

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)  
Кафедра телевидения и управления  
(ТУ)

«Утверждаю»

Зав.кафедрой ТУ

Проф. Пустынский И.Н.

### **СБОРНИК ЗАДАЧ**

Учебное пособие по дисциплине:

**«Имитационное (статистическое) моделирование»**

Направлений подготовки бакалавров: 080200.62 «Менеджмент»

100100.62 «Сервис»

Профили: «Информационный менеджмент»

«Информационный сервис»

**Разработчики:**

проф. А.М.Семиглазов

\_\_\_\_\_  
доц. В.А.Семиглазов

Томск 2012 г.

А.М. Семиглазов, В.А. Семиглазов. Сборник задач по дисциплине «Имитационное (статистическое) моделирование». Учебное пособие – Томск: кафедра ТУ, ТУСУР, 2012. – 30 с.

В настоящем сборнике задач представлены бизнес – ситуации реального сектора экономики, анализ которых проведён методом Монте-Карло или методом имитационного (статистического) моделирования.

Рассмотрены задачи управления запасами, складом, задачи массового обслуживания, логистики, расписания, военных операций, надёжности и т.д.

Все расчёты, анализы выполнены в среде Excel с использованием генератора случайных чисел, с использованием различных законов распределения случайных величин. Овладение методами имитационного моделирования позволит будущим специалистам более эффективно использовать информационные технологии в управлении предприятием.

© А.М. Семиглазов, В.А. Семиглазов, 2012

© Кафедра Телевидения и управления, ТУСУР, 2012

### Задача №1

Груженные баржи, отправляемые вниз по Волге из индустриальных центров, достигают Астрахани. Число барж, ежедневно входящих в док, колеблется от 0 до 5. Вероятность прихода 0, 1, ..., 5 барж показана в таблице:

Число барж	Вероятность	Интегральная вероятность	Интервал случайных чисел
0	0,13	0,13	0 – 13
1	0,17	0,30	14 – 30
2	0,15	0,45	31 – 45
3	0,25	0,70	46 – 70
4	0,20	0,90	71 – 90
5	0,10	1,00	91 – 100

В этой же таблице указаны интегральные вероятности и соответствующие интервалы случайных чисел для каждого возможного значения.

Аналогичная информация дана о числе разгружаемых барж:

Ежедневный темп разгрузки	Вероятность	Интегральная вероятность	Интервал случайных чисел
1	0,05	0,05	0 – 5
2	0,15	0,2	6 – 20
3	0,5	0,7	21 – 70
4	0,2	0,9	71 – 90

5	0,1	1	91 – 100
---	-----	---	----------

Задание:

- 1) постройте модель, позволяющую имитировать очередь на разгрузку;
- 2) определите среднее число барж, простаивающих в течение суток;
- 3) определите среднее число барж, прибывающих в течение суток;
- 4) определите среднее число барж, разгруженных в течение суток.

### Задача №2

Магазин электрооборудования продает электрические дрели. В течение 300 дней директор магазина Проводков регистрировал дневной спрос на дрели. Распределение вероятностей величины спроса показано в таблице:

Спрос на дрели	Частота	Вероятность	Интегральная вероятность	Интервал случайных чисел
0	15	0,05	0,05	0 – 5
1	30	0,1	0,15	6 – 15
2	60	0,2	0,35	16 – 35
3	120	0,4	0,75	36 – 75
4	45	0,15	0,9	76 – 90
5	30	0,1	1	91 – 100
Итого	300 дней	1		

Когда Проводков делает заказ, чтобы возобновить свои запасы электрических дрелей, его выполнение происходит с лагом в 1, 2 или 3 дня.

Это означает, что время восстановления запаса подчиняется вероятностному распределению. В следующей таблице указаны сроки, вероятности сроков выполнения заказов и интервалы случайных чисел, которые удалось определить на основе информации о 50 заказах:

Срок выполнения заказа	Частота	Вероятность	Интегральная вероятность	Интервал случайных чисел
1	10	0,2	0,2	0 – 20
2	25	0,5	0,7	21 – 70
3	15	0,3	1	71 – 100
Итого	50 заказов	1		

Стратегия резервирования, которую хочет имитировать Проводков, - делать заказ в объеме 10 дрелей при запасе на складе 5 шт. Проводков оценил, что каждый заказ на дрели обходится ему в 10 руб., хранение каждой дрели – в 5 руб. в день, одна упущенная продажа – в 80 руб.

Задание:

- 1) оцените величину средних ежедневных затрат для этой стратегии управления запасами;
- 2) произведите расчеты на 20 дней с новыми случайными числами.

### **Задача №3**

Магазин Петушкова поддерживает на складе запас 30-ведерных водонагревателей для владельцев индивидуальных домов. Хозяин магазина хотел бы иметь под рукой максимальный запас водонагревателей, чтобы удовлетворить любой спрос. Однако он понимает, что это невыгодно из-за высокой стоимости их хранения. Он проследил за объемом продаж водонагревателей за последние 50 недель и отметил следующее:

Число продаж за неделю	Число недель с таким объемом продаж	Вероятность	Интегральная вероятность	Интервал случайных чисел
4	6	0,12	0,12	0 – 12
5	5	0,1	0,22	13 – 22
6	9	0,18	0,4	23 – 40
7	12	0,24	0,64	41 – 64
8	8	0,16	0,8	65 – 80
9	7	0,14	0,94	81 – 94
10	3	0,06	1	95 – 100

Вопросы:

- 1) если Петушков будет иметь еженедельный запас в 8 водонагревателей, то сколько раз за 20 недель ему не хватит этого запаса для удовлетворения спроса?
- 2) каков объем продаж за 20 недель.

#### Задача № 4

Коммерческое образовательное учреждение занимается образованием слушателей по тематике переподготовки. Потенциальные слушатели приходят в деканат (А), после чего они могут:

- В – заключить договор на получение удостоверения;
- С – заключить договор на получение свидетельства;
- Д – заключить договор на получение диплома;
- Е – заключить договор на получение сертификата;
- F – заключить договор на получение второго диплома;

Н – отказаться от учебы или уйти с соответствующим документом об окончании учебы.

При этом слушатели могут переходить из одной категории в другую с вероятностями, указанными в таблице:

Исходная категория	Переход по категориям	Вероятность, %	Интегральная вероятность	Интервал случайных чисел
А	В	5	5	0 – 5
	С	10	15	6 – 15
	Д	50	65	16 – 65
	Е	10	75	66 – 75
	F	10	85	76 – 85
	Н	15	100	86 – 100
В	С	20	20	0 – 20
	Д	25	45	21 – 45
	Е	5	50	46 – 50
	F	0	–	–
	Н	50	100	51 – 100
С	Д	30	30	0 – 30
	Е	10	40	31 - 40
	F	10	50	41 – 50

	H	50	100	51 – 100
D	E	10	10	0 – 10
	F	10	20	11 – 20
	H	80	100	21- 100
E	F	10	10	0 – 10
	H	90	100	11 – 100
F	E	10	10	0 – 10
	H	90	100	11 – 100
H	H	98	98	0 – 98
	A	2	100	99 – 100

Необходимо определить количество слушателей, которые могут поступить в данное коммерческое учреждение.

### Задача № 5

Штаб военно-воздушной дивизии использует большое количество компьютерных графопостроителей. Графопостроитель наносит на лист бумаги линии в различных направлениях до тех пор, пока не будет сделан весь рисунок. В графопостроителе используются четыре пера различных цветов. Каждое перо может выйти из строя. В этом случае выходит из строя весь графопостроитель и требуется замена соответствующего пера. В штабе замена проводится каждый раз, когда перо выходит из строя. Инженер, обслуживающий графопостроители, предложил при выходе из строя одного пера проводить замену сразу всех четырех перьев. Это должно уменьшить число выходов из строя графопостроителей. На замену одного пера требуется

один час, на замену всех четырех перьев – два часа. Стоимость простоя графопостроителя в течение часа 50 тыс. руб. Каждое перо стоит 8 тыс. руб.

Время, проходящее между выходами графопостроителя из строя, распределяется следующим образом:

а) при замене одного пера:

Время между поломками, ч	Вероятность	Интегральная вероятность	Интервал случайных чисел
10	0,05	0,05	0 – 5
20	0,15	0,2	6 – 20
30	0,15	0,35	21 – 35
40	0,2	0,55	36 – 55
50	0,2	0,75	56 – 75
60	0,15	0,9	76 – 90
70	0,1	1	91 – 100

б) при замене четырех перьев:

Время между поломками, ч	Вероятность	Интегральная вероятность	Интервал случайных чисел
100	0,15	0,15	0 – 15
110	0,25	0,4	16 – 40
120	0,35	0,75	41 – 75
130	0,2	0,95	76 – 95
140	0,05	1	96 – 100

Сымитируйте две различные стратегии и определите лучшую.

Проведите десять испытаний.

Вопросы:

- 1) следует ли заменять сразу все четыре пера?
- 2) какую экономию обеспечивает лучшая стратегия в течение месяца работы графопостроителя?

### Задача № 6

Доктор Елена Прекрасная имеет зубоврачебную практику в Москве. Елена составляет расписание своего приема для того, чтобы пациентам не пришлось долго ожидать. В таблице приведено расписание на 20 мая:

Пациент	Назначенное время приема	Предполагаемое время обслуживания
Иванов	9:30	15
Новиков	9:45	20
Грачев	10:15	15
Васильева	10:30	10
Сычев	10:45	30
Галеев	11:15	15
Гринев	11:30	20
Лопин	11:45	15

К сожалению, не все пациенты приходят точно к назначенному времени. К тому же и время обслуживания нельзя указать точно. Опыт Елены подсказывает, что:

Приход	Вероятность	Интегральная вероятность	Интервал случайных чисел
На 20 минут раньше	0,2	0,2	0 – 20
На 10 минут раньше	0,1	0,3	21 – 30
В назначенное время	0,4	0,7	31 – 70

На 10 минут позже	0,25	0,95	71 – 95
На 20 минут позже	0,05	1	96 – 100

Кроме того:

Время обслуживания	Вероятность	Интегральная вероятность	Интервал случайных чисел
На 20% меньше	0,15	0,15	0 – 15
Сколько указано	0,5	0,65	16 – 65
На 20% больше	0,25	0,9	66 – 90
На 40% больше	0,1	1	91 – 100

Доктор Елена Прекрасная хотела закончить прием 20 мая в 12:15 для того, чтобы вылететь в Минск на конференцию стоматологов. В этот день Елена готова начать прием в 9:30. Пациенты обслуживаются в порядке, указанном в расписании (даже если один пациент приходит раньше, чем назначенный на прием перед ним).

Вопросы:

- 1) на сколько минут позже желательного срока закончится прием?
- 2) скольким пациентам, пришедшим вовремя, придется ожидать приема?

### **Задача № 7**

Пусть обслуживание станков производственного цеха выполняют два наладчика. Поток поступающих требований на наладку станков пуассоновский, а распределение времени обслуживания – экспоненциальное.

Датчик случайных чисел на ЭВМ, настраиваемый на соответствующие параметры интенсивности, моделирует интервал времени между поступлениями двух соседних требований на наладку станков с заданной величиной параметра входящего потока  $\lambda = 8$  треб./ч:

25, 6, 14, 31, 17, 12, 10, 18, 16, 8, 13, ... (мин).

Здесь первое число 25 мин – это интервал времени между поступлениями первого и второго требований на наладку, 6 мин – интервал между вторым и третьим требованиями и т.д. Ограничим в этом примере количество поступивших требований числом 12, что соответствует примерно трем часам работы производственного цеха.

Этим же датчиком, настроенным на интенсивности  $\mu_1 = 6$  треб./час и  $\mu_2 = 5$  треб./час, соответственно моделируется время обслуживания требований (время проведения одной наладки) первым и вторым наладчиками:

32, 20, 18, 34, 21, 11, 15, 14, ... , (1)

10, 33, 24, 37, 19, 9, 17, 23, ... (2)

Из таблицы случайных чисел (1) следует, что первый наладчик выполняет первое требование за 32 мин, второе – за 20 мин и т.д. Для второго наладчика из (2) имеем соответственно 10 мин, 33 мин и т.д.

Задание:

- А) вычислить среднее время ожидания станков в очереди;
- Б) вычислить время обслуживания требования на наладку;
- В) вычислить среднюю долю простоя наладчиков;
- Г) построить графики работы наладчиков.

### Задача № 8

В парикмахерской два мастера, и третий работает в крайнем случае, если двое не успевают (он совмещает функции).

Случайный поток клиентов подчиняется распределению Пуассона с  $\lambda = 15$ . Длительность обслуживания клиентов подчиняется нормальному закону распределения с  $M_{cp} = 20$ ,  $\sigma = 5$ .

Заявка поступает в 1-й канал, если он занят, то во второй и т.д., если свободны оба, то - в первый. Если свободны 2 и 3 каналы, то - во второй.

Задание:

- 1) усреднить результаты по группам;
- 2) усреднить результаты по группам для  $\lambda = 12$ ,  $T = 10$  ч.

### Задача № 9

Рассмотрим схему системы массового обслуживания с двумя каналами, двумя фазами обслуживания и двумя видами приоритета заявок. Деятельность первого заместителя описывается фазой первого канала, в которую поступает поток заявок высшего (первого) приоритета, имеющий заданные параметры. Деятельность второго заместителя описывается первой фазой второго канала, в которую поступает поток заявок низшего (второго) приоритета, также имеющий заданные параметры. Тогда деятельность директора учреждения описывается первой фазой второго канала, в которую могут поступать заявки, прошедшие через первые фазы обоих каналов. Второй фазы второго канала не существует. Во вторую фазу первого канала должны передаваться не все заявки, а только определенная их часть (рис.).

Процентная доля от числа посетителей, поступающих на прием к директору, составляет  $P_1 = 30\%$  для первого потока и  $P_2 = 50\%$  для второго потока. Что же касается доли от числа посетителей, дела которых будут окончательно решаться на уровне заместителей директора, то они будут составлять соответственно  $(100 - P_1)\%$  и  $(100 - P_2)\%$  для первого и второго каналов. Количество заявок принять равным 50 штукам для каждого руководителя.

Задание:

- 1) определить количество заявок, поступивших от первого заместителя к руководителю;
- 2) определить количество заявок, поступивших от второго заместителя к руководителю;
- 3) определить время работы руководителя;
- 4) определить наибольший период поступления всех заявок;
- 5) исследовать загрузку руководителя при следующих сочетаниях вероятностей:
  - а)  $P_1 = 0,4$  и  $P_2 = 0,6$ ,
  - б)  $P_1 = 0,6$  и  $P_2 = 0,3$ .

### Задача № 10

Инвестор планирует сделать некоторые инвестиции в акции некоторой компании и в золото. Он полагает, что доходность этих инвестиций в предстоящем году зависит от общего состояния экономики. Для упрощения ситуации он рассматривает четыре возможных сценария: депрессия, легкий спад, нормальное состояние и бум. Анализируя имеющуюся информацию, он полагает вероятности этих сценариев равными 0,05; 0,30; 0,50; 0,15. Для

каждого состояния экономики он оценивает доходность по акциям и по золоту. Например, в случае состояния депрессии инвестор прогнозирует падение курса акций на 20% и рост цены на золото на 5%. Инвестор хочет исследовать совместное распределение доходности по этим двум видам инвестиций. Он также хочет проанализировать распределение в портфеле по этим видам инвестиций.

### **Задача № 11**

Некоторая компания распродает одежду методом рассылки по заказам. Для этого клиентам регулярно рассылаются каталоги с предложениями. Важным для компании является вопрос, когда исключать клиента из списка рассылки. В данный момент компания это делает, если клиент не сделал никакого заказа подряд по шести посланным ему каталогам. Компания решает вопрос, будет ли способствовать повышению удельной прибыли на каждого покупателя переход на систему вычеркивания клиента из списка рассылки после четырех (трех/пяти) последовательных незаказов. Имеются следующие данные:

- если клиент разместил свой заказ из последнего присланного каталога, то с вероятностью 20% он сделает заказ из следующего каталога;
- если клиент разместил свой заказ из каталога одним каталогом ранее последнего присланного каталога, то с вероятностью 16% он сделает заказ из следующего каталога;
- если клиент разместил свой заказ из каталога двумя каталогом ранее последнего присланного каталога, то с вероятностью 12% он сделает заказ из следующего каталога;

- если клиент разместил свой заказ из каталога тремя каталогом ранее последнего присланного каталога, то с вероятностью 8% он сделает заказ из следующего каталога;
- если клиент разместил свой заказ из каталога четырьмя каталогом ранее последнего присланного каталога, то с вероятностью 4% он сделает заказ из следующего каталога;
- если клиент разместил свой заказ из каталога пятью каталогом ранее последнего присланного каталога, то с вероятностью 2% он сделает заказ из следующего каталога;
- посылка каталога стоит 15 руб., а средняя прибыль с заказа составляет 300 руб.

### **Задача № 12**

Примем следующие исходные данные:

- среднее значение эксплуатационных расходов  $M_{\text{rash}} = \$110000$ ;
- среднее квадратическое отклонение эксплуатационных расходов  $S_{\text{rash}} = \$11000$ ;
- среднее значение емкости рынка  $M_{\text{ryn}} = \$2750000$ ;
- среднее квадратическое отклонение емкости рынка  $\sigma_{\text{ryn}} = \$250000$ ;
- число случайных реализаций  $N_p = 10000$ .

Варьируемыми переменными будем считать параметры кусочно-равномерного распределения доли предприятия на рынке.

Определить средний доход предприятия.

### **Задача № 13**

Маша Кондратьева, аспирантка МГУ, испытывает некоторые проблемы с личным бюджетом. Ее доход складывается из стипендии и зарплаты за реферативные статьи. Распределение уровня ее доходов показано в таблице:

Доход, руб.	Вероятность
350	0,4
400	0,2
450	0,3
500	0,1

Предполагается, что доход поступает на ее счет и учитывается в начале следующего месяца. Расходы Маши также меняются от месяца к месяцу и подчиняются следующему распределению вероятностей:

Расход, руб.	Вероятность
300	0,1
400	0,45
500	0,3
600	0,15

В начале текущего года обучения на ее счету было 600.

Задание:

- 1) проимитируйте текущий год (12 месяцев) и оцените финансовое положение Маши. Предполагается, что реальные расходы Маши не могут превышать суммы на счете;
- 2) определите, сколько месяцев из 12 Маша будет испытывать дефицит бюджета;

- 3) определите, какая сумма денег останется на счету у Маши в конце текущего года.

#### Задача № 14

Даша Василькова - менеджер салона фирмы «Мерседес-Бенц» в Москве. В последние 100 месяцев объем продаж колеблется от 6 до 12 новых автомобилей. Частоты различных объемов продаж показаны в таблице.

Объем продаж в месяц, шт.	Число месяцев, в которые наблюдался этот объем продаж
6	8
7	11
8	17
9	33
10	25
11	3
12	3
Итого	100

Даша считает, что продажа будет идти в тех же объемах еще 24 месяца. Время выполнения заказа на поставки распределяется следующим образом:

Время поставок, месяцы	Вероятность
------------------------	-------------

1	0.44
2	0.33
3	0.16
4	0.07
Итого	1.0

Даша Василькова каждый раз заказывает 21 автомобилей (3 трейлера по 7 автомобилей в каждом) и делает новый заказ, когда запас в магазине снижается до 12 автомобилей. Новый заказ можно делать только после выполнения предыдущего.

Начальный запас составляет 28 автомобилей, затраты на хранение одной автомашины составляют в месяц 0,6 тыс. руб., одна упущенная продажа приносит убыток в среднем 4,35 тыс. руб., один заказ обходится в 0,57 тыс. руб.

Задание:

- 1) проимитируйте эту стратегию в течение 24 месяцев;
- 2) определите, сколько заказов придется сделать за два года;
- 3) определите, с какими издержками связана данная стратегия (в тыс. руб.).

### Задача № 15

Фирма «Веста» - производитель промышленных моечных машин. Одной из комплектующих деталей в производственном процессе является стальной лист размером 8 на 10 дм. Сталь поставляется на контрактной основе компанией «Уралсталь», причем еженедельный объем поставок

может составлять 8 или 11 тыс. дм<sup>2</sup> (45% шансов на то, что объем поставок составит 8 тыс. дм<sup>2</sup>, и 55% шансов на то, что 11). Распределение величины потребности в стали указано в следующей таблице:

Недельный спрос, тыс. дм <sup>2</sup>	Вероятность
6000	0.05
7000	0.15
8000	0.2
9000	0.3
10000	0.2
11000	0.1

Фирма «Веста» может хранить на складе не более 25 тыс. дм<sup>2</sup> стали одновременно.

Задание:

- 1) проимитируйте заказы на сталь и ее использование в течение 20 недель. Начните первую неделю с нулевого запаса на складе. Если запас на конец недели окажется отрицательным, то восполните необходимую разницу из следующего заказа;
- 2) определите, требуются ли фирме «Веста» дополнительные складские помещения;
- 3) определите, какое количество стали (в тыс. дм<sup>2</sup>) будет на складе в конце 20-й недели.

### Задача № 16

Компания «Байлс» со штаб-квартирой в Дюссельдорфе распоряжается семью специально оборудованными трейлерами для коммерческой транспортировки на большие расстояния радиоактивных отходов. Каждый грузовик совершает в среднем одну поездку в неделю, собирая радиоактивные отходы у химических компаний и других производителей в Центральной Европе. Эти грузы аккуратно доставляются в правительственное хранилище, расположенное недалеко от Дрездена. В настоящее время сбор отходов происходит в восьми странах: Италии, Германии, Австрии, Франции, Бельгии, Нидерландах, Дании и Польше.

Компания «Байлс» имеет офис в столице каждой страны, которую она обслуживает. Персонал офиса включает не только менеджера и секретаря, но и адвоката, по совместительству оказывающего содействие в разрешении политических, общекультурных, пограничных и юридических конфликтов, возникающих в индустрии удаления ядерных отходов.

Сибби Байлс, хозяйка компании, намерена исключить Италию из сферы своего бизнеса. В прошлом году туда было сделано только 25 рейсов за отходами. Хотя текстильное производство в Северной Италии является хорошим полем деятельности для фирмы Байлс, решение о целесообразности сохранить офис и вести деловые операции в этой стране следует принимать с учетом объема работы и получаемого дохода.

Чтобы проанализировать рынок Италии, Байлс собрала данные об объеме перевозок и доходов за прошедший год. Каждый из 25 трейлеров, загруженных в Италии в прошлом году, собрал от 26 до 50 баррелей отходов:

Собранное количество отходов, баррель	Число поездок за год, в которые было собрано такое количество отходов
--	---

26 – 30	3
31 – 35	4
36 – 40	6
41 – 45	9
46 – 50	3
Итого	25

Доход, получаемый за баррель отходов (изменяется от 50 до 80 евро), зависит от типа радиоактивных материалов и количества вывозимых отходов:

Доход за баррель, евро	Число поездок с таким доходом
50	5
60	11
70	7
80	2
Итого	25

Байлс решила, что имитация 25 грузовых поездок из Италии позволит оценить рентабельность работы в этой стране в следующем году.

Она определила, что каждая поездка к дрезденскому хранилищу обходится в 900 евро, включая зарплату водителя, оплату топлива и амортизацию грузовика. Прочие накладные расходы составляют 120 евро на поездку. Содержание офиса в Италии обходится в 41 тыс. евро в год. Эта сумма включает зарплату и косвенные накладные расходы, которые несет штаб-квартира в Дюссельдорфе.

Задание:

- 1) определите, позволят ли доходы от поездок в Италию покрыть расходы на содержание офиса в этой стране;
- 2) предложите стратегию проведения имитационного эксперимента;
- 3) проведите имитационный эксперимент для оценки годовых доходов компании «Байлс» в Италии;
- 4) проведите аналитические расчеты для оценки ожидаемого годового дохода и сравните результаты с результатами имитационного эксперимента.

### **Задача № 17**

После завершения высшего образования в США Самир Кальдон вернулся в Саудовскую Аравию, где его семья вела собственное дело. Ближайшей целью Самира было реконструировать и стабилизировать принадлежащую его семье транспортную компанию «Перевозки Кальдона».

Самир столкнулся с проблемой определения числа грузовиков, необходимых для перевозки предполагаемого количества грузов. До сих пор грузовики приобретались по мере необходимости без всестороннего планирования объема перевозок. Следствием такого подхода были проблемы с наймом водителей и обслуживанием грузовиков, а также выплата неустоек за несвоевременный вывоз грузов из порта и возврат контейнеров.

Штрафы за простой грузов в порту очень велики. Они рассчитываются по следующему правилу:

1. Для вывоза груза из порта отводится 10 дней (не облагаемый штрафом период);

2. После этого за каждые 24 часа простоя в порту 1 т груза взимается штраф размером в один реал (приблизительно равен одному американскому доллару). За следующие 24 часа взимается штраф два реала, за следующие 24 часа — три реала и т.д.

По прогнозу Самира, объем перевозимого компанией груза составляет в среднем 160 тыс. т в месяц со стандартным отклонением 30 тыс. т. Темп поступления груза в течение месяца является постоянным. В соответствии с предыдущим опытом количество грузов, перевозимых компанией в течение месяца, имеет нормальное распределение.

После длительных исследований Самир пришел к заключению, что автопарк должен быть укомплектован 40-футовыми грузовиками Мерседес 2624 с грузовыми платформами, каждый из которых может перевозить или два 20-футовых контейнера, или один 30-футовый, или один 40-футовый контейнер. Максимальная грузоподъемность одного грузовика 60 т. Стоимость одного грузовика 240 тыс. реалов. К тому же грузовик должен быть адаптирован для использования в Саудовской Аравии: иметь двойную систему охлаждения, радиатор повышенного объема и специальные высокотемпературные шины. Практика показывает, что вероятность безотказной работы такого грузовика равна 0,96.

Приблизительно 25% поступающих грузов упакованы в контейнеры длиной 20, 30 или 40 футов. Остальные 75% груза не упакованы в контейнеры. Двадцатифутовый контейнер вмещает приблизительно 20 т груза, 30-футовый — 45 т, 40-футовый — 60 т. Приблизительно 60% контейнеризированных грузов находятся в 40-футовых контейнерах, 20% — в 30-футовых и 20% — в 20-футовых контейнерах.

Использование контейнеров связано со следующими штрафными санкциями:

1. Пять дней (не облагаемый штрафом период) отводится для того, чтобы вернуть контейнер в порт.

2. За каждые 24 часа задержки контейнера сверх этого срока взимается штраф 1000 реалов, за следующие 24 часа — 2000 реалов, следующие — 3000 реалов и т.д.

Компания «Перевозки Кальдона» забирает груз в порту и доставляет его либо непосредственно потребителю, либо на склад для последующей транспортировки.

Основываясь на этих данных, Самир пришел к выводу, что каждый грузовик должен брать груз в порту 3 раза в день.

Финансовый анализ показывает, что прибыль от доставки 1 т груза составляет в среднем 2,25 реала. Альтернативные издержки капитала, инвестированного компанией Кальдона, составляют 20%.

Задание:

- 1) разработайте имитационную модель, учитывающую все факторы, влияющие на принятие решения;
- 2) проведите расчеты и определите, сколько грузовиков следует иметь компании.

## Задача № 18

Осуществляется реализация товара, поступающего со склада. Имеется определённый запас товара в торговой точке. При снижении запаса ниже

допустимой нормы производится поставка оговорённой партии дополнительного товара.

. Срок поставки товара, стоимость поставки, стоимость хранения нереализованного товара в торговой точке, стоимость (штраф) за неудовлетворённый спрос следующие.

1. Цена изделия равна - 50 руб.; цена хранения его на складе за сутки - 3 руб.  
Штраф за дефицит товара на складе (неудовлетворённый спрос) - 2 руб.
2. за изделие.  
С(9(  
Время поставки изделия - 1 день Стоимость поставки одного изделия = 4 руб.
3. Второй вариант времени поставки- норм распр  $M_{ср}$  - 3 дня,  $\sigma$  = 1день.  
Величина спроса распределена по нормальному закону  $C_{ср}$  = 110 шт.
4. в день.;  $\mu$  = 20 шт. Начальный уровень запаса на складе = 1000 шт.  
Период работы склада 30 дней по 8 часов в день. Объём поставки =
5. 500 шт.

Определить оптимальный уровень запаса, при котором следует делать заказ и объём заказа Рассмотреть 3 варианта.

## **Задача № 19**

Условие предыдущей задачи №18, но со случайными сроками поставки товара со склада (второй вариант поставки по условию 3).

## **Задача № 20**

Предприниматель планирует построить бензозаправочную станцию. Необходимо определить количество бензозаправочных колонок, исходя из экономической целесообразности. Исследование рынка нефтепродуктов и анализ выбранного места на трассе позволили ему получить следующие исходные данные.

**Время прибытия автомобилей подчиняется закону Пуассона**

- 1.  $T_{\text{приб ср}} = 7$  мин.**

**Время обслуживания (заправки) подчинено закону Пуассона**

- 2.  $c_{\text{Тобсп}} = 12$  мин.**

**Количество заправляемого топлива пропорционально времени**

- 3.  $G_{\text{лит}} = 4 * T_{\text{обс}}$  литр ; доход от каждого литра топлива = 5 руб.**

- 4. Если очередь на заправку  $\geq 3$  машин без учёта обслуживаемой машины, очередной клиент уезжает на другую заправку.**

5. Стоимость содержания одной бензоколонки в час  $C_t = 100$  руб/час.

**Вопрос:**

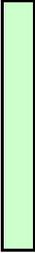
Определить экономически оправданное количество бензоколонок на бензозаправке.

### Задача № 21



1. Самолёт - разведчик обнаружил на поверхности моря всплывшую подводную лодку противника и сообщил её координаты на авианосец.  
На её подавление вылетели вертолёты.
2. Подлодка поняв, что она обнаружена, срочно погрузилась и отплыла в неизвестном направлении.
3. Штурманы вертолётов по своим картам приняли согласованное решение о возможном квадрате нахождения лодки. Этот квадрат они разбили на 36 более мелких квадратов.
4. Было принято решение отбомбить глубинными бомбами с самонаведением каждый из квадратов по равномерно случайному закону для каждого из вертолётов.
5. Считается, что подлодка может быть наверняка уничтожена, если будет два

- попадания в квадрат, в котором она находится; после первого попадания лодка остаётся обездвиженной в квадрате поражения, но может всплыть,
6. После каждой серии бомбометания лодка может перемещаться в соседний квадрат по любому курсу или стоять на месте.
  7. Бомбоёмкость вертолётa 50 штук бомб. Факт гибели лодки - обломки и мазут на поверхности моря.

- 
1. Рассчитать вероятность поражения подлодки в зависимости от количества сброшенных бомб, числа вертолётов и циклов бомбометаний.
  2. Найти необходимое количество вертолётов для поражения лодки за один вылет.

## Задача № 22

1. Цена образовательной услуги, исходя из покупательной способности населения и сложившегося рынка  $C_{\max} = 35$ ,  $\sigma_1 = 5$
2. Рыночная доля фирмы  $Q_f$  ср = 100 слушателей,  $\sigma_2 = 20$
3. Пусть максимальная ёмкость рынка для города Томска  $Q_{\max} = 500$  слушателей.
4. Нам не известна форма кривой эластичности спроса по цене, но предполагаем, что коэффициент кривизны её распределён по равномерному закону в

пределах от 1 до 3-х.

5. Исходя из эластичности рынка образовательных услуг по цене, примем следующую ценовую функцию от количества  $Q$  слушателей:

$$C = C_{\max}(1 - Q/Q_{\max})^n$$

6. Найти среднюю оптимальную величину выручки за образовательные услуги при случайных значениях  $C_{\max}$ ,  $Q_{\max}$ , и  $n$ .