервис*.

После нажатия кнопки [ОК] и загрузки настройки меню *Сервис* будет дополнено соответствующей командой.



Диалоговое окно установки Настроек

Поиск решения – это мощный инструмент оптимизации, позволяющий специалисту сформулировать задачу из своей предметной области в режиме диалога. С его помощью можно быстро и эффективно определить наиболее оптимальный вариант использования ограниченных ресурсов, обеспечивающих максимизацию одних величин (например, прибыли), или же минимизацию других (например, расходов).

Поиск решения удобно использовать в тех случаях, когда необходимо найти оптимальное или заданное значение для функции, находящейся в отдельной ячейке, путем подбора значений переменных, находящихся в других ячейках, с учетом необходимых ограничений.

Для того, чтобы применить *Поиск решения*, необходимо сформулировать задачу в терминах электронной таблицы Excel, т.е. определить в специальном окне диалога *целевую ячейку, изменяемые ячейки и ограничения* (если последние существуют).

Целевая ячейка – это ячейка рабочего листа, содержащая функцию цели, для которой нужно найти максимальное, минимальное или заданное значение. Она *должна содержать формулу*, прямо или косвенно зависящую от изменяемых ячеек.

Изменяемые ячейки – это ячейки рабочего листа, содержащие, как правило, численные выражения искомым переменных, значения которых будет изменяться до тех пор, пока не будет найдено решение. В общем случае можно задать до 200 изменяемых ячеек, которые могут содержать как формулы, так и ссылки на блок ячеек, либо несмежные ячейки. Несмежные ячейки должны разделяться точкой с запятой. (При сохранении полученного решения, если в изменяемых ячейках были формулы, они будут заменены постоянными значениями.

Ограничение – это формула или переменная, введенная в ячейку рабочего листа, значение которой должно находиться в определенных пределах или удовлетворять целевым критериям. Ограничения могут налагаться как на целевую, так и на изменяемые ячейки. Для одной модели могут быть определены по два ограничения для каждой изменяемой ячейки (верхний и нижний пределы), а также до 100 дополнительных. Ограничения накладываются с использованием операторов

сравнения: \leq , $>$, $=$. Ограничения целочисленности целесообразно применять в случаях, когда используемая в задаче величина или искомый результат должны принимать одно из двух значений – “Да” или “Нет”, 0 или 1, либо когда дробные значения результатов недопустимы (например, при расчете числа служащих, машин, станков, изделий и т.д.). Ограничения целочисленности задаются для изменяемых ячеек.

Процедура решения оптимизационной задачи предусматривает последовательное выполнение ряда итераций. После каждой итерации происходит перерасчет значений изменяемых ячеек и проверка заданных ограничений и критериев оптимальности. Выполнение процедуры завершается, если найдено решение с приемлемой точностью либо если дальнейший поиск решения невозможен. Последнее возникает в случаях, когда модель сформулирована не корректно, выполнено максимально допустимое количество итераций или исчерпано предельное время завершения. Можно увеличить количество выполняемых итераций, точность вычислений и время, отведенное на поиск решения, путем корректировки значений, установленных по умолчанию. Корректировка значений возможна после нажатия кнопки *Параметры* диалогового окна *Поиск решения* и указанием требуемых величин в появившемся окне *Параметры поиска решения*.

После завершения поиска решения Excel предлагает три варианта продолжения работы:

- сохранить полученное решение или восстановить исходные значения на рабочем листе;
- сохранить полученное решение в виде именованного сценария;
- просмотреть один из встроенных отчетов о ходе решения.

ГЛОССАРИЙ

АБСТРАКТНЫЕ МОДЕЛИ - модели, полученные на основе теоретического анализа в виде дескриптивных соотношений.

АВТОМАТИЗАЦИЯ - применение технических средств, частично или полностью освобождающих человека от непосредственного участия в процессах получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов и информации.

АДАПТАЦИЯ - приспособление системы к реальным условиям.

АДАПТАЦИЯ (АККОМОДАЦИЯ) - приспособление системы к изменяющимся внешним и внутренним условиям.

АЛЬТЕРНАТИВА - возможный вариант выбора

АНАЛИЗ - функция управления, предназначенная для изучения, систематизации, обобщения и оценки достигнутых результатов

АНКЕТА - опросный лист, содержащий ряд вопросов, расположенных в определенном порядке в соответствии с целью исследований.

АПРИОРНАЯ ОЦЕНКА - оценка, формируемая до опыта на основании предварительной информации.

АПОСТЕРИОРНАЯ ОЦЕНКА - оценка, формируемая после опыта на основании информации, полученной в результате опыта.

БАЛАНСОВЫЙ МЕТОД - метод взаимного сопоставления ресурсов и потребностей в них, используемый в практике управления.

ВЕРОЯТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ - модель, которая содержит случайные элементы.

ВОЗДЕЙСТВИЕ УПРАВЛЯЮЩЕЕ - воздействие органа управления на объект управления с целью перевода его в желательное состояние.

ВОСПРИИМЧИВОСТЬ УПРАВЛЯЕМОЙ СИСТЕМЫ - это способность системы принимать воздействие определенной силы.

ВЫБОР - реальное действие, состоящее в предпочтении одного набора вариантов другому.

ГЕНЕРАЛЬНАЯ СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ - организационная модель управления, отражающая состав и взаимосвязи объектов и органов управления.

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ИЛИ ГЕНОТИП ГОМЕОСТАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ - ограниченное множество, границы которого определяются теми значениями параметров, которые можно получать из исходного без введения новых компонентов и состояний, не предусмотренных существующей структурой, в пределах которого система может принимать состояния в процессе адаптации.

ГОМЕОСТАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ - системы, у которых несмотря на влияние изменений в окружающей среде функциональное состояние остается неизменным.

ГРАФИК - одна из форм наглядного отображения информации во времени, в пространстве для отображения количественных соотношений организационных отношений, а также последовательности событий.

ДАННЫЕ - нормативы, сведения, сообщения, представленные в формализованном виде, используемые в процессе управления.

ДЕЛОВЫЕ ИГРЫ - метод имитации принятия управленческих решений в различных производственных ситуациях путем игры по заданным правилам группы людей или человека и ЭВМ.

ДИСПЕРСИОННЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ КОНКОРДАЦИИ - мера согласованности суждений группы экспертов, вычисляемая на основании результатов ранжировки объектов группой экспертов.

ДИСПЕРСИЯ СЛУЧАЙНОЙ ВЕЛИЧИНЫ - мера разброса её распределения, являющаяся вторым моментом отклонения от математического ожидания.

ДОКУМЕНТОГРАММА - графическое изображение процессов работы с документами от момента их создания или получения до сдачи в архив.

ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ИЗДЕЛИЯ - совокупность временных периодов от начала разработки изделия до снятия его с производства и исключения из продажи.

ЗАДАЧА ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ - поиск минимума линейной формы при наличии ограничений, заданных линейными уравнениями (неравенствами).

ЗВЕНО УПРАВЛЕНИЯ - элемент системы управления, в качестве которого может выступать структурное подразделение или отдельный специалист.

ИЕРАРХИЯ УПРАВЛЕНИЯ - последовательность уровней управления с указанием их подчиненности друг другу.

ИЗДЕЛИЕ - единица промышленной продукции, количество которой может исчисляться в штуках.

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ - динамическое представление системы путем продвижения её от одного состояния к другому по характерным для нее операционным правилам.

ИНФОРМАЦИЯ - сведения, знания, сообщения, которые содержат элементы новизны для их получателя и используются в процессе принятия решений.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ - научный аппарат, который охватывает совокупность близких методов, в котором за основу рассмотрения принимаются работы, выполняемые системой в процессе ее функционирования, а состояния системы и значения ее параметров рассматриваются постольку, поскольку являются результатами выполняющихся работ.

КАЧЕСТВО УПРАВЛЕНИЯ - оценка процесса управления, определяемая степенью достижения цели.

КВАЗИСЛУЧАЙНЫЕ ЧИСЛА - числа, процесс вычисления которых детерминирован, но, будучи генерированными таким образом, они являются сколь угодно близкими к случайным числам с заданным законом распределения.

КВАНТОВАНИЕ ПО ВРЕМЕНИ - идеализация, при которой время в системе измеряется не календарным ходом, а дискретными событиями производственного цикла, происходящими в определенные моменты.

КИБЕРНЕТИКА - наука об общих законах управления, прежде всего об информации и связи, безотносительно к природе управляемого объекта.

КИБЕРНЕТИЧЕСКИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ - системы, которые обеспечивают поддержание показателя качества в некоторой окрестности его экстремального (максимального или минимального) значения, из меняющегося под воздействием внешних условий.

КЛАССИФИКАЦИЯ - упорядоченное распределение элементов некоторого множества по каким-либо существенным признакам и отнесение их к тому или иному классу, подклассу, группе.

КОНТРОЛЬ - функция управления, устанавливающая степень соответствия принятых решений фактическому состоянию системы, выявляющая отклонения и их причины.

КОЭФФИЦИЕНТ РАНГОВОЙ КОРРЕЛЯЦИИ - мера зависимости между ранжировками, выполненными двумя экспертами.

КОЭФФИЦИЕНТЫ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВАЖНОСТИ ЦЕЛЕЙ - заданные величины приоритетов для всей совокупности целей, дающие в сумме единицу.

КРИТЕРИЙ - признак, на основании которого производится сравнение альтернатив, классификация объектов и явлений.

КРИТЕРИЙ РЕГУЛЯРНОСТИ - критерий, используемый для оценки адекватности самоорганизующихся моделей.

ЛАГ - показатель, отражающий отставание или опережение во времени одного явления по сравнению с другими.

ЛИМИТИРОВАННЫЕ РЕСУРСЫ - ограниченные ресурсы, потребность в которых превышает их наличие.

МАССИВ ИНФОРМАЦИИ - совокупность однородных записей, рассматриваемых как одно целое и упорядоченных таким образом, что их описание (набор индексов) однозначно определяет положение каждого элемента и путь доступа к нему.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ - это модели в виде логических соотношений или алгоритмов либо численных соотношений в виде таблиц или законов распределения, определяющих количественные соотношения между параметрами входа и выхода.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОЖИДАНИЕ - взвешенная по вероятности средняя величина всех возможных значений случайной величины.

МЕНЕДЖЕР - член руководящего состава предприятия, банка, фирмы, наделенный исполнительной властью и осуществляющий порученные ему функции управления.

МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ - способы воздействия субъекта управления на коллективы и отдельных работников для достижения поставленной цели.

МОДЕЛЬ - копия (аналог) изучаемого процесса, предмета или явления, отображающая существенные свойства моделируемого объекта с точки зрения цели исследования.

МОДИФИКАЦИЯ - изменение, преобразование некоторых признаков и свойств явления или предмета, вызывающее его качественно иное состояние при сохранении коренного, существенного, отличительного в этом явлении или предмете.

НАДЕЖНОСТЬ - свойство системы сохранять способность достижения поставленных целей с выполнением требований к качеству функционирования.

НАУЧНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ - степень использования в процессе управления достижений науки и техники.

НЕСТАЦИОНАРНЫЙ СЛУЧАЙНЫЙ ПРОЦЕСС - случайный процесс, показатели распределения которого со временем изменяются.

НОСИТЕЛЬ ИНФОРМАЦИИ - материальный объект, предназначенный для записи, передачи и хранения информации.

ОБЛАСТЬ ДОПУСТИМЫХ РЕШЕНИЙ - область, в которой осуществляется выбор решений; ограничивается условиями задачи, наличными ресурсами.

ОБРАБОТКА ДАННЫХ - процесс приведения данных к виду, необходимому для использования.

ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ - связь между выходом и входом системы, позволяющая информировать вход о степени достижения заданного результата и необходимости перестройки системы, если результат не достигнут.

ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ - подача выходного параметра какого-либо элемента в неизменном или преобразованном виде на вход того же элемента.

ОБУЧАЮЩАЯ И ПРОВЕРЯЮЩАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ - последовательности фактически наблюдаемых точек, в которых определяется или проверяется адекватность параметров модели.

ОБУЧЕНИЕ - процесс, способствующий самоприспособлению системы к внешней среде, соответствующий возможностям ее генетической структуры.

ОГРАНИЧЕНИЯ - условия, учитываемые при решении задач управления, определяющие область возможных решений, в которой находятся допустимые и оптимальные решения.

ОПТИМАЛЬНО ОРГАНИЗОВАННЫЕ ГОМЕОСТАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ - системы, которые для обеспечения стабильности в достижении назначенных целей потребляют минимально возможные величины затрат.

ОРГАНОГРАММА, ОРГАГРАММА - график, выражающий организационные отношения в производстве без количественных характеристик.

ОТКАЗ - в общем смысле применительно к производственным системам это невыполнение объектом управления команды субъекта управления; в узком смысле применительно к строительному производству под отказом понимается невыполнение любой позиции планового задания, сформированной в процессе управления и обеспечивающей достижение конечной цели в соответствии с установленным критерием.

ОТРИЦАТЕЛЬНАЯ ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ - вычитание из входного параметра значения параметра, подающегося на вход в виде обратной связи.

ПАРАМЕТР - показатель, характеризующий систему (модель). Различают параметры, описывающие поведение системы, и управляющие.

ПЛАН - комплекс заданий, объединенных общей целью, которые необходимо выполнить в определенной последовательности и в установленные сроки.

ПОИСК ИНФОРМАЦИИ - совокупность логических и технических операций, конечной целью которых является извлечение из массива документов нужной информации или документа по заданным признакам.

ПОЛОЖИТЕЛЬНАЯ ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ - суммирование входного параметра и значения параметра, подающегося на вход в виде обратной связи.

ПОТОК ИНФОРМАЦИИ - совокупность сообщений, циркулирующих в системе, необходимых для осуществления процессов управления.

ПРИНЦИП ВНЕШНЕГО ДОПОЛНЕНИЯ - корреляция управляющего воздействия по отношению к возмущающему воздействию.

ПРОЕКТ - 1. Совокупность чертежей, расчетов и других документов для создания сооружения или изделия. 2. Замысел, план. 3. Предварительный текст документа.

РЕГУЛИРОВАНИЕ - функция управления, обеспечивающая функционирование управляемых процессов в рамках заданных параметров.

РЕКУРСИВНАЯ ФОРМУЛА - формула, с помощью которой на основании i -го случайного числа определяется $(i + 1)$ -е случайное число.

РЕСУРСЫ - этим термином обозначают не только сырье, землю, труд, финансы, но и продукцию, поскольку продукция одного производства - это ресурс для другого.

РИСК - возможность наступления событий с отрицательными последствиями в результате определенных решений или действий.

СВЯЗЬ - категория управления, отражающая форму взаимодействия элементов системы.

СИСТЕМА - множество взаимодействующих элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, составляющих целостное образование.

СИТУАЦИЯ - совокупность событий, обстоятельств, которые развиваются во времени и пространстве и имеют определенные последствия.

СПОРАДИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА - случайно кратковременно возникающая и самопроизвольно исчезающая величина.

СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОЕ ОТКЛОНЕНИЕ СЛУЧАЙНОЙ ВЕЛИЧИНЫ - корень квадратный из ее дисперсии.

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ - совокупность специализированных подразделений, взаимосвязанных в процессе принятия и реализации управленческих решений.

СТРУКТУРИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ - этап системного анализа, со стоящий в том, что вся совокупность объектов и процессов, имеющих отношение к поставленной цели, разделяется

на собствен но изучаемую систему и внешнюю среду, затем выделяются отдельные составляющие изучаемой системы, а возможные внешние воздействия представляются в виде совокупности элементарных воздействий.

ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ - система знаний о законах управления производством как целостного комплексного общественного явления.

ТЕХНОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ - комплекс методов по обработке управленческой информации с целью принятия, фиксации и реализации управленческих решений.

УПРАВЛЕНИЕ - процесс целенаправленного воздействия на управляемую систему или объект управления с целью обеспечения его эффективного функционирования и развития.

УСТОЙЧИВОСТЬ - свойство системы приходить к новому установившемуся состоянию после окончания переходного процесса, вызванного каким-либо возмущающим или управляющим воздействием.

ФАКТОР - причина, источник воздействия на систему, определяющий ее состояние; условия производственной деятельности.

ФИРМА - экономически и юридически самостоятельный субъект хозяйствования.

ФОРМА ДОКУМЕНТА - совокупность реквизитов, расположенных в определенной последовательности в документе.

ФОРМАЛИЗАЦИЯ - описание каких-либо процессов, явлений с использованием определенных знаков, терминов, с четко оговоренным содержанием символов (математических, логических) или специально созданных языков.

ФУНКЦИИ УПРАВЛЕНИЯ - определенный вид управленческой деятельности, объективно необходимой для обеспечения целенаправленного воздействия на объект управления.

ЦЕЛОСТНОСТЬ СИСТЕМЫ - зависимость каждого элемента системы, его свойств и отношений в системе от его места, функций и т.д. внутри целого. Это означает, что воздей-

ствие на один или несколько элементов системы обязательно вызовет реакцию, изменение других элементов.

ЦЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ - желаемое, возможное и необходимое состояние системы, которое должно быть достигнуто.

ЦЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ - оптимизация некоторой функции по ряду значений переменных параметров и промежуточных целей.

ЦЕНА - денежное выражение стоимости товара.

ЦИКЛ ЖИЗНИ ДАННЫХ - время, по истечении которого теряется полезность данных, используемых в процессе управления.

«ЧЕРНЫЙ ЯЩИК» - укрупнённое представление производственной системы как объекта управления в виде непрозрачного объекта, внутрь которого нельзя проникнуть и установить таким путем связь его выходов со входами.

ЭВРИСТИКА - приемы и методы принятия решений, основанные на учете опыта решения сходных проблем в прошлом, учете ошибок, а так же интуиции.

ЭКВИФИНАЛЬНОСТЬ - направленность системы на достижение заданной цели.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ - соотношение затрат и результатов функционирования системы.

ЭКСТРАПОЛЯЦИЯ - процедура перенесения выводов, полученных внутри отрезка наблюдения, на явления, находящиеся вне этого отрезка.

ЭЛАСТИЧНОСТЬ СПРОСА - показатель (в процентах) изменения спроса на данный товар при изменении его цены на один процент.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ - результативность управления, характеризующаяся степенью использования и отдачи от ресурсов, предназначенных для достижения цели.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
Лабораторная работа № 1. Моделирование процессов массового обслуживания.....	8
Лабораторная работа № 2. Моделирование процессов массового обслуживания в многоканальной системе с очередью.....	20
Лабораторная работа № 3. Моделирование процесса управления конкурентоспособностью продукции.....	27
Лабораторная работа № 4. Моделирование процесса принятия решений о вложении капитала.....	32
Лабораторная работа № 5. Метод экспертных оценок.....	36
Лабораторная работа № 6. Определение себестоимости новых изделий с помощью корреляционно-регрессионного анализа.....	48
Лабораторная работа № 7. Решение задач оптимизации процесса производства продукции с использованием Excel.....	56
Лабораторная работа № 8. Имитационная модель процесса производства	65
Лабораторная работа № 8а. Имитационная модель проведения операций контроля на участке производства.....	79
Заключение	87
Библиографический список	88
Приложения.....	89

Учебное издание

Амелин Станислав Витальевич
Щетинина Ирина Валериевна

МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ
УПРАВЛЕНЧЕСКИХ, ЭКОНОМИЧЕСКИХ И
БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ:
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

В авторской редакции

Подписано к изданию 25.05.2015.

Объём данных 1,83 Мб

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический
университет»

394026 Воронеж, Московский просп., 14