

1. Введение

Управленческие решения (УР) разрабатываются на основании системного подхода (СП) и оцениваются с использованием алгоритмов экономико-математического моделирования, отображающих внутренние и внешние взаимосвязи объекта управления (ОУ).

Дисциплина «Методы принятия управленческого решения» направлена на формирование у студентов знаний о теории и практики разработки, оценки и принятия УР с использованием современных экономико-математических методов и моделей, реализуемых с помощью ЭВМ.

По итогам изучения дисциплины студенты должны

знать:

- наиболее ценные методы формирования управленческих решений;
- особенности их применения на воздушном транспорте,

уметь:- сформулировать постановку управленческой задачи;

- выбрать метод и алгоритм ее решения;
- готовым программным средством решить задачу на ЭВМ и оценить адекватность и достоверность полученных результатов.

Цикл лабораторных работ (ЛР) направлен на формирование практических навыков прогнозирования критических факторов, оптимизации сети воздушных линий и парка ВС, численности персонала, технических средств, спецмашин, сооружений и элементов наземного комплекса. ЛР выполняются программными средствами, реализуемыми с помощью Delphi.

2. Требования к оформлению отчета о выполнении работы

Отчет по итогам выполнения ЛР оформляется после выполнения ЛР. На титульном листе отчета указываются: название кафедры; фамилия, имя, отчество студента; номер и тема ЛР; номер зачетки; номер варианта; дата выполнения. В отчет о выполнении ЛР включаются: постановка задачи, модели; условные обозначения; схема алгоритма; исходные данные; листинг результатов и выводы.

3. Порядок защиты лабораторных работ

Защита ЛР выполняется в дисплейном классе сразу после выполнения и завершается сдачей отчетов. В ходе защиты студент должен показать теоретические знания по теме работы, продемонстрировать личные умения и практические навыки решения поставленной задачи на ЭВМ. Уровень знаний оценивается путем компьютерного тестирования, а умения в процессе выполнения ЛР.

4. Этапы выполнения лабораторной работы

В ходе выполнения лабораторных работ выполняются следующие этапы:

1. Изучение цели, постановки, модели и алгоритма решения задачи.
2. Получение у преподавателя программы и введение ее в ЭВМ.
3. Создание файла тестовых исходных данных.
4. Отладка и тестирование программы.
5. Решение индивидуального задания.

6. Выбор адекватной модели, формирование прогноза, поиск оптимума.
 7. Защита теории по теме лабораторной работы.
 8. Оформление и сдача отчета о результатах выполнения работы.
- Этап 1 осуществляется дома, а этапы 2-10 - в дисплейном классе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1

Тема: Оценка закона распределения случайной величины $\{X\}$

Цели работы:

1. Выработка практических навыков оценки закона распределения случайной величины $\{X\}$.
2. Запуск, отладка и тестирование программы [3,с.45].
3. Оценка наличия ложной информации с помощью программы.

Постановка задачи

Имеется статистика о временах обслуживания ВС $X_1 = \{x_i\}$.

В лабораторной работе необходимо:

1. Ввести в ЭВМ программу [3,с.45] и тестовый файл данных.
2. Отладить программу.
3. Оценить закон распределения варианта из табл.1.2.

Методические рекомендации

Для достижения целей лабораторной работы вычисляем:

Шаг 1. Точечную оценку математического ожидания случайной величины

$$\mu_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (1.1)$$

где n - объем выборки;

x_i - i -е наблюдение случайной величины ($i=1, n$).

Шаг 2. Точечную оценку дисперсии σ_x^2

$$\sigma_x^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \mu_x)^2}{n-1} \quad (1.2)$$

и среднеквадратического отклонения σ_x случайной величины X .

Шаг 3. Точечные оценки σ_{μ_x} и σ_σ $\sigma_{\mu_x} = \frac{\sigma_x}{\sqrt{n_i}}$ и $\sigma_\sigma = \frac{\sigma_x}{\sqrt{2(n_i-1)}}$ (1.3)

Шаг 4. Интервальную оценку математического ожидания

$$\bar{x} = \mu_x \pm t_{\alpha,k} \sigma_{\mu_x} \quad (1.4)$$

где $t_{\alpha,k}$ - табличное значение квантиля критерия Стьюдента табл.1[1]

$$t_{\alpha,k} = 1.96 + \frac{2.4}{k} + \frac{3}{k^2} \quad (1.5)$$

при $k = n-1$ и доверительной вероятности $\alpha = 0.95$, входах в табл.1 [1]

Шаг 5. Количество интервалов n_n разбиения статистического ряда значений случайной величины $n_n = 5 \log(n)$, (1.6)

где n - число наблюдений случайной величины X .

Шаг 6. Размер интервала разбиения статистического ряда значений

случайной величины
$$\Delta x = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{n_i}, \quad (1.7)$$

где $x_{\max, \min}$ - максимальное и минимальное значения случайной величины.

Шаг 7. Количества попаданий $\{X\}$ в i -й интервал n_i $i=1, n_i$.

Шаг 8. Вероятности попадания в i -й интервал $p_i^* = \frac{n_i}{n}$. (1.8)

Шаг 9. Условие $n^* p_i^* > 5$ для каждого интервала. Если для i -го интервала условие не выполняется, его объединяют с $(i-1)$ -м интервалом.

Шаг 10. Значения функции распределения $F^*(x)$ по статистическим значениям выборки наблюдений
$$F^*(x) = \sum_i^{n_i} p_i^* . \quad (1.9)$$

Шаг 11. Значения функции плотности распределения $f^*(x) = \frac{p_i^*}{\Delta x}$. (1.10)

Шаг 12. Строим гистограммы $F^*(x)$ и $f^*(x)$.

Шаг 13. Формируем гипотезу H_0 о принадлежности выборки значений случайной величины $\{X\}$ к одному из законов распределения (табл.1.1).

Шаг 14. Точечные оценки расчетных параметров и значений $F_{mi}(x)$ для гипотетического закона распределения $\{X\}$.

Шаг 15. Теоретические вероятности p_{Ti} попадания случайной величины в i -й интервал,
$$p_{Ti} = F_{Ti}(x) - F_{T(i-1)}(x) \quad (1.11)$$

где $F_{Ti}(x)$ – функции распределения, вычисленные по моделям табл.1.1.

Таблица 1.1.

Математические модели законов распределения

Закон	Параметр	Модели $F(x)$ и $f(x)$
Пуассона	$\lambda = \sum_{i=1}^{n_i} \frac{i^* n_i}{n};$	$F_T(x) = \sum_{k=0}^n \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda}; f_T(x) = \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda}; 0 < n < 4; k = 0, 1, \dots, n;$
Гаусса	$\mu = \mu^* ;$ $\sigma^2 = \sigma^{*2};$	$F_T(x) = \int f_T(x) dx; f_T(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}; 0 < x < 4;$
Экспонента	$\lambda = \frac{1}{\mu};$	$F_T(x) = 1 - e^{-\lambda}; f_T(x) = \lambda e^{-\lambda x}; 0 < x < 4;$

Шаг 16. Расчетную оценку χ^{*2} критерия хи-квадрат Пирсона

$$\chi^{*2} = \sum_{i=1}^{n_i} \frac{(n_i - np_{Ti})^2}{np_{Ti}}, \quad (1.12)$$

где p_{Ti} - вероятность попадания случайной величины в i -й интервал;
 n_i - количество попаданий в i -й интервал.

Шаг 17. Сравниваем χ^{*2} с табличным значением $\chi^2_{табл}$

$$\chi^2 \geq \chi^2_{табл} \quad (1.13)$$

где $\chi^2_{табл}(\alpha, k)$ - табличное значение квантиля критерия хи-квадрат Пирсона;
 $k = (n_i - n_p - 1)$ - степени свободы; $\alpha = 0.95$ - вероятности достоверности;

Цели работы:

1. Выработка навыков расчета уравнений однофакторной регрессии.
2. Запуск и отладка программы расчета однофакторной регрессии [3,с.66].
3. Выбор адекватной модели и прогнозирование критического фактора.

Постановка задачи

Имеется статистика об изменении за 10 лет фактора у.

В лабораторной работе необходимо:

1. Ввести в ЭВМ программу [3,с.66] и тестовый файл данных.
2. Отладить программу.
3. Вычислить адекватную модель и прогноз фактора у по варианту табл.2.2.
 - 1) $y=a + b * t;$ (2.1)
 - 2) $y=a * b^t;$ (2.2)
 - 3) $y=a * t^b;$ (2.3)
 - 4) $y=a + b * t + c * t^2.$ (2.4)

Методические рекомендации

Для достижения цели работы реализуем следующий алгоритм:

Шаг 1. Вычисляем коэффициенты а, в, с моделей (2.1- 2.4), используя

формулы табл.2.1, полученные с помощью критерия $K = \sum_{i=1}^n (y_i^{\phi} - y_i^p)^2 \rightarrow \min,$ (2.5)

где n - количество наблюдений исходных данных;

y_i^{ϕ} - вектор фактических значений моделируемой величины У;

y_i^p - вектор расчетных значений моделируемой величины У.

Таблица 2.1.**Модели расчета параметров уравнений 2.1 – 2.4**

$x_2 = a + b * t;$	$b = \frac{\sum_i t_i \sum_i x_{2i} - n \sum_i t_i x_{2i}}{(\sum_i t_i)^2 - n \sum_i t_i^2}$	$a = \frac{(\sum_{i=1}^n x_{2i} - b \sum_{i=1}^n t_i)}{n};$	(2.6)
$x_2 = a * b^t;$	$b_1 = \frac{\sum_i t_i \sum_i \ln(x_{2i}) - n \sum_i t_i \ln(x_{2i})}{(\sum_i t_i)^2 - n \sum_i t_i^2};$	$a = \frac{\exp(\sum \ln(x_{2i}) - b_1 \sum t_i)}{n};$ $b = \exp(b_1);$	(2.7)
$x_2 = a * t^b;$	$b = \frac{\sum_i \ln(t_i) \sum_i \ln(x_{2i}) - n \sum_i \ln(t_i) \ln(x_{2i})}{(\sum_i \ln(t_i))^2 - n \sum_i \ln(t_i)^2};$	$a = \frac{\exp(\sum \ln(x_{2i}) - b \sum \ln(t_i))}{n};$	(2.8)
$x_2 = a + b * t + c * t^2$	$d_1 = n \sum t_i^3 - \sum t_i \sum t_i^2;$ $d_2 = n \sum t_i^2 - (\sum t_i)^2;$ $d_3 = n \sum (x_{2i} t_i^2) - \sum x_{2i} \sum t_i^2;$ $d_3 = d_3 + d_1 (\sum t_i \sum x_{2i} - n \sum (t_i x_{2i})) / d_2;$	$c = \frac{d_3}{n \sum t_i^4 - \sum t_i^2 \sum t_i^2 - d_1^2 / d_2};$ $b = \frac{n \sum (t_i x_{2i}) - \sum t_i \sum y_i - c * d_1}{d_2};$ $a = \frac{\sum x_{2i} - b \sum t_i - c \sum t_i^2}{n};$	(2.9)

Шаг 2. Оцениваем адекватность и выбираем модель по критерию Фишера

$$F_{кр}^* = \frac{\sigma_y^2}{\sigma_{ост}^2} \geq F_{[k1;k2;1-p_d]} \quad (2.10)$$

где $\sigma_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i^\phi - \mu_y)^2}{(n-1)}$ - дисперсия показателя у; (2.11)

$$\mu_y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i, \quad \text{- математическое ожидание у;} \quad (2.12)$$

$$\sigma_{ост}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i^\phi - y_i^p)^2}{(n - n_p)} \quad \text{- остаточная дисперсия;} \quad (2.13)$$

n_p - количество расчетных коэффициентов в модели;

n - объем выборки;

$F_{кр}^*$ - расчетное значение F- критерия Фишера;

$F_{[k1;k2;1-p_d]}$ - табличное значение квантиля критерия Фишера при вероятности $p_d=90\%$ и входах в табл.3 [1,с.117] $k1=n-1$; $k2=n-p-1$.

Уравнение регрессии считается адекватным при выполнении статистического критерия Фишера

$$F_{кр}^* = \frac{\sigma_y^2}{\sigma_{ост}^2} \geq F_{[k1;k2;1-p_d]} \quad (2.14)$$

О точности модели свидетельствует критерий

$$\Delta \varepsilon = \sum_{i=1}^n \frac{|y_i^\phi - y_i^p|}{y_i^\phi} * 100\% \leq 2\% \quad \text{- средняя ошибка аппроксимации.} \quad (2.15)$$

О нелинейности или линейности модели свидетельствуют:

$$\eta = \sqrt{1 - \frac{\sigma_{ост}^2}{\sigma_y^2}} \quad (2.16) \quad \text{и} \quad r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)(y_i - \mu_y)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \mu_y)^2}}, \quad (2.17)$$

где η - корреляционное отношение ;

$r_{x,y}$ - коэффициент парной корреляции.

Если $\eta > r_{x,y}$ - зависимость нелинейная, то $\eta < r_{x,y}$ - линейная.

Шаг 3. Оцениваем значимость расчетных коэффициентов модели

$$t_a^* = \frac{|a|}{\sigma_a^*} \geq t_{v, p_d}; \quad t_b^* = \frac{|b|}{\sigma_b^*} \geq t_{v, p_d}; \quad t_c^* = \frac{|c|}{\sigma_c^*} \geq t_{v, p_d}; \quad (2.18)$$

где $\sigma_a^* = \sigma_{x_2} \sqrt{\frac{n+1}{n} + \frac{\mu_t^2}{(n-1)\sigma_t^2}}$; (2.19) $\sigma_{b(c)}^* = \frac{\sigma_{x_2}}{\sigma_t n_p \sqrt{n+n_p-1}}$; (2.20)

$$\sigma_{x_2}^* = \sigma_{ост} \sqrt{\frac{\sum_i (x_{2i} - \mu_{x_2})^2}{(n - n_p)}}; \quad (2.21) \quad \sigma_t = \sqrt{\frac{\sum (t_i - \mu_t)^2}{(n-1)}}. \quad (2.22)$$

где t_{v,p_d} - табличный квантиль t-критерия Стьюдента [3,с.114] при входах

$\nu = n - n_p$ и доверительной вероятности p_d не менее 90%.

Таблица 2.2.
Исходные данные к выполнению лабораторной работы 2

Годы	Варианты															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	18	26	88	105	29	33	101	132	13	32	93	52	120	23	48	82
2	35	37	89	115	58	42	102	144	27	43	95	53	131	51	56	83
3	53	47	91	127	88	52	103	157	41	55	97	54	143	83	63	84
4	71	58	92	139	119	61	104	171	57	66	99	56	155	117	71	86
5	89	69	93	153	150	71	105	186	72	77	102	57	169	153	79	87
6	107	80	95	168	180	80	106	203	88	89	104	59	185	190	87	88
7	125	90	96	185	211	90	108	221	104	100	106	60	201	228	94	90
8	143	101	97	204	243	99	109	241	121	112	108	61	219	267	102	91
9	161	112	99	224	274	109	110	263	137	123	110	63	239	307	110	92
10	179	122	100	247	305	118	111	287	154	134	113	64	261	348	117	94
Годы	Варианты															
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
1	24	32	59	71	36	42	100	55	24	32	59	71	36	42	100	55
2	28	73	68	73	43	86	110	60	28	73	68	73	43	86	110	60
3	34	119	76	74	51	129	119	65	34	119	76	74	51	129	119	65
4	40	168	85	75	60	174	129	71	40	168	85	75	60	174	129	71
5	48	219	94	77	72	218	139	77	48	219	94	77	72	218	139	77
6	57	272	103	78	85	262	149	84	57	272	103	78	85	262	149	84
7	68	326	111	79	102	307	158	92	68	326	111	79	102	307	158	92
8	81	382	120	81	121	352	168	100	81	382	120	81	121	352	168	100
9	96	440	129	82	144	397	178	109	96	440	129	82	144	397	178	109
10	114	499	137	83	171	442	187	119	114	499	137	83	171	442	187	119

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3

Тема: *Многофакторное регрессионное прогнозирование.*

Цели работы:

1. Выработка практических навыков расчета и оценки адекватности уравнения многофакторной регрессии.
2. Запуск, отладка и тестирование программы расчета коэффициентов и оценки адекватности уравнения многофакторной регрессии [3,с.76].
3. Расчет адекватной многофакторной модели.
4. Прогноз объема перевозок АК с помощью программы.

Постановка задачи

Используя исходные данные о величинах x_1, x_2, \dots, x_p за n лет, влияющих на объем авиаперевозок y_i^{ϕ} , вычислить многофакторную регрессионную

модель вида $y = F(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_p) = a_0 + a_1x_1 + \dots + a_i x_i + \dots + a_p x_p$, (3.1)

где $a_0, a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_p$ - расчетные коэффициенты уравнения.

В лабораторной работе необходимо:

1. Ввести в ЭВМ программу [3,с.76] и тестовый файл данных.
2. Отладить программу.
3. Вычислить адекватную модель и прогноз фактора y по варианту табл.3.1.

Методические рекомендации

В регрессионном анализе для расчета коэффициентов уравнения

регрессии вида (3.1) используется метод наименьших квадратов (МНК), минимизирующий критерий

$$K = \sum_{i=1}^n (y_i^\phi - y_i^p)^2 \rightarrow \min \quad (3.2)$$

где n - количество наблюдений исходных данных;

y_i^ϕ - вектор фактических значений моделируемой величины y ;

y_i^p - вектор расчетных значений моделируемой величины y .

Уравнение для определения вектора расчетных коэффициентов уравнения регрессии $y = F(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_p)$ имеет вид

$$B = (\bar{X}^T \bar{X})^{-1} \bar{X}^T \bar{Y} \quad , \quad (3.3)$$

где \bar{X} - матрица исходных значений факторов;

\bar{X}^T - транспонированная матрица \bar{X} ;

\bar{Y} - вектор исходных значений моделируемого показателя y .

Для достижения целей лабораторной работы реализуем шаги алгоритма:

Шаг 1. Транспонируем матрицу исходных данных \bar{X}

$$\bar{M}_1 = \bar{X}^T \quad . \quad (3.4)$$

Шаг 2. Умножаем матрицу \bar{X}^T справа на матрицу \bar{X}

$$\bar{M}_2 = \bar{X}^T \bar{X} \quad . \quad (3.5)$$

Шаг 3. Обращаем матрицу $\bar{M}_2 = \bar{X}^T \bar{X}$

$$\bar{M}_3 = (\bar{X}^T \bar{X})^{-1} \quad . \quad (3.6)$$

Шаг 4. Умножаем матрицу \bar{M}_3 на матрицу \bar{M}_1

$$\bar{M}_4 = (\bar{X}^T \bar{X})^{-1} \bar{X}^T \quad . \quad (3.7)$$

Шаг 5. Умножаем справа матрицу \bar{M}_4 на вектор \bar{Y}

$$\bar{M}_5 = (\bar{X}^T \bar{X})^{-1} \bar{X}^T \bar{Y} \quad . \quad (3.8)$$

ЭВМ-программа вычисляет a_0, a_1 и a_2 и критерии адекватности уравнения. Модель (3.1) адекватна, если знаки при a_i обеспечивают совпадение с физическим смыслом влияния x на y_i^ϕ . (3.1) должна обеспечивать так совпадение фактических y_i^ϕ и расчетных y_i^p , найденных по модели (3.1).

Шаг 6. Оцениваем аспекты адекватности многофакторной модели, исследуя степень совпадения y_i^ϕ и y_i^p вычисляя:

1. Критерий Фишера, оценивающий однородность дисперсий

$$F_{кр}^* = \frac{\sigma_y^2}{\sigma_{ост}^2} \geq F_{[k1; k2; 1-p_d]} \quad , \quad (3.9)$$

где $\sigma_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i^\phi - \mu_y)^2}{(n-1)}$ - дисперсия показателя y ; (3.10)

$$\mu_y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad , \quad \text{- математическое ожидание } y; \quad (3.11)$$

$$\sigma_{ocm}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i^{\phi} - y_i^p)^2}{(n - n_p)} - \text{остаточная дисперсия;} \quad (3.12)$$

n_p - число расчетных коэффициентов в модели;

n - объем выборки;

$F_{[k1;k2;1-p_d]}$ - табличное значение квантили критерия Фишера при

доверительной вероятности $p_d=90\%$ и входах в табл.3 [1] $k1=n-1$; $k2=n-p-1$.

Уравнение регрессии адекватно при $F_{kp}^* = \frac{\sigma_y^2}{\sigma_{ocm}^2} \geq F_{[k1;k2;1-p_d]}$ (3.12)

2. Коэффициент множественной корреляции оценивающий гипотезу о линейности формы связи между Y и X $R = \sqrt{1 - \frac{\sigma_{ocm}^2}{\sigma_y^2}}$, (3.13)

Гипотеза не отвергается при $R \geq 0.75$.

3. Оценку значимости коэффициента R

$$t_R = \frac{R}{\mu_R} = \frac{R\sqrt{n-n_p-1}}{1-R^2}, \quad (3.14)$$

где μ_R - ошибка коэффициента R .

Коэффициент R считается значимым при $t_R \geq t_{q,k}$, (3.15)

где $k = n - 1$ - число степеней свободы ;

q - уровень значимости (рекомендуется выбирать 97.5 - 95%).

4. Коэффициент множественной детерминации $D = R^2$ (3.16)

Так, если $D = 0.9$, то факторы, включенные в модель, отображают 81% дисперсии Y , а 19% приходится на долю факторов, не включенных в модель.

5. Среднюю ошибку аппроксимации

$$\Delta\varepsilon = \sum_{i=1}^n \frac{|y_i^{\phi} - y_i^p|}{y_i^{\phi}} * 100\% \quad (3.17)$$

Адекватной считается модель, у которого $\Delta\varepsilon \leq 1\%$.

6. Оценки значимости коэффициентов a_i

$$t_{ai} = \frac{a_i}{\sigma_{ocm} \sqrt{b_{ii}}} \geq t_{q,k} \quad (3.18)$$

где b_{11} - диагональный элемент матрицы $\overline{M}_3 = (\overline{X^T X})^{-1}$;

$t_{q,k}$ - табличное значение критерия Стьюдента ($q=0.95, k=n-1$).

7. Критерий Дарбина-Уотсона, оценивающий наличие автокорреляции

$$Du = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta y_i \Delta y_{i+1}}{\sum_{i=1}^n \Delta y_i^2}, \quad (3.19)$$

где $\Delta y_i = y_i^{\phi} - y_i^p$.

Уравнение адекватно, если выполняется весь комплекс качественных

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4

Тема: **Оптимизация использования ресурсов матричным симплекс-методом**

Цели работы:

1. Выработка навыков оптимизации использования ресурсов.
2. Запуск, отладка и тестирование программы [3,с.95].
3. Решение варианта задания.

Постановка задачи

Авиакомпания располагает n видами ресурсов в количествах b_i $i=1,n$. Расходуя располагаемые ресурсы, авиакомпания может выполнить m авиарейсов $j=1,m$.

Выполнение j -го рейса дает авиакомпании c_j денежных единиц. На выполнение j -го рейса расходуется a_{ij} единиц i -го ресурса. Надо найти оптимальный план выполнения рейсов x_j , дающий авиакомпании \max суммарную прибыль.

В лабораторной работе необходимо:

1. Ввести в ЭВМ программу [3,с.95] и тестовый файл данных.
2. Отладить программу.
3. Решить вариант задачи из табл.4.1.

Методические рекомендации

Целевая функция задачи – максимум суммарной прибыли предприятия, имеет следующий вид

$$K = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n = \sum_{i=1}^n c_i x_i \rightarrow \max \quad . \quad (4.1)$$

В процессе производства авиакомпания, расходуя на каждый j -й рейс a_{ij} единиц i -го ресурса, не может израсходовать больше запаса b_i i -го ресурса, что отображается ограничением задачи, математическая модель которого имеет вид

$$\sum_{j=1}^m a_{ij}x_j \leq b_i; \text{ при } i = 1, n \text{ и } j = 1, m. \quad . \quad (4.2)$$

Все выполненные рейсы реальны, то есть $x_j \geq 0$.

Для достижения целей лабораторной работы реализуем шаги алгоритма:

Шаг 1. Приведение задачи к каноническому виду, при котором:

- 1) все ограничения представляют собой алгебраические уравнения;
- 2) правые части уравнений положительны или равны 0;
- 3) все $x_j \geq 0$;
- 4) целевая функция максимизируется;
- 5) в ограничениях есть базис.

Исходными данными в программе simplex.pas являются:

- вектор коэффициентов целевой функции со своими знаками;
- матрица коэффициенты a_{ij} ;
- вектор свободных членов A .

Шаг 2. Заполнение симплекс-таблицы.

Шаг 3. Оценка оптимальности опорного плана.

Шаг 4. Если план не оптимален, то выполняется поиск опорного столбца, опорной строки, опорного элемента и преобразование симплекс-таблицы алгоритмом Жордана-Гаусса. Если план вновь не оптимален – переходим на шаг 3, если план оптимален – на шаг 5.

Шаг 5. Вывод результатов в файл. Исходные данные к выполнению лабораторной работы 4 в табл.4.1.

Таблица 4.1.

Исходные данные к выполнению лабораторной работы 4							Исходные данные к выполнению лабораторной работы 4							Исходные данные к выполнению лабораторной работы 4						
x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	b _i	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	b _i	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	b _i
Вариант 1							Вариант 2							Вариант 3						
1	2	3	1	1.2	2	350	2	2	1.1	2.1	1	1.1	300	2	3	2	2	3.2	3	632
2	1	2	2	1.5	3	440	3	3	4.3	4.2	1.2	3.3	500	2	2	1	4	2.5	5	540
1.1	2.1	3.2	3	1.7	1	560	1	1.1	2.2	1.3	1.5	2.5	400	3.1	1.1	1.3	2	1.3	4	630
Z	5	6	3	2	4		Z	2	3	1	3	5	3	Z	7	5	3	3	2	4
Вариант 4							Вариант 5							Вариант 6						
2	1	1	2	1.1	1.1	220	2	4	2	4	1	1	210	1	2	1	2	4	2	650
2	2	1	2	1.1	1.2	330	2	3	3	3	1.1	5	230	1	3	2	1	2.1	2	350
1.2	1.1	2.2	2.1	1.2	2.3	440	1.3	2.4	3.4	2	1.2	3	320	2.3	2.6	2.2	3	1.2	2	540
Z	2	1	2	4	1	2	Z	3	4	2	1	3	6	Z	6	4	3	3	2	2
Вариант 7							Вариант 8							Вариант 9						
2	2	1	4	1.1	2	450	2	4	2	4	1	1	340	1	2	1	2	2.2	1	450
3	1	2	2	1.2	3	540	2	3	3	3	1.1	5	350	2	1	3	1	4.5	4	530
2.1	3.1	1.2	2	1.3	1	260	1.3	2.4	3.4	2	1.2	3	420	2.1	2.1	1.2	3	1.7	1	350
Z	2	3	4	2	5	2	Z	3	4	2	1	3	6	Z	5	3	2	4	5	1
Вариант 10							Вариант 11							Вариант 12						
3	2	1	3	1.2	1	250	2	4	4	3	2.2	1	150	2	1	3	2	1.2	2	510
3	2	2	2	2.5	2	440	2	3	1	2	0.5	2	240	1	3	1	2	2.2	1	640
2.1	1.1	3.2	3	1.7	1	360	1.2	1.5	2.5	4	2.7	3	460	1.2	2.1	3.2	3	1.3	1	760
Z	3.4	2.3	3.1	1.5	1	2.1	Z	2.2	2	1	3.1	2.3	1.9	Z	9	4	5	4	2	3
Вариант 13							Вариант 14							Вариант 15						
2	1	2	2	2.2	1	410	2	1	2	2	2.2	1	410	2	1	1	2	3	1.1	520
3	2	3	3	2.5	2	330	3	2	3	3	2.5	2	330	1	2	1	2	3.5	5.2	310
1.2	2.4	1.2	2	2.7	3	530	1.2	2.4	1.2	2	2.7	3	530	2.3	2.3	1.4	2	1.7	1.3	230
Z	3	4	2	3	2	1	Z	3	4	2	3	2	1	Z	1	2	3	2	3	4
Вариант 16							Вариант 17							Вариант 18						
2	1	2	2	1.5	3	650	2	4	4	3	1	6.1	720	2	1	2	3	1.2	2	410
1	3	3	3	1.6	3	340	1	6	3	2	1.1	3.2	450	1	3	1	1	1.2	1	340
1.2	2.2	3.4	4	1.3	4	460	1.2	2.6	2.2	2	1.2	5.3	650	1.2	2.1	3.2	3	1.3	1	360
Z	8	6	9	10	7	5	Z	8	3	4	5	3	6	Z	9	4	5	3	1	3
Вариант 19							Вариант 20							Вариант 21						
2	1	2	3	1.2	2	410	3	1	1	2	3.2	1	410	3	2	1	2	2.2	1	650
1	3	1	1	1.2	1	340	2	2	1	2	2.5	5	320	2	1	3	1	4.5	4	330
1.2	2.1	3.2	3	1.3	1	360	2.3	2.3	1.1	2	1.7	1	210	3.1	3.1	1.2	3	1.7	1	250
Z	9	4	5	3	1	3	Z	2	3	1	2	2	4	Z	5	3	2	3	4	1
Вариант 22							Вариант 23							Вариант 24						
3	2	1	2	2.2	1	650	1	2	1	2	3	2	520	2	3	1	2	3.2	3	532
2	1	3	1	4.5	4	330	1	3	2	1	2.1	2	550	2	2	1	4	1.5	5	440
3.1	3.1	1.2	3	1.7	1	250	2.3	2.6	2.2	3	3.2	2	450	3.1	1.1	1.2	2	1.3	3	430
Z	5	3	2	3	4	1	Z	6	4	5	3	2	Z	7	5	4	2	3	6	
Вариант 25							Вариант 26							Вариант 27						
2	3	1	2	3.2	3	532	2	6	2	2	5.2	2	340	2	1	2	3	4.2	2	750
2	2	1	4	1.5	5	440	1	3	3	3	4.5	2	230	2	2	4	2	2.5	1	440
3.1	1.1	1.2	2	1.3	3	430	3.1	4.1	4.2	4	2.7	3	450	2.1	3.1	2.2	5	3.7	2	560
Z	7	5	4	2	3	6	Z	2	3	5	3	2	1	Z	5	3	2	7	4	2
Вариант 28							Вариант 29							Вариант 30						
2	1	2	3	4.2	2	750	2	1	3	2	1.2	2	510	2	1	2	3	4.2	2	750
2	2	4	2	2.5	1	440	1	3	1	2	2.2	1	640	2	2	4	2	2.5	1	440
2.1	3.1	2.2	5	3.7	2	560	1.2	2.1	3.2	3	1.3	1	760	2.1	3.1	2.2	5	3.7	2	560
Z	5	3	2	7	4	2	Z	9	4	5	4	2	3	Z	5	3	2	7	4	2
Вариант 31							Вариант 32							Вариант 33						
2	1	1	2	3	1.1	520	1	2	1	2	2.2	1	450	2	1	2	2	2.2	1	410
1	2	1	2	3.5	5.2	310	2	1	3	1	4.5	4	530	3	2	3	3	2.5	2	330
2.3	2.3	1.4	2	1.7	1.3	230	2.1	2.1	1.2	3	1.7	1	350	1.2	2.4	1.2	2	2.7	3	530
Z	1	2	3	2	3	4	Z	5	3	2	4	5	1	Z	3	4	2	3	2	1

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5

Тема: Анализ факторов управленческой ситуации (УС).

Цели работы:

1. Выработка навыков анализа факторов УС.
2. Запуск, отладка и тестирование программы [3,с.58].
3. Анализ факторов УС своего варианта задания.

Постановка задачи

Известны динамики факторов УС (табл.5.1).

Таблица 5.1.

Информативные факторы УС

Годы	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
2004	252	1	51	5	320	33	1	12	40	5
2005	222	2	49	12	220	24	3	17	30	15
2006	192	3	44	24	180	18	9	27	20	20
2007	163	4	36	37	120	11	10	36	10	25
2008	133	5	41	56	109	9	20	46	9	30
2009	73	6	44	70	99	9	25	58	7	35
2010	43	7	49	90	80	7	30	65	5	30
2011	23	8	51	114	60	6	35	70	3	35
2012	7	9	55	129	50	5	40	84	2	40
2013	3	10	60	143	40	3	44	96	1	45

где x₁- подвижное население в «зоне влияния» аэропорта (млн.чел.);

x₂ - фактор времени;

x₃ - тарифы на авиаперевозки (тыс.руб);

x₄ - % инфляции рубля;

x₅ - депозиты населения (млрд.руб);

x₆ - цена золота (\$);

x₇ - курс \$ в (руб);

x₈ - курс € в (руб);

x₉ - численность работающих в «зоне влияния» аэропорта(млн.чел.);

x₁₀ - интерпретируемый фактор.

В лабораторной работе необходимо:

1. Ввести в ЭВМ программу [3,с.58] и тестовый файл данных.
2. Отладить программу.
3. Найти группы линейно-зависимых признаков УС и интерпретируя x₁₀, по данным варианта из табл.5.4.

Методические рекомендации

Алгоритм центроидного метода факторного анализа преобразует и анализирует матрицы коэффициентов парной корреляции $R=\{r_{x_i x_j}\}$, заменяя некоторое число признаков меньшим числом качественных укрупненных "факторов" - линейных комбинаций количественных признаков x_i, отображающих свойства УС [1,с.37-67].

Шаг 1. Вычисляем ЭВМ-программой [3,с.55-66], реализующей алгоритм центроидного метода, матрицу коэффициентов парной корреляции (рис.5.1) по данным табл.5.1

$$r_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{ji} - \mu_j)(x_{ki} - \mu_k)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{ji} - \mu_j)^2 \sum_{i=1}^n (x_{ki} - \mu_k)^2}}; j, k = 1, 2, \dots, p, \quad (5.1)$$

где x_{ij} - количественное значение j -го признака i -го объекта;

$\mu_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij}$, - математические ожидания признаков x_i ;

$j=1, p$ - текущий индекс переменной;

$i=1, n$ - текущий индекс объектов в выборке, по которой представляет x_i в виде линейных комбинаций ортогональных факторов $\{F_i\}$ - качественных признаков, характеризующих качественные свойства ОУ.

Каждый x_i представляется некоторым числом общих и характерных факторов $x_i = a_{i1}F_1 + a_{i2}F_2 + \dots + a_{ij}F_j + \dots + F_{u1} + \dots + F_{un}$, (5.2)

где x_i - вектор значений i -го параметра $i=1, p$;

p - количество параметров;

$F_1 \dots F_j$ - общие факторы;

K_o - количество общих факторов;

a_{ij} - факторные нагрузки i -го признака $i=1, p$ на j -й фактор $j=1, k_o$;

$F_{u1} \dots F_{un}$ - характерные факторы.

R=	1.000	-0.986	-0.474	-0.977	0.927	0.912	-0.986	-0.980	0.916	-0.943
	-0.986	1.000	0.526	0.994	-0.923	-0.908	0.994	0.997	-0.906	0.958
	-0.474	0.526	1.000	0.600	-0.189	-0.139	0.567	0.548	-0.122	0.337
	-0.977	0.994	0.600	1.000	-0.881	-0.861	0.994	0.992	-0.859	0.927
	0.927	-0.923	-0.189	-0.881	1.000	0.996	-0.894	-0.905	0.993	-0.965
	0.912	-0.908	-0.139	-0.861	0.996	1.000	-0.879	-0.892	0.997	-0.960
	-0.986	0.994	0.567	0.994	-0.894	-0.879	1.000	0.993	-0.878	0.940
	-0.980	0.997	0.548	0.992	-0.905	-0.892	0.993	1.000	-0.889	0.955
	0.916	-0.906	-0.122	-0.859	0.993	0.997	-0.878	-0.889	1.000	-0.953
	-0.943	0.958	0.337	0.927	-0.965	-0.960	0.940	0.955	-0.953	1.000

Рис.5.1. Матрица коэффициентов парной корреляции

Шаг 2. Последовательно увеличивая число выделяемых факторов, начиная с $k=1$, вычисляем матрицу факторных нагрузок (табл.5.2), отобразившую 97.98% дисперсии матрицы коэффициентов парной корреляции.

Таблица 5.2.

Факторные нагрузки центроидным методом

	F_1	F_2	F_3	F_4	F-дисп	Суть x_i
x_1	-0.99	0.00	0.09	-0.09	0.99	Подвижное население
x_2	1.00	0.05	0.02	0.02	1.00	Фактор времени
x_3	0.48	0.84	-0.11	-0.03	0.96	Тарифы
x_4	0.99	0.15	0.04	0.02	1.00	Инфляция %
x_5	-0.95	0.34	0.15	0.08	1.04	Депозиты населения
x_6	-0.93	0.36	-0.02	-0.04	1.00	Цена золота
x_7	0.99	0.11	0.04	-0.02	1.00	курс \$ в (руб)
x_8	0.99	0.08	0.01	0.04	1.00	курс € в (руб)
x_9	-0.92	0.38	-0.07	-0.01	1.00	N работающих
x_{10}	0.97	-0.16	-0.03	0.11	0.97	Фактор УС
Дисп.	8.70	1.17	0.05	0.03	9.95	
% Дисп	86.96	11.72	0.53	0.32	99.53%	

Шаг 3. Определяем свойства объекта. Знак (+) при a_{ij} указывает на прямую связь между F_i и признаками x_i . Знак (-) - на обратную связь.

Шаг 4. Вращаем табл.5.2 и получаем итоговую матрицу нагрузок.

Таблица 5.3.

Факторные нагрузки после вращения

	F_1	F_2	F_3	F_4	
x_1	-0.56	-0.31	-0.76	0.05	0.99
x_2	0.53	0.34	0.77	0.08	1.00
x_3	0.73	-0.34	0.27	0.49	0.96
x_4	0.56	0.27	0.76	0.15	1.00
x_5	-0.46	-0.61	-0.63	0.23	1.04
x_6	-0.30	-0.56	-0.75	0.19	1.00
x_7	0.55	0.33	0.75	0.15	1.00
x_8	0.54	0.30	0.78	0.09	1.00
x_9	-0.26	-0.59	-0.75	0.15	1.00
x_{10}	0.43	0.39	0.79	-0.12	0.97
Дисп.	2.60	1.78	5.14	0.43	9.95
%Дисп	26.02	17.81	51.44	4.26	99.53%

Шаг 5. Изображаем структуру связей между признаками x_i (рис.5.2).

Шаг 6. По смыслу x_i вокруг F_j , интерпретируем факторы.

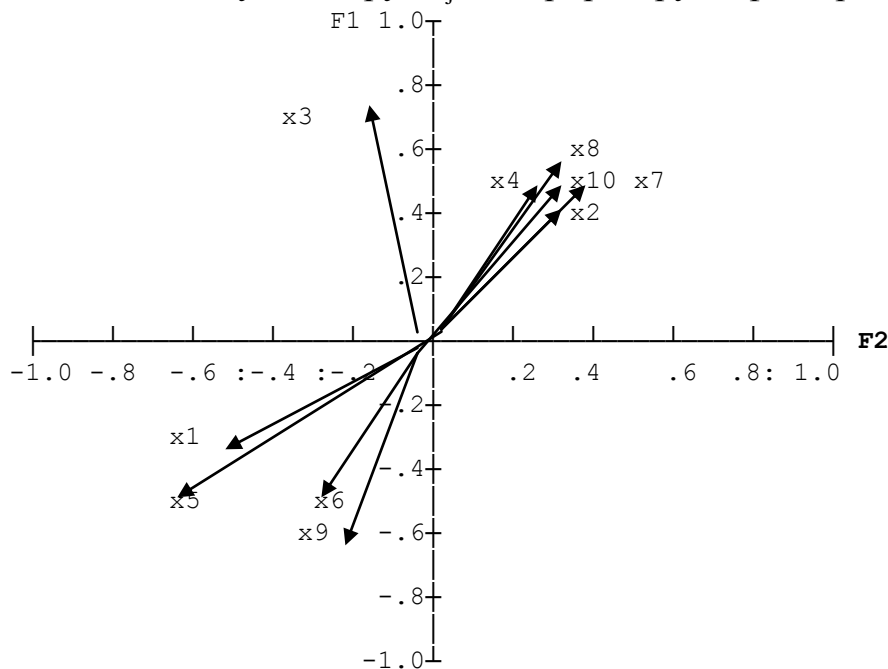


Рис.5.2.Графическая интерпретация матрицы факторных нагрузок

На рис.5.2 признаки x_5 — депозиты населения (РФ) и x_8 - курс € (руб.) представляют собой линейно-независимые факторы, а признаки $x_2, x_4, x_7, x_8, x_{10}$: x_2 - фактор времени; x_4 - % инфляции рубля; x_7 - курс \$ в (руб); x_8 - курс € в (руб); x_{10} - интерпретируемый фактор; - образуют пучок положительных линейно-зависимых векторов признаков. Признаки x_1, x_5, x_6, x_9 : x_1 - численность подвижного населения в «зоне влияния» АП (млн.чел.); x_5 - депозиты населения (млрд.руб.); x_6 - цена золота; x_9 - численность работающих в «зоне влияния» аэропорта(млн.чел.) - образуют пучок отрицательных линейно-зависимых векторов признаков. Совокупность признаков $x_1, x_2, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9$ можно

трактовать «потенциалом ресурсов» «зоны влияния» аэропорта. Отдельно от них стоит признак x_3 - тарифы на авиаперевозки.

Шаг 7. Даем трактовку x_2 из перечисленных:

- цена 1 тонны авиационного керосина (тыс.руб.);
- величина оборотных средств АК (млрд.руб.);
- величина активов АК (млрд.руб.);
- прирост потребительских цен (%);
- стоимость потребительской корзины.(тыс.руб.);
- средняя начислен з/пл. (тыс.руб.);
- реальные располагаемые доходы населения (%);
- численность безработных (млн.чел.);
- численность экономически активного населения (млн.чел);
- прожиточный минимум (тыс.руб.);
- численность населения с доходами ниже прожиточного \min (млн.чел.);
- объем промышленного производства (млрд.руб.).

Таблица 5.4.

Исходные данные к выполнению лабораторной работы 5

<i>Варианты 1 - 4</i>										<i>Варианты 5 - 8</i>									
x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}
1	11	131	99	25	186	19	10	90	1	96	11	31	13	25	186	19	22	30	1
15	14	142	91	23	151	22	23	86	2	87	14	32	25	23	151	22	23	30	2
27	18	154	89	27	120	25	34	78	3	76	19	34	29	27	120	25	24	29	3
38	23	168	76	33	117	29	48	67	4	69	32	88	38	33	117	29	29	28	4
47	29	177	62	37	109	32	60	57	5	57	46	97	42	37	109	32	33	27	5
49	35	168	51	41	118	35	72	46	6	46	59	105	44	41	118	35	38	26	6
38	42	154	48	45	119	40	82	35	7	37	63	112	46	45	119	40	39	25	7
27	50	142	36	49	133	43	86	24	8	29	78	121	48	49	133	43	47	24	8
19	59	131	24	53	120	45	88	13	9	18	82	129	51	53	120	45	71	27	9
3	69	122	13	55	109	50	98	10	10	11	98	133	53	55	109	50	98	29	10
<i>Варианты 9 - 12</i>										<i>Варианты 13 - 16</i>									
56	11	131	99	21	196	1	11	99	1	1	11	131	99	21	191	1	11	20	1
47	14	142	91	23	181	6	23	97	2	7	14	142	91	23	182	6	23	30	2
36	18	154	89	27	170	11	35	85	3	17	18	154	89	27	170	11	35	39	3
29	23	168	77	33	167	15	47	83	4	29	23	168	77	33	162	15	47	48	4
17	29	177	62	32	159	21	59	71	5	37	29	177	62	37	153	21	59	57	5
6	35	165	50	36	148	28	71	83	6	37	35	177	50	41	141	27	71	66	6
17	42	152	48	42	139	36	83	85	7	29	42	162	48	45	132	35	83	75	7
29	50	141	56	44	123	45	85	95	8	17	50	151	36	49	123	45	85	84	8
38	59	139	64	48	110	55	97	97	9	7	59	149	24	53	112	57	87	91	9
41	69	123	72	54	100	66	99	99	10	1	69	133	12	55	100	87	99	99	10
<i>Варианты 17 - 20</i>										<i>Варианты 21 - 24</i>									
1	11	131	99	21	191	21	11	93	1	1	11	131	99	25	196	1	11	99	1
17	14	142	91	23	182	32	23	88	2	15	14	142	91	23	161	6	23	97	2
26	18	154	89	27	170	45	35	79	3	27	18	154	89	27	120	11	35	85	3
39	23	168	77	33	162	59	47	68	4	38	23	168	77	33	117	15	47	83	4
47	29	177	62	37	153	74	59	57	5	47	29	177	62	37	109	21	59	71	5
47	35	165	50	41	141	74	71	46	6	49	35	165	50	41	119	28	71	83	6
39	42	152	48	45	132	59	83	35	7	38	42	152	48	45	123	36	83	85	7
26	50	141	36	49	123	45	85	24	8	27	50	141	56	49	133	45	85	95	8
18	59	139	24	53	112	32	87	11	9	19	59	139	64	52	125	55	97	97	9
2	69	123	12	55	101	21	99	9	10	3	69	123	72	54	110	66	99	99	10

<i>Продолжение табл.5.4.</i>																			
<i>Варианты 25 - 28</i>										<i>Варианты 29 - 32</i>									
1	11	131	13	25	186	19	22	30	1	1	10	131	99	21	191	21	12	93	1
17	14	142	25	23	151	22	23	30	2	17	14	142	91	23	182	32	22	88	2
26	19	154	29	27	120	25	24	29	3	26	18	154	89	27	170	45	35	79	3
39	32	168	38	33	117	29	29	28	4	39	23	168	77	33	162	59	47	68	4
47	46	177	42	37	109	32	33	27	5	47	29	177	62	37	153	74	58	57	5
47	59	165	44	41	118	35	38	26	6	47	35	165	50	41	141	74	73	49	6
39	63	152	46	45	119	40	39	25	7	39	42	152	45	45	132	59	83	35	7
26	78	141	48	49	133	43	47	24	8	26	50	141	36	49	123	45	85	24	8
18	82	139	51	53	120	45	71	27	9	18	58	139	23	53	111	32	87	11	9
2	98	123	53	55	109	50	98	29	10	2	67	123	11	56	101	21	99	9	10

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6

Тема: *Оптимизация облика системы массового обслуживания.*

Цели работы:

1. Выработка навыков оптимизации каналов обслуживания.
2. Запуск, отладка и тестирование программы [3,с.88].
3. Подготовка данных для оптимизации.
4. Оптимизация количества каналов обслуживания СМО.

Постановка задачи

В лаборатории технического обслуживания и ремонта оборудования N станков. В течение дня на обслуживание в среднем поступает λ заявок. Время ремонта $t_{об}$ - случайная величина.

В лабораторной работе необходимо:

1. Ввести в ЭВМ программу [3,с.88] и тестовый файл данных.
2. Отладить программу.
3. Найти оптимальный облик СМО по данным варианта табл.6.1.

Методические рекомендации

Для достижения целей лабораторной работы вычисляем:

Шаг 1. Среднее время обслуживания

$$t_{об} = \frac{1}{\mu}, \quad (6.1)$$

где μ - интенсивность обслуживания заявки одним каналом.

Шаг 2. Коэффициент загрузки канала

$$\alpha = \frac{\lambda}{\mu}, \quad (6.2)$$

где λ – интенсивность поступления заявок в СМО.

Шаг 3. Коэффициент загрузки СМО

$$\rho = \frac{\lambda}{n * \mu}, \quad (6.3)$$

где n - количество каналов обслуживания в СМО.

Шаг 4. Вероятность то, что все каналы свободны

$$P_o = \frac{1}{\sum_{k=0}^{n-1} \frac{\alpha^k}{k!} + \frac{\alpha^n}{(n-1)!(n-\alpha)}}. \quad (6.4)$$

Шаг 5. Вероятность того, что все каналы заняты

$$P_{зан} = \frac{\alpha^n P_o}{(n-1)!(n-\alpha)} \quad (6.5)$$

Шаг 6. Вероятность занятости k каналов ($k < n$)

$$P_k = \frac{\alpha^k}{k!} P_o \quad (6.6)$$

Шаг 7. Среднее число занятых каналов

$$n_{зан} = \sum_{k=1}^n k * P_k - n * P_{зан} \quad (6.7)$$

Шаг 8. Среднее число свободных каналов

$$n_{св} = n - n_{зан} \quad (6.8)$$

Шаг 9. Среднее время ожидания обслуживания

$$t_{ож} = \frac{P_{зан}}{(n-\alpha)} \quad (6.9)$$

Шаг 10. Средняя длина очереди

$$L_s = \frac{P_{зан} \alpha}{(n-\alpha)^2} \quad (6.10)$$

Шаг 11. Среднее число заявок в СМО

$$\bar{n}_3 = L_s + \frac{n * P_n}{(1 - \frac{\alpha}{n})} + P_o \sum_{k=1}^{n-1} \frac{\alpha^k}{(k-1)!} \quad (6.11)$$

Шаг 12. Среднее число свободных каналов

$$n_{св} = P_o \sum_{k=0}^{n-1} \frac{(n-k)}{k!} \alpha^k \quad (6.12)$$

Шаг 13. Суммарные затраты-потери СМО

$$C_t = C_{ож}^3 + C_{ож}^k + C_{об}^3 + C_{об}^k + C_{ух}^3 = (c_{ож}^3 L_s + c_{ож}^k n_{св} + c_{об}^3 \bar{n}_3 + c_{об}^k n + c_{ух}^3 \nu) * t \quad (6.13)$$

где $C_{ож}^3$ - потери от простоя заявки в ожидании обслуживания (ден.ед.);

$C_{ож}^k$ - потери от простоя канала в ожидании заявки (ден.ед.);

$C_{об}^3$ - затраты на обслуживание одной заявки (ден.ед.);

$C_{об}^k$ - затраты на обслуживание одного канала (ден.ед.);

$C_{ух}^3$ - потери от уходы заявки (ден.ед.);

t - продолжительность расчетного периода.

Методические рекомендации

При отображении процессов ГА методами теории массового обслуживания основными компонентами сложной системы ГА являются потоки самолетов, пассажиров, багажа, грузов и почты, именуемых термином потоки "заявок" и обслуживаемых элементами предприятий - "каналами обслуживания". ТМО оценивает параметры, характеризующие облик СМО и ее элементов, а также связи между ними. Вероятности (6.13) определяются по 6.1-6.12. Варьируя n и λ строим кривую, по которой оцениваем оптимальное число каналов СМО.

Таблица 6.1.

Исходные данные к лабораторной работе 6

Вар	n	λ	$t_{об}$	$C_{ож}^з$	$C_{ож}^к$	$C_{об}^к$	Вар	n	λ	$t_{об}$	$C_{ож}^з$	$C_{ож}^к$	$C_{об}^к$
1	3	8	2	800	14	111	17	2	12	4	878	17	145
2	2	9	3	700	13	120	18	3	15	3	920	16	131
3	4	11	1	900	12	130	19	4	13	2	810	15	233
4	5	12	4	703	14	200	20	2	12	3	730	17	145
5	3	10	2	830	16	120	21	3	16	2	650	14	167
6	1	5	3	655	15	130	22	3	212	1	785	15	155
7	7	12	4	678	17	145	23	4	8	1	675	21	166
8	4	9	5	876	13	105	24	2	11	2	570	13	153
9	6	10	2	456	18	110	25	1	7	3	800	14	132
10	5	6	3	567	13	150	26	3	9	4	920	15	141
11	3	6	1	290	12	160	27	5	12	2	520	14	174
12	2	15	2	380	11	155	28	3	10	3	680	13	180
13	6	11	2	400	12	130	29	5	12	4	720	11	135
14	7	12	3	503	14	200	30	4	7	5	800	12	132
15	4	10	2	630	16	120	31	5	9	3	920	13	141
16	3	5	4	755	15	130	32	3	12	1	620	14	174

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7

Тема: *Оптимизация загрузки самолета.*

Цели работы:

1. Выработка практических навыков расчета оптимальной загрузки ВС.
2. Запуск, отладка и тестирование программы, выдаваемой преподавателем.
3. Оценка оптимальной загрузки самолета.

Постановка задачи

Багажники ВС суммарным объемом V м³ вмещают G кг груза. На складе n партий грузов ожидают отправки $X = \{x_1, x_2 \dots x_n\}$.

Для каждой партии груза известны: вес g_i , объем v_i , доход от его перевозки d_i и важность w_i .

Необходимо определить, какие партии грузов должны быть загружены в ВС, чтобы суммарная выгода (важность) W того, что будет загружено в самолет, была бы максимальной с учетом ограничений по грузоподъемности самолета и вместимости его багажников.

В лабораторной работе необходимо:

1. Ввести в ЭВМ программу и тестовый файл данных.
2. Отладить программу.
3. Найти оптимальный облик СМО по данным варианта табл.7.1.

Методические рекомендации

Математическая модель задачи имеет вид

целевая функция
$$W = \sum_{i=1}^n w_i x_i \rightarrow \max \quad (7.1)$$

при $i=1, n$ и ограничениях

$$1. \sum_{i=1}^n g_i x_i \leq G; \quad (7.2)$$

$$2. \sum_{i=1}^n v_i x_i \leq V; \quad (7.3)$$

$$3. x_i = 1 - \text{груз загружается}; x_i = 0 - \text{груз не загружается}. \quad (7.4)$$

Для достижения целей лабораторной работы используем компьютерную программу, реализующую алгоритм ветвей и границ для решения задачи «о ранце» по данным варианта табл.7.1.

Таблица 7.1.

Исходные данные к выполнению лабораторной работы 7

Вар	V_6	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	105	g_i	3	4	13	21	23	34	11	23	11	9	10	42
		w_i	1	2	3	7	5	9	4	2	4	5	6	3
2	95	g_i	7	8	10	12	9	13	24	28	21	19	10	25
		w_i	2	7	4	2	8	3	1	5	3	8	1	7
3	80	g_i	14	23	3	14	5	23	7	21	9	20	21	12
		w_i	2	3	3	2	3	4	1	3	1	9	1	2
4	90	g_i	3	23	3	7	32	9	23	2	23	5	23	19
		w_i	5	2	1	3	9	4	2	2	2	7	3	2
5	110	g_i	1	23	12	2	38	3	13	5	32	8	11	20
		w_i	1	4	3	4	5	6	7	8	9	1	1	2
6	110	g_i	2	23	15	1	34	23	1	23	10	9	11	12
		w_i	3	6	3	7	5	9	4	2	4	5	6	3
7	100	g_i	4	7	15	2	5	2	1	15	3	2	2	2
		w_i	5	1	4	2	8	3	8	5	3	8	1	7
8	100	g_i	1	7	3	4	2	6	2	5	9	1	1	2
		w_i	9	3	3	1	3	4	1	3	1	9	1	2
9	110	g_i	12	4	11	8	13	5	7	14	2	3	13	22
		w_i	4	5	1	2	2	3	1	2	1	9	1	4
10	100	g_i	11	23	12	24	10	6	22	13	9	4	14	25
		w_i	6	3	1	2	9	3	4	8	2	9	1	5
11	115	g_i	10	24	12	2	17	23	8	12	21	8	15	23
		w_i	5	6	3	4	7	5	8	9	3	4	6	4
12	105	g_i	3	4	13	21	23	34	11	13	11	9	10	42
		w_i	1	2	3	7	5	9	4	2	4	5	6	3
13	95	g_i	13	12	11	23	9	23	14	18	11	9	20	15
		w_i	2	7	4	2	8	3	1	5	3	8	1	7
14	80	g_i	24	13	3	24	5	13	7	31	9	10	11	32
		w_i	2	3	3	2	3	4	1	3	1	9	1	2
15	90	g_i	12	13	12	7	22	9	13	2	13	5	13	29
		w_i	5	2	1	3	9	4	2	2	2	7	3	2
16	110	g_i	1	13	22	2	28	3	23	5	12	8	21	10
		w_i	1	4	3	4	5	6	7	8	9	1	1	2
17	110	g_i	2	13	25	1	14	13	1	13	20	9	21	22
		w_i	3	6	3	7	5	9	4	2	4	5	6	3
18	140	g_i	14	7	15	10	17	10	28	25	13	12	22	16
		w_i	5	1	4	2	8	3	8	5	3	8	1	7
19	100	g_i	13	14	12	13	14	15	21	22	13	14	24	13
		w_i	9	3	3	1	3	4	1	3	1	9	1	2

Продолжение табл.7.1

20	130	g_i	12	26	11	8	13	23	24	14	29	3	13	22
		w_i	4	5	1	2	2	3	1	2	1	9	1	4
21	100	g_i	11	23	12	24	10	6	22	13	9	4	14	25
		w_i	6	3	1	2	9	3	4	8	2	9	1	5
22	125	g_i	13	23	12	2	11	22	8	15	26	8	12	21
		w_i	5	6	3	4	7	5	8	9	3	4	6	4
23	100	g_i	16	22	12	24	15	6	23	17	12	4	17	19
		w_i	6	3	1	2	9	3	4	8	2	9	1	5
24	105	g_i	13	22	13	2	19	25	8	22	31	8	25	23
		w_i	5	6	3	4	7	5	8	9	3	4	6	4
25	110	g_i	1	13	22	2	28	3	23	5	12	8	21	10
		w_i	1	4	3	4	5	6	7	8	9	1	1	2
26	110	g_i	2	13	25	1	14	13	1	13	20	9	21	22
		w_i	3	6	3	7	5	9	4	2	4	5	6	3
27	140	g_i	14	7	15	10	17	10	28	25	13	12	22	16
		w_i	5	1	4	2	8	3	8	5	3	8	1	7
28	100	g_i	13	14	12	13	14	15	21	22	13	14	24	13
		w_i	9	3	3	1	3	4	1	3	1	9	1	2
29	130	g_i	12	26	11	8	13	23	24	14	29	3	13	22
		w_i	4	5	1	2	2	3	1	2	1	9	1	4
30	100	g_i	11	23	12	24	10	6	22	13	9	4	14	25
		w_i	6	3	1	2	9	3	4	8	2	9	1	5
31	125	g_i	13	23	12	2	11	22	8	15	26	8	12	21
		w_i	5	6	3	4	7	5	8	9	3	4	6	4
32	100	g_i	16	22	12	24	15	6	23	17	12	4	17	19
		w_i	6	3	1	2	9	3	4	8	2	9	1	5

ЛИТЕРАТУРА

1. Андрианов В.В. Алгоритмы методов разработки управленческих решений: учеб. издание. - М.: МГТУ ГА, 2001.
2. Андрианов В.В. Многофакторное экономико-математическое моделирование систем и процессов ГА: учеб. пособие. - М.: МГТУ ГА, 1996.
3. Андрианов В.В. Экономико-математические методы и модели. Ч II. Компьютерная реализация: учеб. пособие. - М.: МГТУ ГА, 1998.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Введение.....	3
2.	Требования к оформлению отчета о выполнении работы.....	3
3.	Порядок защиты лабораторных работ.....	3
4.	<i>Этапы выполнения лабораторной работы.....</i>	3
1.	Лабораторная работа 1 <i>Оценка закона распределения случайной величины $\{X\}$.....</i>	4
2.	Лабораторная работа 2 <i>Однофакторное регрессионное прогнозирование</i>	7
3.	Лабораторная работа 3 <i>Многофакторное регрессионное прогнозирование</i>	9
4.	Лабораторная работа 4 <i>Оптимизация использования ресурсов матричным симплекс-методом</i>	13
5.	Лабораторная работа 5 <i>Оптимальная расстановка парка на сети ВЛ.....</i>	15
6.	Лабораторная работа 6 <i>Оптимизация облика системы массового обслуживания</i>	19
7.	Лабораторная работа 7 <i>Оптимизация загрузки самолета</i>	21
	Литература.....	23