

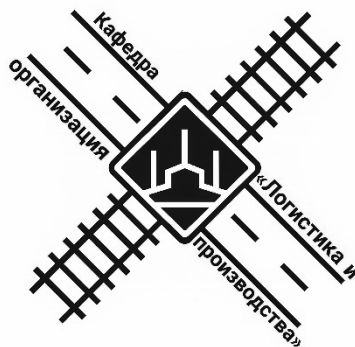
МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО- РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Логистика и организация производства»

ПРИКЛАДНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ЛОГИСТИКЕ

*Методические рекомендации к лабораторным работам
для студентов специальности
1-27 02 01 «Транспортная логистика (по направлениям)»
дневной и заочной форм обучения*

Часть 2



Могилев 2021

УДК 004:330
ББК 32.973:65
П75

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Логистика и организация производства»
«5» февраля 2021 г., протокол № 12

Составитель ст. преподаватель Т. А. Бородич

Рецензент канд. экон. наук, доц. А. В. Александров

В методических рекомендациях представлены материалы к проведению лабораторных работ для студентов специальности 1-27 02 01 «Транспортная логистика (по направлениям)» дневной и заочной форм обучения.

Учебно-методическое издание

ПРИКЛАДНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ЛОГИСТИКЕ

Часть 2

Ответственный за выпуск	М. Н. Гриневич
Корректор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 56 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2021

Содержание

1 Экспертные методы прогнозирования.....	4
2 Экономико-математические методы прогнозирования	7
3 Методы прогнозной экстраполяции.....	11
4 Экспертные системы.....	15
5 Системы поддержки принятия решений	18
6 Анализ инвестиционного проекта в Excel.....	21
7 Моделирование на основе метода Монте-Карло	24
8 Имитационное моделирование для задач организационного управления	28
9 Получение и обработка результатов моделирования	29
10 Имитационное моделирование для исследования системы массового обслуживания	31
Список литературы	35

1 Экспертные методы прогнозирования

Цель работы – ознакомление с экспертными методами прогнозирования, используемыми в практической деятельности предприятия.

Задачи работы:

- изучить существующие экспертные методы прогнозирования и специфику их применения;
- рассмотреть возможности реализации экспертных методов прогнозирования в MS Excel.

Задание 1

Результаты частичного парного сравнения пяти параметров шестью экспертами представлены в виде таблицы 1 (заполнить самостоятельно для каждого эксперта). Вычислить коэффициенты весомости для каждого из параметров и определить обобщенное мнение экспертов.

Таблица 1 – Мнение эксперта

Параметры	1	2	3	4	5	χ_i
1		1	3	4	1	
2			3	2	2	
3				4	3	
4					5	
5						
S_i						

Ход работы

Для каждого эксперта j подсчитываем и заносим в крайний столбец справа частоту превосходства i -го параметра, в строке i – величину $\chi_i^{(j)}$, в нижнюю строку матрицы – величину $S_k^{(j)}$, частоту превосходства k -го параметра в столбце k над всеми остальными. При этом используем функцию СЧЁТЕСЛИ(диапазон; критерий).

Затем для каждого i -го параметра определяется суммарная частота предпочтения i -го параметра, указанная j -м экспертом:

$$Mi^{(j)} = Si^{(j)} + \chi_i^{(j)}. \quad (1)$$

Средняя для всех экспертов частота превосходства i -го параметра определяется по формуле

$$Mi = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m Mi^{(j)}, \quad (2)$$

где m – количество экспертов.

Общее число сравнений, проведенных каждым экспертом при однократном частичном парном сравнении, равно:

$$L = \frac{1}{2} \cdot n \cdot (n - 1), \quad (3)$$

где n – число параметров.

Тогда коэффициенты весомости параметров при условии (3) можно определить по формуле

$$K_i = \frac{M_i}{L} = \frac{2M}{n \cdot (n - 1)}. \quad (4)$$

Коэффициенты весомости должны удовлетворять условию

$$\sum_{i=1}^n K_i = 1. \quad (5)$$

Параметры ранжируют по степени важности.

Задание 2

На основе данных анкетного опроса экспертов составляется матрица рангов – значимости характеристик товара при выборе его покупателем, представленная в таблице 2.

Таблица 2 – Матрица рангов

Параметры товара	Эксперт					
	1	2	3	4	5	6
Простота использования (x1)	1	1	2	2	2	2
Надежность (x2)	4	2	3	3	5	3
Внешний вид (x3)	6	4	5	4	6	3
Масса (x4)	2	3	4	4	3	2
Оперативность работы (x5)	3	1	1	1	2	4
Практичность (x6)	3	4	3	4	4	3

Определить итоговые ранги, дать оценку согласованности мнений экспертов.

Ход работы

Ранжирование применяется в следующих случаях: если рассматриваемые показатели имеют различную природу; если представляет интерес только взаимное упорядоченное (пространственное или временное) расположение объектов.

В первую очередь проверяют связанность рангов. Если они связаны, то сумма рангов не равна числу ранжируемых факторов. Необходимо провести переранжировку факторов и каждому фактору приписать стандартизированные ранги.

Стандартизированный ранг

$$X_{ij} = (n_1 + n_2 + \dots + n_s) / S, \quad (6)$$

где $n_1, \dots, n_s$ – номер места повторяющихся рангов;

S – число повторов рангов.

Сумма стандартизированных рангов определяется по формуле

$$S_j = \sum_{i=1}^m X_{ij}, \quad (7)$$

где m – количество экспертов.

Для наименьшей величины S_j присваивается результирующий ранг 1, для наименьшей из оставшихся величин S_j присваивается результирующий ранг 2 и т. д. После переранжировки суммы рангов строк равны между собой. Подсчитывается сумма рангов по каждому фактору и по всем факторам.

Рассчитываем сумму квадратов разности между суммой рангов по каждому фактору и средней величиной ранга:

$$S = \sum_{j=1}^m \left\{ \sum_{i=1}^n X_{ij} - \frac{1}{2} m(n+1) \right\}, \quad (8)$$

где X_{ij} – стандартизированный ранг i -го эксперта для j -го показателя;

n – число ранжируемых показателей;

m – число экспертов.

Коэффициент конкордации определяется по формуле

$$W = \frac{S}{\frac{1}{12} \left[m^2 \cdot (n^3 - n) - m \cdot \sum_{i=1}^m T_i \right]}. \quad (9)$$

Но прежде всего рассчитывается показатель равных (связанных) рангов в оценках i -го эксперта:

$$T_i = \frac{1}{12} \sum_{l=1}^h (t_l^3 - t_l), \quad (10)$$

где T_i – показатель равных (связанных) рангов в оценках i -го эксперта;

t_l – число равных рангов в l -й группе;

h – число групп равных рангов в оценках i -го эксперта.

Значимость коэффициента конкордации W проверяется по критерию χ^2 -Пирсона:

$$\chi^2_{рас} = W \cdot m (n - 1). \quad (11)$$

Сравнивается расчетное значение $\chi^2_{рас}$ с табличным. Если $\chi^2_{рас} > \chi^2_{табл}$, то гипотеза о случайности в совпадении мнений экспертов отвергается.

Форма представления отчета: предоставить преподавателю задания по теме, выполненные на компьютере.

Вопросы для защиты работы

- 1 Какие методы экспертных оценок Вы знаете?
- 2 Перечислите требования, предъявляемые к информации для каждого метода.

2 Экономико-математические методы прогнозирования

Цель работы – получение практических навыков математического моделирования с помощью MS Excel.

Задачи работы:

- изучить существующие экономико-математические методы прогнозирования и специфику их применения;
- рассмотреть возможности реализации экономико-математических методов прогнозирования в MS Excel.

Задание 1

Для объяснения изменения ВВП за 10 лет строится регрессионная модель с объясняющими переменными – потреблением (С) и инвестициями (И) – таблица 3. Оценить качество и надежность модели. Какой уровень ВВП ожидается при потреблении в 22 млн д. е. и инвестициям в 3,8 млн д. е.

Таблица 3 – Исходные данные

Год	ВВП, млн д. е.	С, млн д. е.	И, млн д. е.
1	$14 + 0,1X$	8	1,65
2	$16 + 0,1X$	9,5	1,8
3	$18 + 0,1X$	11	2,0
4	$20 - 0,1X$	12	2,1
5	$23 - 0,1X$	13	2,2
6	23,5	14	2,4
7	25	15	2,65
8	26,5	16,5	2,85

Окончание таблицы 3

Год	ВНП, млн д. е.	С, млн д. е.	И, млн д. е.
9	28,5	17	3,2
10	30,5	18	3,55
<i>Примечание – X – последняя цифра зачетной книжки</i>			

Ход работы

Установите направление и характер связи между четырьмя факторами по 15 банкам (таблица 4). Провести анализ надежности полученной модели.

Таблица 4 – Исходные данные

Номер банка	Суммарный актив, млн д. е.	Объем вложений акционеров, млн д. е.	Чистый доход, млн д. е.	Депозиты, млн д. е.
1	511,2	19,5	352,9	448,1
2	510,6	19,8	187,1	451,9
3	491,8	21,1	375,2	447,9
4	500	18,6	287,9	444,3
5	497,6	19,6	444	443,2
6	454,9	11,7	462,4	411,7
7	429,3	10,5	459,5	328,6
8	386,9	13,6	511,3	314,7
9	311,5	10,8	328,6	259,4
10	302,2	10,9	350	187,7
11	266	10,3	298,7	238,5
12	242,4	10,6	529,3	269,4
13	231,9	8,5	320	284
14	214,3	6,7	502	172,3
15	208,4	8,3	194,9	166,4
16		9,5	112,8	154,9

Решение

Запускаем пакет «Excel» и создаем в нем новый файл с исходными данными. В меню «Сервис» выбираем закладку «Анализ данных» (для Excel 2003) или Закладка Данные – Пакет анализа (для Excel 2007 и выше). В появившемся окне выбираем «Описательная статистика». Вводим входной интервал, содержащий исходные данные (\$C\$3:\$E\$15). Ставим знак напротив «Метки в первой строке», что указывает на наличие названия факторов в первой строке. Новый рабочий лист называем «Статистика». Активируем вывод итоговой статистики и указываем уровень надежности 95 % (вероятность ошибки расчетов 5 %). Нажимаем «ОК». На вновь появившемся листе «Статистика» для каждого фактора будут рас-

считаны среднее значение, дисперсия, среднееквадратическое отклонение (стандартное отклонение), эксцесс, асимметрия (асимметричность). Для каждого фактора рассчитываем погрешность асимметрии и эксцесса соответственно по формулам

$$\sigma(A) = \sigma^3 = \sqrt{\frac{\sigma \cdot (n-1)}{(n+1) \cdot (n+3)}}; \quad (12)$$

$$\sigma(E) = \sigma^4 = \sqrt{\frac{24 \cdot n \cdot (n-2) \cdot (n-3)}{(n+1)^2 \cdot (n+3) \cdot (n+5)}}, \quad (13)$$

где n – объем выборки;

σ^3, σ^4 – погрешности асимметрии и эксцесса соответственно;

σ – среднееквадратическое отклонение.

Если $E_k \leq 1,5\sigma(E)$, $(A_3) \leq 1,5\sigma(A)$, то распределение исследуемого признака не противоречит нормальному закону распределения. Если $E_k \geq 2\sigma(E)$, $(A_3) \geq 2\sigma(A)$, то исследуемый признак не соответствует нормальному закону распределения и проводить корреляционно-регрессионный анализ с использованием этого фактора нельзя (фактор исключается из модели).

Проводим проверку на соответствие исходных данных нормальному закону распределения. Так как эксцесс и асимметрия для всех факторов меньше двойной погрешности, то исходные данные не противоречат нормальному закону распределения и их можно использовать для проведения корреляционно-регрессионного анализа.

Достаточно низкое значение коэффициента вариации (не более 45 %) характеризует незначительное отклонение исходных данных от средних значений. В данном примере будем считать, что все факторы можно оставить в модели.

Коэффициент вариации определяется по формуле

$$\nu_x = \frac{\sigma_x}{\bar{x}} \cdot 100, \quad (14)$$

где σ_x – среднееквадратическое отклонение;

$\bar{x}$ – среднее значение фактора.

Следующим этапом решения поставленной задачи будет определение парных коэффициентов корреляции. Для чего воспользуемся встроенной функцией «Пакет анализа» – «Корреляция». Результаты представлены на рисунке 1.

Рассчитанная матрица коэффициентов парной корреляции, находящаяся на появившемся листе «Корреляция», свидетельствует о значительном влиянии выбранных факторов (объем вложений акционеров, депозиты) на результирующий (суммарный актив) (значения в первом столбце матрицы выше 0,8). Чистый доход влияет незначительно и его из модели можно исключить.

С другой стороны, налицо мультиколлинеарность факторов, о чем указывает большое значение (больше 0,7) коэффициентов парной корреляции между ними

(второй столбец матрицы). Для того чтобы избавиться от мультиколлинеарности из модели исключим фактор «объем вложений» и оставим депозиты (его влияние на результирующий признак наибольшее $r_{xy} = 0,9388$, а исключенный фактор оказывает значительное влияние на него (0,88)).

	А	В	С	Д	Е
1		Суммарн ый актив, млрд.д.	Объем вложени й акционер ов, млрд.д.	Чистый доход, млрд.д.	Депозит ы, млрд.д.
2	Суммарный актив, млрд.д.	1			
3	Объем вложений акционеров, мл	0,890469	1		
4	Чистый доход, млрд.д.	-0,04201	-0,18719	1	
5	Депозиты, млрд.д.	0,938804	0,888499	-0,03851	1
6					

Рисунок 1 – Результаты «Корреляция»

Следующим шагом в построении корреляционно-регрессионной модели является проведение регрессионного анализа: установление коэффициентов регрессии и проверка значимости полученных результатов. Для этого воспользуемся встроенным элементом пакета анализа «Регрессия». Вводим входной интервал Y (суммарный актив), входной интервал X (депозиты), выбираем уровень надежности 95 %, отмечаем «Метки в первой строке», называем новый рабочий лист «Регрессия» и нажимаем ОК.

Итоги регрессионного анализа представлены на листе «Регрессия» (рисунок 2). Коэффициент детерминации равен 0,8814 (R -квадрат), т. е. 88,14 % изменения суммарного актива зависят от изменения выбранного фактора «Депозиты», что свидетельствует о высокой точности построенной модели.

	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	И
1	Вывод итогов								
2									
3	Регрессионная статистика								
4	Множественный R	0,938804							
5	R-квадрат	0,881353							
6	Нормированный R-квад	0,872227							
7	Стандартная ошибка	43,07208							
8	Наблюдения	15							
9									
10	Дисперсионный анализ								
11		df	SS	MS	F	Значимость F		Fтабл	
12	Регрессия	1	179155,4	179155,4	96,56911	2,20234E-07		4,667	
13	Остаток	13	24117,65	1855,204					
14	Итого	14	203273						
15									
16		Коэффиц иенты	Стандар тная ошибка	t- статис тика	P- Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
17	Y-пересечение	33,52522	36,05885	0,929736	0,369451	-44,37519763	111,4256	-44,3752	111,4256
18	Депозиты, млрд.д.	1,038623	0,105691	9,826959	2,2E-07	0,810291235	1,266955	0,810291	1,266955
19									
20			табл	2,160369					
21	Э	0,909538							
22									

Рисунок 2 – Вид листа с итогами регрессионного анализа

Статистическую значимость и надежность коэффициента детерминации проверим с помощью статистики Фишера. Расчетное значение статистики Фишера равно 96,59, вероятность его появления (значимость F) меньше 0,05 (5 % ошибка). Так как табличное значение $F_{1,13,0,05} = 4,667$ меньше расчетного, то коэффициент детерминации статистически значим и надежен. F табличное находим с помощью встроенной функции ФРАСПОБР ().

Коэффициент регрессии при независимом факторе статически значим и надежен, т. е. получен неслучайным образом, о чем свидетельствует статистика Стьюдента: расчетное значение (t -статистика) 9,83 больше табличного $t_{13,0,05} = 2,16$. Табличное значение критерия Стьюдента находим с помощью функции СТЬЮДРАСПОБР().

Коэффициент эластичности

$$\mathcal{E}_k = a_k \cdot \frac{\bar{x}_k}{\bar{y}}, \quad (15)$$

где a_k – коэффициент регрессии при k -м факторе;

$\bar{x}_k$ – среднее значение k -го фактора;

$\bar{y}$ – среднее значение результирующего показателя.

Коэффициент эластичности, рассчитанный по формуле (15), равен 0,91, т. е. при изменении депозитов на 1 %, суммарный актив увеличится на 0,91 %.

Форма представления отчета: предоставить преподавателю задания по теме, выполненные на компьютере.

Вопросы для защиты работы

- 1 Какие экономико-математические методы прогнозирования Вы знаете?
- 2 Перечислите условия применения каждого метода.

3 Методы прогнозной экстраполяции

Цель работы – получение практических навыков применения методов экстраполяции с помощью MS Excel.

Задачи работы:

- изучить существующие методы прогнозной экстраполяции и специфику их применения;
- рассмотреть возможности реализации методов экстраполяции в MS Excel.

Задание 1

Для зависимой переменной $Y(t)$ построить линейную адаптивную модель Брауна, параметры модели оценить с помощью метода наименьших квадратов. Исходные данные представлены в таблице 5.

Отобразить на графике результаты аппроксимации и прогнозирования по адаптивной модели Брауна.

Таблица 5 – Исходные данные

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Y(t)$	28	37	45	54	58	70	76	79	84

Задание 2

Временной ряд задан в таблице 6. Построить линейную адаптивную модель Брауна с параметром сглаживания $\alpha = 0,4$ и $\alpha = 0,7$, параметры модели оценить с помощью метода наименьших квадратов, результаты аппроксимации и прогнозирования представить графически. Оценить качество построенной модели.

Таблица 6 – Исходные данные

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$Y(t)$	43	47	50	48	54	57	61	59	65	62

Ход работы

Модель адаптивного прогнозирования будет включать следующие этапы.

Этап 1. Для исследования динамики развития воспользуемся моделью Брауна. Расчетное значение в момент времени t получается по формуле

$$Y_p(t) = a_0(t-1) + a_1(t-1)k \quad (t = 1, 2, \dots, N), \quad (16)$$

где k – количество шагов прогнозирования (обычно $k = 1$).

Это значение сравнивается с фактическим уровнем и полученная ошибка прогноза $E(t) = Y(t) - Y_p(t)$ используется для корректировки модели.

Для расчета первоначальных значений a_0 и a_1 используются данные по первым пяти наблюдениям. Расчет ведется по формулам

$$a_1 = \Sigma((t - t_{cp})(Y_t - Y_{cp})) / \Sigma(t - t_{cp})^2; \quad (17)$$

$$a_0 = Y_{cp} - a_1 t_{cp}. \quad (18)$$

Корректировка параметров на каждом шаге осуществляется по формулам

$$a_0(t) = a_0(t-1) + a_1(t-1) + E(t)(1 - \beta^2); \quad (19)$$

$$a_1(t) = a_1(t-1) + E(t)(1 - \beta)^2, \quad (20)$$

где β – коэффициент дисконтирования данных, отражающий большую степень доверия к более поздним данным. Его значение должно быть в интервале от 0 до 1.

Такой процесс модификации модели в зависимости от ее текущих прогнозных качеств обеспечивает адаптацию к новым закономерностям развития. Для прогнозирования используется модель, полученная на последнем шаге (при $t = N$).

Этап 2. Качество модели определяется ее адекватностью исследуемому процессу и точностью. Адекватность характеризуется наличием определенных статистических свойств, а точность – степенью близости к фактическим данным. Модель считается адекватной, если ряд остатков обладает свойствами: независимости уровней; их случайности; соответствия нормальному закону распределения.

При проверке *независимости* (отсутствии автокорреляции) определяется отсутствие в ряду остатков систематической составляющей. Это проверяется с помощью d -критерия Дарбина–Уотсона, в соответствии с которым вычисляется коэффициент d :

$$d = \frac{\sum_{t=2}^N (e_{(t)} - e_{(t-1)})^2}{\sum_{t=1}^N e_{(t)}^2}. \quad (21)$$

Если $0 \leq d$ (или d') $\leq d1$ – модель неадекватна;

$d2 \leq d$ (или d') ≤ 2 – модель адекватна;

$d1 \leq d$ (или d') $\leq d2$ – однозначного вывода сделать нельзя и необходимо применять другие критерии (на основе коэффициента автокорреляции $r(1)$).

Для проверки *случайности* уровней ряда использован критерий поворотных точек. В соответствии с этим критерием каждый уровень ряда сравнивается с двумя соединенными с ними. Если он больше или меньше их, то эта точка считается поворотной. Далее подсчитывается сумма поворотных точек p . В случайном ряду чисел должно выполняться строгое неравенство

$$p > [(2N - 1) / 3 - 2\sqrt{(16N - 29) / 90}], \quad (22)$$

Квадратные скобки означают целую часть числа.

Соответствие ряда остатков нормальному закону распределения важно с точки зрения правомерности построения доверительных интервалов прогноза. В связи с этим определяется близость к соответствующим параметрам нормального закона распределения коэффициентов асимметрии – A_c и эксцесса $\mathcal{E}_k$ наблюдений около модели:

$$A_c = \sum_{t=1}^N e_{(t)}^3 / N / \sqrt{(1 / N \sum_{t=1}^N e_{(t)}^2)^3}; \quad (23)$$

$$\mathfrak{E}_\kappa = \sum_{t=1}^N e_{(t)}^4 / N / (1 / N \sum_{t=1}^N e_{(t)}^2)^2 - 3. \quad (24)$$

Если эти коэффициенты приблизительно равны нулю, то ряд остатков распределен в соответствии с нормальным законом. Для оценки степени их близости к нулю вычисляются дисперсии:

$$S_a = 6(N-2)/(N+1)/(N+3); \quad (25)$$

$$S_s = 24N(N-2)(N-3)/(N+1)/(N+3)/(N+5). \quad (26)$$

Если $|\mathfrak{E}_\kappa| \leq 1,5 S_s$, $|A_c| \leq 1,5 S_a$, то распределение ряда остатков не противоречит нормальному закону распределения. Если $|\mathfrak{E}_\kappa| \geq 2S_s$, $|A_c| \geq 2 S_a$, то ряд остатков не соответствует нормальному закону распределения. В случае попадания в зону неопределенности (между полутора и двумя СКО) используются другие критерии, в частности *RS*-критерий:

$$RS = (E_{\max} - E_{\min}) / S, \quad (27)$$

где $E_{\max}$ – максимальный уровень ряда остатков;

$E_{\min}$ – минимальный уровень ряда остатков;

S – среднее квадратическое отклонение.

Если значение этого критерия попадает между табулированными границами с заданным уровнем вероятности, то гипотеза о нормальном распределении ряда остатков принимается.

В статистическом анализе известно большое число характеристик точности. Наиболее часто используются:

– максимальная по абсолютной величине ошибка

$$E_{\max} = \max |e(t)|; \quad (28)$$

– относительная максимальная ошибка

$$E_{\text{отн}} = E_{\max} / Y_{cp} 100 \%. \quad (29)$$

Этап 3. В моделях скользящего среднего (Брауна, Хольта) прогнозные точечные оценки $Y_p(t, k)$ уровня ряда $Y(t + k)$, вычисляются в момент времени t на k шагов вперед путем подстановки в нее значения k :

$$Y_p(t, k) = A_0(t) + A_1(t) \cdot k, \quad (30)$$

где $A_0(t)$ – оценка текущего (t -го) уровня;

$A_1(t)$ – оценка текущего прироста.

Границы доверительного интервала определяются на основе точечной оценки путем вычитания из нее и сложения с ней величины $U(k)$:

$$U(k) = S_e \cdot \sqrt{1 + C(k)}. \quad (31)$$

Величина $C(k)$ рассчитывается по формуле

$$C(k) = \alpha(1,25 + \alpha k). \quad (32)$$

Форма представления отчета: предоставить преподавателю задание по теме, выполненное на компьютере.

Вопросы для защиты работы

1 Условия использования модели Брауна.

2 С помощью каких критериев можно оценить качество построенной модели?

4 Экспертные системы

Цель работы – получение практических навыков построения экспертных систем.

Задачи работы:

- изучить существующие программные средства для построения экспертных систем;
- рассмотреть возможности реализации экспертных систем в MS Excel.

Задание 1

Разработать систему принятия решения о целесообразности для фирмы продажи акций. База знаний приведена в таблице 7.

Правила вывода.

- 1 Если суммарный весовой фактор меньше 100, то принять решение «Нет смысла в продажах».
- 2 Если суммарный весовой фактор выше 100, но меньше 140, то принять решение «Не торопитесь с продажей».
- 3 Если суммарный весовой фактор выше 140, то принять решение «Продавать».

Если на один из трех вопросов для любого атрибута дан ответ «да», значит, на оставшиеся следует отвечать «нет». Весовой фактор каждого ответа получается суммированием весовых факторов всех характеристик данного ответа. Причем две характеристики из трех будут иметь весовой фактор, равный нулю, но при ре-

ализации системы заранее неизвестно, какие именно, поэтому в компьютерной реализации обязательно нужно предусмотреть вычисление данной суммы.

Таблица 7 – База знаний

Номер атрибута	Факт (атрибут)	Характеристика атрибута	Весовой фактор характеристики атрибута
1	Курс акций в данный момент	Высокий	50
		Средний	30
		Низкий	10
2	Вероятность снижения курса акций	Высокая	40
		Средняя	20
		Низкая	10
3	Потребность в наличных деньгах	Высокая	80
		Средняя	50
		Низкая	20

Задание 2

Задача инвестора – проблема размещения капитала на условиях простых, сложных и сложных внутригодовых процентов.

Инвестор, которому на днях должно исполниться 30 лет, намерен разместить сумму в 100 тыс. р. таким образом, чтобы к моменту его выхода на пенсию в 60 лет накопленный капитал был наибольшим.

В связи с этим он рассматривает три предложения:

- 1) вложить деньги в Сберегательный банк под простые проценты, начисляемые по ставке 16 % годовых;
- 2) вложить деньги в Пенсионный фонд под сложные проценты, начисляемые по ставке 6 % годовых раз в год;
- 3) вложить деньги в Пенсионный фонд под сложные проценты, начисляемые по ставке 5,9 % годовых раз в полугодие.

Определить оптимальный вариант вложения средств.

Рекомендации по выполнению

- 1 Уяснение цели принятия решения.
- 2 Выбрать такой вариант размещения денег, при котором капитал, накопленный к определенному моменту времени, был бы наибольшим.
- 3 Определение множества допустимых альтернатив.
- 4 Идентификация типа задачи принятия решения.
- 5 Сравнение допустимых альтернатив и выбор решения:
 - исключение из рассмотрения доминируемых альтернатив;
 - вычисление значения критерия для каждой из допустимых альтернатив.

Простой процент – финансовый процент, начисляемый в каждом периоде времени только на начальный капитал P . Величина $i \cdot 100$ % называется годовой процентной ставкой (и также обозначается через i). Формула накопленного

через n лет капитала (обозначим его величину через F_n) при начислении простого процента имеет вид:

$$F_n = P + P \cdot n \cdot i = P(1 + n \cdot i). \quad (33)$$

Сложный процент – финансовый процент, начисляемый в каждом периоде времени на всю накопленную к началу периода сумму денег. Формула накопленного через n лет капитала при начислении сложного процента имеет следующий вид:

$$F_n = P \cdot (1 + i)^n. \quad (34)$$

Сложный внутригодовой процент – сложный процент, начисляемый m раз в году, каждый раз по ставке i/m .

Формула капитала, накопленного через n лет, в условиях сложного внутригодового процента имеет следующий вид:

$$F_n = P \cdot (1 + i/m)^{mn}; \quad (35)$$

– выбор решения.

Задание 3

В таблице 8 содержатся данные по разделу рынка чартерных авиаперевозок в Великобритании в 2020 г.

Оценить остроту конкуренции в отрасли с помощью числовых индексов.

Таблица 8 – Исходные данные

Компания	Доля пассажиров, %
Britannia	31,4
British Air tours	12,6
Monarch	8,9
Air Europe	10,4
Orion	7,3
Остальные	29,4

Рекомендации по выполнению

Предположим, что в отрасли представлено n фирм, каждая из которых контролирует S_i процентов рынка ($i = 1, 2, \dots, n$), причем $S_1 > S_2 > \dots > S_n$.

Суммарный процент рынка, контролируемый четырьмя крупнейшими фирмами отрасли, называется индексом четырех фирм:

$$I_4 = S_1 + S_2 + S_3 + S_4. \quad (36)$$

Индекс четырех фирм может принимать любое положительное значение,

не превосходящее 100 и его рекомендуется использовать следующим образом (таблица 9).

Таблица 9 – Диапазон значений индекса четырех фирм

Диапазон индекса	Острота конкуренции
$0 < I_4 \leq 30$	Сильная
$I_4 > 30$	Зависит от раздела рынка

В случае $I_4 > 30$ для оценки конкурентности рынка привлекается индекс Херфиндаля:

$$H = \sum_{i=1}^n S_i^2. \quad (37)$$

Чем сильнее конкуренция в отрасли, тем меньше значение индекса Херфиндаля (таблица 10).

Таблица 10 – Диапазон значений индекса Херфиндаля

Диапазон	Острота конкуренции
$0 < H \leq 1\,000$	Сильная
$1\,000 < H \leq 1\,800$	Средняя
$1\,800 < H \leq 10\,000$	Слабая

Форма представления отчета: предоставить преподавателю задание по теме, выполненное на компьютере.

Вопросы для защиты работы

- 1 Дайте определение экспертной системы.
- 2 С помощью каких критериев можно оценить качество экспертной системы?

5 Системы поддержки принятия решений

Цель работы – закрепление теоретического материала и практическое применение метода миссий для формирования эффективной закупочной деятельности торгового предприятия с использованием электронных таблиц Excel.

Задачи работы:

- изучить существующие программные средства для построения систем поддержки принятия решений (СППР);
- рассмотреть возможности реализации СППР в MS Excel.

Задание 1

Используя исходные данные (таблицы 11 и 12) согласно своему варианту необходимо.

1 Рассчитать логистические издержки и финансовый результат от закупки и реализации товаров.

2 Выполнить анализ структуры логистических издержек, выявить наиболее прибыльные и убыточные виды товаров.

3 Обосновать предложения, направленные на снижение издержек и повышение эффективности закупочной деятельности торгового предприятия.

4 Выполнить расчеты с учетом предложений и сделать выводы.

Таблица 11 – Исходные данные (вариант 1)

Параметры	Значение по видам товаров						
	бана-ны	ябло-ки	гру-ши	ана-насы	апель-сины	хур-ма	сли-вы
Цена оптовая за 1 кг	20	30	40	75	15	15	25
Цена розничная за 1 кг	40	55	60	125	30	20	45
Объем продаж среднесуточный	1,5	2	2,5	0,5	4	3	6
Стоимость хранения за 1 сут	150	150	150	150	150	150	150
Процент отходов среднесуточные	1	2	4	3	1	0,5	4
Стоимость заказа автомашины	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Стоимость перевозки за 1 т·км	5	5	5	5	5	5	5
Объем закупок первоначальный	10	10	10	10	10	10	10

Таблица 12 – Исходные данные (вариант 2)

Параметры	Значение по видам товаров						
	греч-ка	пше-но	ячне-вая	манка	рис	овсян-ка	перлов-ка
Цена оптовая за 1 кг	15,5	9,5	7	15,5	9,5	8,5	7
Цена розничная за 1 кг	19	14	11	18	15,5	14	10,5
Объем продаж среднесуточный	1,5	2	2,5	0,5	4	3	6
Стоимость хранения за 1 сут	100	100	100	100	100	100	100
Процент отходов среднесуточные	1,2	2	2,1	3	1	0,5	4
Стоимость заказа автомашины	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Стоимость перевозки за 1 т·км	5	5	5	5	5	5	5
Объем закупок первоначальный	10	10	10	10	10	10	10

Ход работы

Метод миссий широко используется в логистике для анализа издержек. Он заключается в том, что весь исследуемый процесс делится на несколько возможных вариантов (миссий) и тщательно рассчитываются все расходы и доходы для каждого из них.

Постановка задачи. Вы решили открыть магазин. Под поручительство получили товарный кредит на условиях из расчета 0,2 % в сутки. Деньги на покрытие всех остальных расходов дают займы родственники, но сумма этого беспроцентного кредита должна быть минимальной.

Вы решили закупить по 10 т всех имеющихся в продаже товаров и обратились в логистический центр с просьбой спрогнозировать ожидаемую прибыль после продажи всей партии. Используя знания по логистике, вам необходимо самим выполнить необходимые расчеты, понять причины прогнозируемых убытков и принять меры, обеспечивающие получение максимально возможной прибыли.

Допущения. Для упрощения расчетов принимается, что кредит возвращается только полностью после полной продажи всех видов фруктов. Неполные сутки учитываются как полные.

Плата за хранение взимается в отдельности по каждому виду фруктов, рассчитывается по первоначальному объему закупок и не зависит от его уменьшения в результате продаж. Плата за хранение прекращается на следующие сутки после полного завершения продажи данного вида фруктов.

Процент отходов условно принимается постоянным на весь срок фактического хранения. Дальность перевозки – 10 км.

1 Создайте в Excel таблицу и внесите в нее исходные данные по своему варианту.

2 Составьте и введите в таблицу необходимые формулы, строго соблюдая их последовательность, рассчитайте результаты для всех видов товаров, используя возможности автозаполнения.

3 Просуммируйте полученные результаты по строкам в столбце «Итого».

4 Рассчитайте суммарную прибыль в абсолютных показателях от продажи каждого вида и всей партии продуктов, а также показатели рентабельности продаж и капитала.

5 Выполните анализ рентабельности по всем видам продуктов, определите наиболее выгодные и убыточные виды продуктов.

6 Выполните анализ структуры всех логистических издержек, определите наиболее затратные статьи.

7 Обоснуйте предложения по увеличению доходов и сокращению логистических затрат на закупку, транспортировку, хранение, кредит. Внесите соответствующие изменения в расчеты. Оцените результаты, полученные в результате оптимизации.

Возможные управленческие решения.

1 С целью увеличения доходов и прибыли возможно изменение объемов закупок. С учетом рыночного спроса объем наиболее прибыльных товаров может быть увеличен не более, чем на 30 %, т. е. до 13 т. Объемы закупок низко рентабельных товаров не следует уменьшать более, чем на 40 %, т. е. до 6 т для сохранения необходимого ассортимента. Дополнительным условием является сохранение суммы затрат на закупки, рассчитанной в исходном варианте, т. к. на эту сумму получен кредит в банке и он должен быть полностью использован.

При выполнении расчетов по этому варианту можно использовать функцию Excel «Поиск решения». Для этого необходимо в качестве целевой ячейки задать итоговую прибыль, задать в ней максимальное значение и установить вышепере-

численные ограничения.

2 Важным фактором, влияющим на прибыль, являются закупочные оптовые цены и качество товара. Поэтому следует рассмотреть возможность выбора других поставщиков:

- поставщик А – цена на 10 % ниже, однако качество товара немного хуже и это может привести к увеличению отходов на 5 %. Поставщик находится на расстоянии 20 км;

- поставщик В – цена на 5 % ниже, качество товара одинаковое (как в исходном варианте), находится на расстоянии 50 км.

Необходимо определить какой поставщик является наиболее выгодным.

3 Анализ результатов расчета показывает, что при хранении происходят потери в виде отходов, которые снижают объемы продаж и сумму доходов. Поэтому одним из логистических решений может быть улучшение условий хранения за счет аренды другого склада. Предлагается оценить эффективность смены склада при следующих допущениях: величина отходов может уменьшиться на 15 %, но затраты на хранение при этом увеличатся на 10 %.

4 Анализ причинно-следственных связей показывает, что срок продажи товаров влияет на доходы и на затраты. Для сокращения срока продаж необходимо стимулировать спрос, например с помощью рекламы. Предлагается оценить будет ли выгодным проведение рекламной кампании (затраты на рекламу составляют 50 000 р.), если в результате этого среднесуточный объем продаж увеличится на 20 %.

5 Студентами могут быть предложены другие решения, направленные на увеличение прибыли.

Для оценки эффективности решений необходимо создать в Excel итоговую таблицу, в которой будут сведены основные показатели и их значения для различных управленческих решений.

Форма представления отчета: предоставить преподавателю задания по теме, выполненные на компьютере.

Вопросы для защиты работы

1 Сущность метода миссий и его практическое использование.

2 Метод компромиссов и его практическое использование.

6 Анализ инвестиционного проекта в Excel

Цель работы – закрепление теоретического материала и практическое применение оценки инвестиций с использованием MS Excel.

Задачи работы:

- изучить показатели оценки инвестиционного проекта;
- рассмотреть возможности реализации оценки инвестиционного проекта в MS Excel.

Задание

Решить следующие задачи.

1 Определить будущую величину вклада в 15 000 р., помещенного в банк на 15 лет под 10 % годовых, если начисление процентов осуществляется:

- а) раз в году;
- б) раз в месяц.

2 Ставка банка по срочным валютным депозитам составляет 3 % годовых. Какова реальная доходность вклада (т. е. эффективная ставка), если проценты выплачиваются:

- а) ежемесячно;
- б) раз в год.

3 Выплаченная по 4-летнему депозиту сумма составила величину в 27 890 р. Определить первоначальную величину вклада, если ставка по депозиту равна 15 % годовых.

4 Гражданин Иванов в конце каждого месяца переводит 500 р. на счет в банк, начисляющий ежемесячно сложные проценты по номинальной ставке 11 % годовых. Какая сумма накопится на счете за 2 года, при сохранении на это время всех указанных условий без изменения?

5 Требуется определить размер периодического платежа при заданной будущей величине фонда в 86 410 р., процентной ставке в 10 % годовых при ежемесячном начислении процентов. Период анализа 4 года.

6 Финансовая компания создает фонд для погашения обязательств путем помещения в банк суммы в 100 000 р., с последующим ежегодным пополнением суммами по 12 000 р. Ставка по депозиту равна 10 % годовых. Какова будет величина фонда к концу 4-го года?

7 Изучается предложение о вложении средств в некоторый трехлетний инвестиционный проект, в котором предполагается получить доход за первый год 25 млн р., за второй – $35 + X$ млн р., за третий – 50 млн р. Поступления доходов происходят в конце соответствующего года, а процентная ставка прогнозируется на первый год – 10 %, на второй – 15 % и на третий – 20 %. Является ли это предложение выгодным, если в проект требуется сделать начальные капитальные вложения в размере:

- а) 70 млн р.;
- б) 75 млн р.;
- в) 80 млн р.

Вывод сделайте на основе расчета NPV и PI.

8 Анализ взаимоисключающих проектов. У компании имеются четыре инвестиционных проекта, каждый из которых вполне приемлем, но принять можно только один. Данные о проектах представлены следующими временными рядами – таблица 13.

Требуется оценить целесообразность выбора одного из них по критерию:

- а) чистого приведенного дохода;
- б) внутренней нормы прибыли;
- в) дисконтированному сроку окупаемости, если цена капитала 12 %.

Таблица 13 – Данные по проектам

Год	Проект 1	Проект 2	Проект 3	Проект 4
0	–1 200	–1 200	–1 200	–1 200
1	0	100	300	300
2	100	300	450	900
3	250	500	505	500
4	1 200	600	600	250
5	1 300 + XX	1 300 – XX	700	105
Примечание – XX – последние две цифры зачетки				

Ход работы

При оценке инвестиционных проектов используется метод расчета чистого приведенного дохода, который предусматривает дисконтирование денежных потоков: все доходы и затраты приводятся к одному моменту времени.

Чистый приведенный доход

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+r)^t}. \quad (38)$$

Срок окупаемости

$$\sum_{t=0}^k \frac{CF_t}{(1+r)^t} \geq \sum_{t=0}^k \frac{I_t}{(1+r)^t}. \quad (39)$$

Внутренняя норма доходности

$$IRR = r1 + \frac{NPV(r1)}{NPV(r1) - NPV(r2)} \cdot (r2 - r1). \quad (40)$$

Рентабельность инвестиций

$$PI = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} / \sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+r)^t}. \quad (41)$$

Для проведения финансовых операций используют следующие встроенные функции прикладного пакета Microsoft Excel:

1) БС(ставка; кпер; платеж; нс; [тип]) – позволяет определить будущее значение потока платежей, т. е. величину FV;

2) КПЕР(ставка; платеж; нз; бс; [тип]) – определяет количество периодов начисления процентов;

3) СТАВКА(кпер; платеж; нз; бс; [тип]) – определяет величину процентной ставки по инвестиции;

4) ПС(ставка; кпер; платеж; бс; [тип]) – определяет приведенную к текущему моменту стоимость денежной суммы;

5) ЭФФЕКТ(ном_ставка; кол_пер) – эффективная ставка;

6) ЧПС(ставка ;значение1; значение2; ...) – возвращает величину чистой приведенной стоимости инвестиции, используя ставку дисконтирования, а также стоимости будущих выплат и поступлений;

7) ВСД(значения; предположение) – возвращает внутреннюю ставку доходности для ряда потоков денежных средств, представленных их численными значениями

Форма представления отчета: предоставить преподавателю задания по теме, выполненные на компьютере.

Вопросы для защиты работы

1 Дайте определение инвестиций.

2 Как оценивается эффективность инвестиций?

3 Какие встроенные функции MS Excel используются для оценки эффективности инвестиций?

7 Моделирование на основе метода Монте-Карло

Цель работы – получить практический навык применения имитационного моделирования стохастических процессов методом статистических испытаний (Монте-Карло).

Задачи работы:

- изучить понятие и методику имитационного моделирования;
- рассмотреть возможности реализации имитационного моделирования в MS Excel.

Задание

Задана схема соединения приборов, составляющих систему контроля качества продукции. Вероятность отказа каждого из приборов в течение времени t одинакова и равна P_1 . Приборы выходят из строя независимо друг от друга. Используя метод статистических испытаний (метод Монте-Карло), найти вероятность P того, что система откажет за время t .

Выполнить имитационное моделирование эксперимента средствами табличного процессора MS Excel. Выполнить расчеты для 10 экспериментов, каждый из которых включает в себя 1000 испытаний системы. Для имитации состояния прибора в испытании использовать стандартную функцию СЛЧИС.

Искомую вероятность отказа системы определить как среднее значение по результатам 10 экспериментов.

Описание процедуры моделирования.

Обычно числа, полученные с помощью программного генератора случайных чисел, подчиняются равномерному закону распределения. На практике это означает, что вероятности появления любого из чисел из некоторого заданного интервала одинаковы.

Допустим, все случайные числа принадлежат интервалу $[0,1)$. Тогда попадание сгенерированного числа в интервал $[0, 0,1)$ будет соответствовать выходу из строя испытываемого прибора, если эта вероятность равна 0,1. Попадание числа в интервал $[0,1, 1)$ будет соответствовать безотказной работе прибора.

Так будет моделироваться работа любого из приборов, составляющих систему контроля качества. Компьютерная генерация случайных чисел, количество которых равно количеству приборов в системе, с проверкой условия, соответствующего схеме соединения приборов, будет соответствовать одному испытанию со всей системой. Под экспериментом будем понимать серию последовательных испытаний.

Построенная модель позволит многократно имитировать испытания, фиксируя всякий раз результат (безотказная работа или отказ системы).

Ход работы

Выполним расчеты для схемы соединения приборов, показанной на рисунке 3 для $P1 = 0,1$.

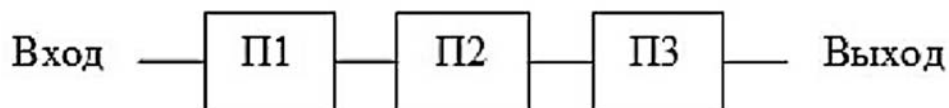


Рисунок 3 – Схема соединения приборов в системе контроля качества

В этом случае испытание каждого прибора моделируется в соответствии с рисунком 3. Анализ схемы соединения приборов (см. рисунок 3) позволяет сделать вывод, что вся система выйдет из строя, если хотя бы один из приборов выйдет из строя. В условиях имитационной модели этот факт формулируется следующим образом: если хотя бы одно из трех случайных чисел, полученных в результате имитации испытания системы, попадает в интервал $[0, 0,1)$, фиксируется отказ всей системы в данном испытании.

Выполним имитационное моделирование эксперимента средствами табличного процессора MS Excel. Для генерации случайных чисел используется стандартная функция СЛЧИС(). Функция возвращает равномерно распределенное случайное число, большее либо равное 0 и меньшее 1.

Для имитации испытаний системы заполним таблицу, показанную на рисунке 4.

	A	B	C	D	E	F
1	Номер испытания	Прибор 1	Прибор 2	Прибор 3	Состояние системы	Вероятность отказа системы в текущем эксперименте
2	1	=СЛЧИС()	=СЛЧИС()	=СЛЧИС()	=ЕСЛИ(ИЛИ(B2<0,1;C2<0,1;D2<0,1);0;1)	=СЧЁТЕСЛИ(E1:E1001;0)/1000
3	2	=СЛЧИС()	=СЛЧИС()	=СЛЧИС()	=ЕСЛИ(ИЛИ(B3<0,1;C3<0,1;D3<0,1);0;1)	
4	3	=СЛЧИС()	=СЛЧИС()	=СЛЧИС()	=ЕСЛИ(ИЛИ(B4<0,1;C4<0,1;D4<0,1);0;1)	
5	4	=СЛЧИС()	=СЛЧИС()	=СЛЧИС()	=ЕСЛИ(ИЛИ(B5<0,1;C5<0,1;D5<0,1);0;1)	
6	5	=СЛЧИС()	=СЛЧИС()	=СЛЧИС()	=ЕСЛИ(ИЛИ(B6<0,1;C6<0,1;D6<0,1);0;1)	
7	6	=СЛЧИС()	=СЛЧИС()	=СЛЧИС()	=ЕСЛИ(ИЛИ(B7<0,1;C7<0,1;D7<0,1);0;1)	
8	7	=СЛЧИС()	=СЛЧИС()	=СЛЧИС()	=ЕСЛИ(ИЛИ(B8<0,1;C8<0,1;D8<0,1);0;1)	
9	8	=СЛЧИС()	=СЛЧИС()	=СЛЧИС()	=ЕСЛИ(ИЛИ(B9<0,1;C9<0,1;D9<0,1);0;1)	
10	9	=СЛЧИС()	=СЛЧИС()	=СЛЧИС()	=ЕСЛИ(ИЛИ(B10<0,1;C10<0,1;D10<0,1);0;1)	
11	10	=СЛЧИС()	=СЛЧИС()	=СЛЧИС()	=ЕСЛИ(ИЛИ(B11<0,1;C11<0,1;D11<0,1);0;1)	
12	11	=СЛЧИС()	=СЛЧИС()	=СЛЧИС()	=ЕСЛИ(ИЛИ(B12<0,1;C12<0,1;D12<0,1);0;1)	
1000	999	=СЛЧИС()	=СЛЧИС()	=СЛЧИС()	=ЕСЛИ(ИЛИ(B1000<0,1;C1000<0,1;D1000<0,1);0;1)	
1001	1000	=СЛЧИС()	=СЛЧИС()	=СЛЧИС()	=ЕСЛИ(ИЛИ(B1001<0,1;C1001<0,1;D1001<0,1);0;1)	

Рисунок 4 – Таблица с имитацией испытаний в режиме показа формул

При заполнении столбца Номер испытания введем значения 1 и 2 в ячейки A2 и A3 соответственно. Затем выделим эти ячейки и «протянем» вниз до ячейки A1001, используя маркер заполнения. В ячейку B2 введем формулу =СЛЧИС() и «протянем» сначала вправо на ячейки C2 и D2, а затем вниз до ячеек B1001:B1001.

В ячейку E2 введем формулу =ЕСЛИ(ИЛИ(B2 < 0,1; C2 < 0,1 да < 0,1);0;1). Эта формула фиксирует состояние системы, полученное в испытании с номером 1. Если хотя бы один прибор выходит из строя (ИЛИ(B2 < 0,1; C2 < 0,1; D2 < 0,1)), то фиксируется отказ всей системы (значение в ячейке E2 равно 0), в противном случае система работоспособна (значение в ячейке E2 равно 1). Используя маркер заполнения, распространим формулу на ячейки диапазона E3:E1001.

Для удобства работы с таблицей скроем строки с 13 по 999, выделив их и выбрав из контекстного меню (открывается щелчком правой кнопки мыши) команду Скрыть.

В ячейку F2 введем формулу для вычисления вероятности отказа системы по результатам 1000 испытаний. За вероятность принимается отношение числа зафиксированных отказов к общему числу испытаний: =СЧЁТЕСЛИ(E1:E1001;0)/1000.

С целью возможности управления экспериментом установим пересчет формул на рабочем листе в ручном режиме, выполнив в меню Сервис – Параметры – вкладка Вычисления – вручную (рисунок 5). В этом случае для имитации серии испытаний (пересчета значений рабочего листа таблицы) потребуется нажимать на клавиатуре клавишу <F9>.

В ячейки диапазона G2:G11 введем номера экспериментов от 1 до 10 (рисунок 6). В ячейки H2:H11 будем заносить вычисленные в каждом эксперименте значения из ячейки F2. В ячейку H12 внесем формулу для вычисления среднего арифметического значения вероятности отказа системы по результатам 10 экспериментов: =СРЗНАЧ(I2:I11).

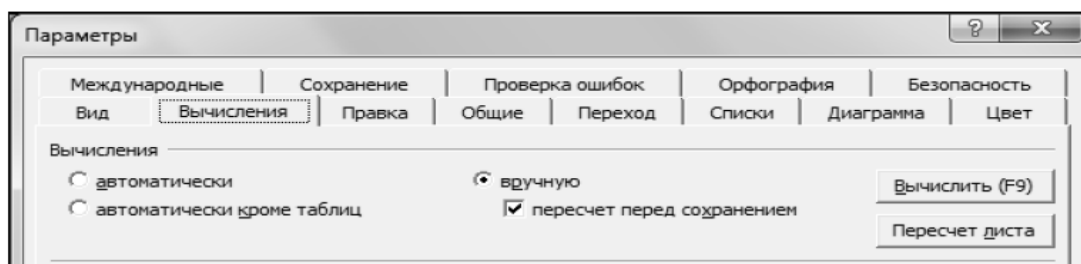


Рисунок 5 – Установка параметров пересчета формул рабочего листа таблицы

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Номер испытания	Прибор 1	Прибор 2	Прибор 3	Состояние системы	Вероятность отказа системы в текущем эксперименте	Номер экспери- мента	Зафиксиро- ванная вероятность отказа системы
2	1	0,0972	0,3252	0,5998	0	0,261	1	0,278
3	2	0,2551	0,0893	0,5421	0		2	0,250
4	3	0,5277	0,1100	0,4013	1		3	0,263
5	4	0,9842	0,9320	0,8107	1		4	0,261
6	5	0,8710	0,7206	0,1392	1		5	
7	6	0,8665	0,0949	0,3259	0		6	
8	7	0,0492	0,4134	0,6870	0		7	
9	8	0,2037	0,9354	0,5590	1		8	
10	9	0,1445	0,0050	0,3610	0		9	
11	10	0,3791	0,4699	0,8709	1		10	
12	11	0,1643	0,9000	0,7776	1	Среднее значение		0,2637
1000	999	0,8499	0,7428	0,6525	1			
1001	1000	0,4105	0,8463	0,7776	1			

Рисунок 6 – Расчетная таблица, имитирующая испытания системы

Опишем последовательность действий, имитирующих один эксперимент:

- нажимаем на клавиатуре клавишу <F9>;
- выделив ячейку F2, выполняем Правка – Копировать;
- выделив ячейку столбца H, соответствующую номеру эксперимента, выполняем Правка – Специальная вставка... – значения (в ячейку будет вставлено вычисленное значение вероятности).

Полученное в результате расчетов значение в ячейке H12 даст нам приближенное значение вероятности отказа системы. Для оценки точности полученного с помощью имитационной модели значения вероятности можно сравнить его с точным значением вероятности отказа системы, вычисленным по формулам теории вероятностей, которое для рассматриваемого случая равно 0,271.

Форма представления отчета: предоставить преподавателю задания по теме, выполненные на компьютере.

Вопросы для защиты работы

- 1 Дайте определение имитационного моделирования.
- 2 В чем специфика применения метода Монте-Карло?

8 Имитационное моделирование для задач организационного управления

Цель работы – получить практический навык применения имитационного моделирования для решения задач организационного управления.

Задачи работы:

- изучить специфику имитационного моделирования для решения задач организационного управления;
- рассмотреть возможности реализации имитационного моделирования в MS Excel.

Задание

Создать систему, имитирующую работу предприятия и оценивающую его финансовое состояние.

Исходные данные.

- 1 Объем продаж изменяется от 25 000 до 32 000 тыс. р. при пессимистическом и оптимистическом прогнозе соответственно (с учетом НДС).
- 2 Уровень затрат в выручке (без учета НДС) составляет 0,875.
- 3 Прибыль от прочей текущей деятельности *Пртек* и прибыль от инвестиционной и финансовой деятельности *Приф* зависят от масштабов основной деятельности и определяются как

$$Пртек = 126 + 5 \cdot \sqrt{ВР} ; \quad (42)$$

$$Приф = 568 - 2 \cdot \sqrt{ВР} . \quad (43)$$

- 4 Налог на прибыль – 18 %.

- 5 Баланс предприятия (выдается преподавателем).

Ход работы

Рассчитать следующие показатели:

- 1 Показатели эффективности хозяйствования: рентабельность продаж, рентабельность затрат, рентабельность основного капитала, рентабельность оборотного капитала, рентабельность совокупного капитала, рентабельность собственного капитала, рентабельность заемного капитала.

- 2 Показатели деловой активности предприятия:

- коэффициент оборачиваемости и продолжительность оборота:
 - а) оборотного капитала;
 - б) совокупного капитала;
 - в) собственного капитала;
 - г) заемного капитала;
- капиталоемкость.

3 Показатели ликвидности:

- коэффициент текущей ликвидности;
- коэффициент промежуточной ликвидности;
- коэффициент абсолютной ликвидности.

4 Показатели финансовой устойчивости предприятия:

- коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами;
- коэффициент независимости (автономии);
- коэффициент зависимости;
- плечо финансового рычага.

Сделать выводы.

Форма представления отчета: предоставить преподавателю задания по теме, выполненные на компьютере.

Вопросы для защиты работы

- 1 Дайте определение имитационного моделирования.
- 2 В чем специфика применения имитационного моделирования в решении задач организационного управления?

9 Получение и обработка результатов моделирования

Цель работы – получить практический навык обработки результатов имитационного моделирования.

Задачи работы:

- изучить методику обработки результатов имитационного моделирования;
- рассмотреть возможности реализации имитационного моделирования в MS Excel.

Задание

Моделирование объема спроса на автомашины.

Наблюдения за объемом продаж автомобилей в салоне ВАЗ в течение 250 дней показали, что величина спроса изменяется от 0 до 5 автомобилей в день. Частота реализации значений стохастической переменной приведена во втором столбце таблицы 14.

Построить модель, позволяющую имитировать значение величины спроса.

Таблица 14 – Исходные данные

Стохастическая переменная – величина спроса	Частота реализации значений стохастической переменной	Вероятность реализации	Значение функции распределения	Интервал случайных чисел
1	2	3	4	5
0	20			
1	30			
2	50			
3	70			
4	50			
5	30			
Итого		1	—	—

Ход работы

1 Построить функцию распределения величины спроса и интервалы случайных чисел для значений стохастической переменной. Соответствующие значения указать в четвертом и пятом столбцах таблицы 14.

2 Сымитировать спрос на автомашины в салоне ВАЗ в течение 50 дней.

Генерация случайных чисел находится на закладке Данные – Анализ данных – Генерация случайных чисел. В появившемся окне указываем:

- количество переменных – 1;
- число случайных чисел – 50;
- распределение – равномерное;
- параметры: между 0 и 100.

Вид окна – на рисунке 7.

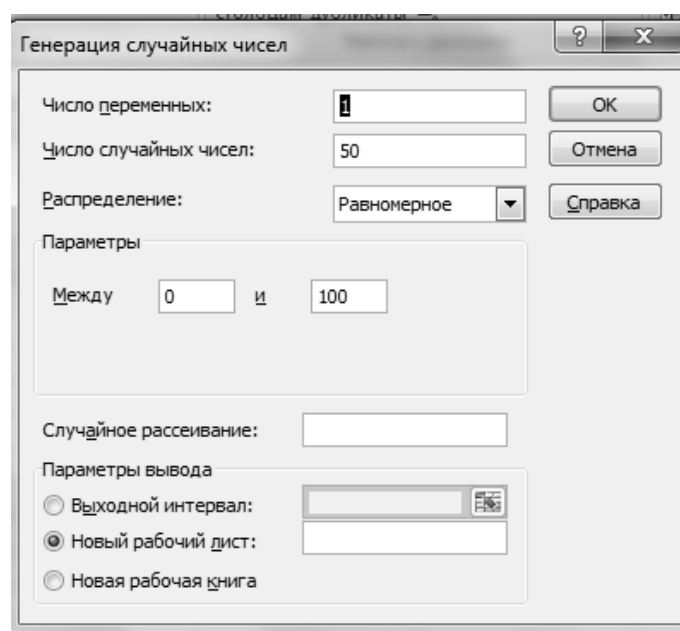


Рисунок 7 – Вид окна Генерация случайных чисел

3 Рассчитать математическое ожидание и среднее значение спроса за день. Сделать вывод. Математическое ожидание M_x случайной величины x определяется по формуле

$$M_x = \sum_{i=1}^k p_i x_i. \quad (44)$$

4 Выполнить четыре прогона модели, сделать вывод об изменении среднесуточного спроса.

Форма представления отчета: предоставить преподавателю задания по теме, выполненные на компьютере.

Вопросы для защиты работы

1 Дайте определение имитационного моделирования.

2 Какие инструменты MS Excel применяются в имитационном моделировании?

10 Имитационное моделирование для исследования системы массового обслуживания

Цель работы – получить практический навык применения имитационного моделирования для исследования системы массового обслуживания (СМО).

Задачи работы:

- изучить СМО и основные их критерии;
- рассмотреть возможности реализации имитационного моделирования для исследования СМО в MS Excel и Mathcad.

Задание 1

Решить задачи.

1 Одноканальная СМО с отказами представляет собой одну телефонную линию, на вход которой поступает простейший поток вызовов с интенсивностью $\lambda = 0,4$ вызовов/мин. Средняя продолжительность разговора $t_{обсл} = 3$ мин; время разговора имеет показательное распределение. Определить абсолютную и относительную пропускную способность СМО, а также вероятность отказа в обслуживании. Сравнить пропускную способность СМО с номинальной, которая была бы, разговор в точности длился бы 3 мин, а заявки шли одна за другой непрерывно.

2 Железнодорожная сортировочная горка, на которую подаётся простейший поток составов с интенсивностью $\lambda = 2$ состава в час, представляет собой одноканальную СМО с неограниченной очередью. Время обслуживания

(ропуска) состава на горке имеет показательное распределение со средним значением $t_{обсл} = 20$ мин. Определить среднее число составов, связанных с горкой, среднее число составов в очереди, среднее время пребывания состава в СМО, среднее время пребывания состава в очереди.

3 Автозаправочная станция имеет две колонки ($n = 2$). Площадка возле станции допускает одновременное ожидание не более 4 автомашин. Поток автомашин, прибывающих на станцию, простейший с интенсивностью $\lambda = 1$ машина/мин. Время обслуживания автомашины – показательное со средним значением $t_{обсл} = 2$ мин. Определить характеристики станции: абсолютную и относительную пропускные способности станции, вероятность отказа обслуживания, среднее число автомашин в очереди и в СМО, среднее время пребывания машин в очереди и в СМО, среднее число занятых каналов.

4 СМО – билетная касса с одним окошком ($n = 1$) и не ограниченной очередью. Касса продаёт билеты в пункты А и В. Пассажиров, желающих купить билет в пункт А, проходит в среднем трое за 20 мин, пункт В – двое за 20 мин. Поток пассажиров можно считать простейшим. Кассир в среднем обслуживает трёх пассажиров за 10 мин. Время обслуживания – показательное. Определить характеристики эффективности СМО: среднее число заявок в СМО, среднее число пассажиров в очереди, среднее время пребывания пассажиров в системе, среднее время простаивания пассажиров в очереди.

Ход работы

1 Построить математическую модель исследуемой СМО.

2 Составить моделирующий алгоритм функционирования СМО и вычисления искомых характеристик системы.

3 На одном из выбранных языков моделирования написать программу для проведения вычислительных экспериментов на ЭВМ.

4 Моделируя функционирование СМО на ЭВМ, оценить требуемые в задании характеристики эффективности системы.

5 Дать интерпретацию результатов вычислительных экспериментов с моделью СМО.

Задание 2

Объектом исследования является склад механообрабатывающего производства. Функционирование склада осуществляется по следующему содержательному описанию.

Находящиеся на складе детали время от времени поставляются для производства некоторого изделия. Ежедневная потребность в деталях не постоянна и описывается как случайная величина D . Эта величина распределена по закону Пуассона:

$$P\{D = k\} = \frac{\lambda^k}{k!} \exp\{-\lambda\}. \quad (45)$$

Параметр λ – средняя ежедневная потребность в деталях.

Для пополнения запаса деталей в конце каждой недели (неделя пятидневная) склад может сделать заказ на партию из N деталей. Заказанная партия поступает на склад через S дней. Предполагается, что S – случайная величина, закон распределения которой задан.

В процессе работы склада могут возникнуть нежелательные ситуации двух типов.

1 Запаса деталей не хватает для удовлетворения потребностей производства. Ущерб от такой ситуации оценивается в $C1$ рублей на каждую недоставленную деталь.

2 Склад переполняется. После получения заказа число деталей на складе превышает его допустимую емкость M . Ущерб от этой ситуации оценивается в $C2$ рублей за каждую лишнюю деталь.

Для регулирования запаса деталей применяется следующее правило: в конце каждой недели запас сравнивается с фиксированным числом n . Если запас меньше n , то производится заказ партии деталей, в противном случае заказ не производится.

Моделируя работу склада в течение квартала (13 недель), требуется найти значение n , при котором суммарный ущерб минимален. Начальный запас деталей принять равным M . Для теоретических расчетов и построения имитационной модели использовать аппарат теории вероятностей, а также метод оптимизации в процессе моделирования.

Исходные данные представлены в таблицах 15 и 16.

Таблица 15 – Закон распределения

Вариант	Закон распределения					
А	S	1	2	3	4	5
	P	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
В	S	1	2	3	4	5
	P	0,1	0,4	0,2	0,2	0,1
С	S	1	2	3	4	5
	P	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2

Таблица 16 – Значения параметров процесса функционирования склада

Вариант	λ	N	M	$C1$	$C2$
1	2	15	20	100	50
2	3	20	25	90	60
3	3	25	30	60	90
4	2	20	25	80	80
5	4	30	35	90	60

Список вариантов: А1, В1, С1, А2, В2, С2, А3, В3, С3, А4, В4, С4, А5, В5, С5.

Ход работы

1 Повторить методику воспроизведения непрерывных случайных величин на ЭВМ с заданным законом распределения.

2 Повторить этапы, приемы построения стохастических моделей, методы обработки и интерпретации результатов моделирования.

3 Продумать состав объектов и способов их взаимодействия при реализации имитационной модели по объектно-ориентированной технологии.

4 Для заданного варианта лабораторной работы отрабатываются все этапы построения имитационной модели и приемы проведения машинных экспериментов с ней. Особое внимание обратить на первичную математическую модель (принятые допущения, корректность, полнота для реализации в виде машинного алгоритма), а также на реализацию методов статистической обработки результатов моделирования и понижения дисперсии оценок минимальных значений ущерба при работе склада.

Имитационный алгоритм, кроме реализации процесса функционирования склада, должен обязательно содержать блоки статистической обработки результатов машинных экспериментов. При этом точность вычислений можно принять равной $\varepsilon = 0,2$ при уровне доверительной вероятности $\gamma = 0,95$.

Для всех вариантов заданий требуется путем имитационного моделирования работы склада в течение квартала (13 недель) определить значение того запаса n , при котором ущерб производству будет минимальным.

Форма представления отчета: предоставить преподавателю задания по теме, выполненные на компьютере.

Вопросы для защиты работы

1 Понятия имитационной модели, системы массового обслуживания. Каковы основные задачи управления, решаемые на их основе?

2 Перечислите, какие виды СМО Вы знаете?

Список литературы

- 1 **Басовский, Л. Е.** Прогнозирование и планирование в условиях рынка : учебное пособие / Л. Е. Басовский. – Москва: ИНФРА-М, 2018. – 260 с.
- 2 **Бродецкий, Г. Л.** Экономико-математические методы и модели в логистике: процедуры оптимизации: учебник для вузов / Г. Л. Бродецкий, Д. А. Гусев. – 2-е изд., стер. – Москва : Академия, 2014. – 288 с.
- 3 Информационные ресурсы и технологии в экономике: учебное пособие / Под ред. Б. Е. Одинцова, А. Н. Романова. – Москва : Вузовский учебник; ИНФРА-М, 2013. – 335 с.
- 4 **Максимов, Н. В.** Современные информационные технологии : учебник для вузов / Н. В. Максимов, Т. Л. Партыка, И. И. Попов. – Москва : ФОРУМ, 2012. – 512 с.
- 5 **Павловский, Ю. Н.** Имитационное моделирование : учебное пособие для вузов / Ю. Н. Павловский, Н. В. Белотелов, Ю. И. Бродский. – Москва : Академия, 2008. – 236 с.
- 6 Принятие решений в коммерческой деятельности : методические указания / Сост. Н. А. Инькова. – Тамбов : Тамбов. гос. техн. ун-т, 2007. – 44 с.
- 7 **Рыжиков, Ю. И.** Имитационное моделирование: Теория и технологии / Ю. И. Рыжиков. – Санкт-Петербург : Корона принт; Альтекс-А, 2004. – 384 с.
- 8 **Советов, Б. Я.** Моделирование систем: учебник для вузов / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. – 4-е изд., стер. – Москва : Высшая школа, 2005. – 342 с.