

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

В.В. Андрианов

**ПОСОБИЕ К ВЫПОЛНЕНИЮ
ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
по дисциплине
«Управленческие решения»**

**для студентов III – IV курса
специальности 08.05.07
дневного обучения**

Москва – 2007

ББК 33.07

А65

Печатается по решению редакционно-издательского совета

Московского государственного технического университета ГА

Рецензент: канд.эконом.наук, доц.Н.И.Степанова

Андрианов В.В. ПОСОБИЕ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ по дисциплине «Управленческие решения» для студентов III – IV курса специальности 08.05.07 дневного обучения.

Учебное пособие написано в соответствии с учебным планом подготовки студентов дневного обучения по специальности 08.05.07.

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры 6.03.2007 и методического совета 14.04.2007.

I. Введение

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

Дисциплина «Управленческие решения» направлена на формирование у студентов знаний о современном уровне состояния теории и практики разработки, оценки и принятия УР с использованием современных экономико-математических методов и моделей, реализуемых с помощью ЭВМ. В дисциплине изучаются принципы формулирования концептуальных постановок, алгоритмы формализации и решения управленческих задач (УЗ). В ходе изучения дисциплины осуществляется выработка практических умений и навыков ручной и компьютерной реализации алгоритмов разработки и оценки УР в процессе решения конкретных управленческих задач типовыми алгоритмами, изучаемыми в рамках данной программой. Объектом изучения в дисциплине являются методы, алгоритмы и модели, используемые при разработке, оценке и принятии УР в управленческих ситуациях (УС), возникающих в ГА. По окончании изучения дисциплины студенты должны знать:

- наиболее ценные методы формирования управленческих решений;
 - особенности их применения на воздушном транспорте,
- уметь : - сформулировать словесную постановку управленческой задачи;
- выбрать метод и алгоритм ее решения;
 - воспользовавшись 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, оптимизации численности персонала, технических средств, спецмашин, сооружений и элементов наземного комплекса. Скорость и точность решения задач ЛР обеспечиваются

программными средствами, написанными на алгоритмическом языке Turbo Pascal. Для оценки степени усвоения учебного материала по ключевым темам дисциплины используются компьютерные средства контроля знаний.

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 и модели; - условные обозначения; - схема алгоритма задачи; - исходные данные; - листинг результатов ; - выводы .

3. Порядок защиты лабораторных работ

Защита ЛР осуществляется 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 и практические навыки - в процессе выполнения ЛР.

4. Этапы выполнения лабораторной работы

В ходе выполнения лабораторных работ реализуются следующие этапы:

1. Изучение цели, постановки, модели и алгоритма решения задачи.
2. Получение у преподавателя программу и ввести 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 выполняется в ходе домашней подготовки к выполнению лабораторной работы, а этапы 2-10 - в дисплейном классе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1

Тема: Однофакторное прогнозирование

Цели работы:

1. Выработка практических навыков уравнений однофакторной регрессии.
2. Запуск, отладка и тестирование программы расчета коэффициентов и оценки адекватности уравнения однофакторной регрессии.
3. Расчет адекватной однофакторной модели и прогнозирование критического фактора по программе [4, с.66] .

Словесная постановка задачи

Авиакомпания выполняет перевозки по воздушной линии. В табл.1.1 приведены исходные данные об изменении фактора x_2 , оказывающего влияние на объем перевозок по ВЛ за 10 лет.

Задание на лабораторную работу

Для заданного варианта исходных данных необходимо :

I. Выполнить моделирование динамики фактора x_2 , оказывающего влияние на суммарный объем перевозок y с помощью однофакторных регрессионных моделей

$$y = a + b * t; \quad (1.1)$$

$$y = a * t^b; \quad (1.2)$$

$$y = a * b^t; \quad (1.3)$$

$$y = a + b * t + c * t^2; \quad (1.4)$$

2. Найти адекватную модель и спрогнозировать фактор x_2 .

Методические рекомендации

Расчетные коэффициенты a , b и c моделей (1.1 - 1.4) определяются по алгебраическим зависимостям [2] методом наименьших квадратов, минимизирующим критерий

$$K = \sum_{i=1}^n \left(y_i^{\text{факт}} - y_i^{\text{расч}} \right)^2 \rightarrow \min_{\delta}, \quad (1.5)$$

где $y_i^{\text{факт}}$ - фактические значения моделируемого показателя;

$y_i^{\text{расч}}$ - расчетные значения моделируемого показателя;

n - количество наблюдений, использованных для расчетов.

Выбор модели для прогнозирования выполняется по критерию Фишера $F_{кр}^*$

$$F_{кр}^* = \frac{\sigma_y^2}{\sigma_{ост}^2} \geq F_{[k1, k2, 1-pd]}^{табл} \quad , \quad (1.6)$$

где $\sigma_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i^{факт} - \bar{y})^2}{(n-1)}$ - дисперсия моделируемого показателя у. (1.7)

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad - \text{математическое ожидание у;} \quad (1.8)$$

$$\sigma_{ост}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i^{факт} - y_i^{расч})^2}{(n-p)} \quad - \text{остаточная дисперсия,} \quad (1.9)$$

p - число расчетных коэффициентов в модели;

$F_{[k1, k2, 1-pd]}^{табл}$ - табличное значение квантили критерия Фишера при доверительной вероятности $p_d=90\%$ и входах в табл.3 [1] : $k1=n-1$; $k2=n-p-1$.

Наиболее приемлемой является модель, если $F_{кр}^*$ максимален и $\geq F_{[k1, k2, 1-p]}^{табл}$ и все коэффициенты модели (а, в, с) значимы.

О точности модели свидетельствует критерий

$$\Delta \varepsilon = \sum_{i=1}^n \frac{|y_i^{факт} - y_i^{расч}|}{y_i^{факт}} * 100\% \leq 2\% \quad - \text{средняя ошибка аппроксимации.} \quad (1.10)$$

О нелинейности или линейности модели свидетельствуют

$$\eta = \sqrt{1 - \frac{\sigma_{ост}^2}{\sigma_y^2}} \quad (1.11) \quad \text{и} \quad r_{x,y} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1.12)$$

где η - корреляционное отношение ; $r_{x,y}$ - коэффициент парной корреляции.

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

Значимость расчетных коэффициентов модели оценивается по моделям

$$t_a^* = \frac{|a|}{\sigma_a^*} \geq t_{v,\rho}; \quad t_b^* = \frac{|b|}{\sigma_b^*} \geq t_{v,\rho}; \quad t_{ca}^* = \frac{|c|}{\sigma_c^*} \geq t_{v,\rho}; \quad (1.13)$$

$$\text{где } \sigma_a^* = \sigma_y \sqrt{\frac{n+1}{n} + \frac{\bar{x}^2}{(n-1)\sigma_x^2}}; \quad (1.14) \quad \sigma_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}; \quad (1.15)$$

$$\sigma_y^* = \sigma_{ocm} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{(n-p)}}; \quad (1.16) \quad \sigma_{b(c)}^* = \frac{\sigma_y^*}{\sigma_x p^2 \sqrt{(n+p-1)}}. \quad (1.17)$$

Исходные данные к выполнению работы – приведены в табл.1.1.

Исходные данные к выполнению лабораторной работы 1

Динамика критического фактора x_2 Таблица 1.1.

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

1	52	55	32	18	22	50	62	40	16	25	58
2	53	60	67	22	58	58	63	52	34	37	59
3	54	65	102	27	102	65	64	67	52	48	60
4	56	71	138	33	152	73	65	86	71	60	62
5	57	77	174	41	208	80	67	111	91	72	63
6	59	84	211	50	268	88	68	144	110	83	64
7	60	92	248	61	332	96	70	185	130	95	65
8	61	100	286	74	400	103	71	239	150	107	67
9	63	109	323	90	471	111	72	309	170	118	68
10	64	119	361	110	545	118	74	398	190	130	69

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2

Тема: Многофакторное 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. Расчет параметров адекватной многофакторной модели и прогнозирование объема перевозок АК с помощью программы [4,с.76].

Словесная постановка задачи

Имеются исходные данные о величинах $x_1, x_2, x_3, \dots, x_p$ за n лет, влияющих на объем авиаперевозок $y_i^{\text{факт}}$. Модель $y_i^{\text{факт}}$ имеет вид

$$y = F(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_p) = a_0 + a_1 x_1 + \dots + a_i x_i + \dots + a_p x_p, \quad (2.1)$$

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

Задание на лабораторную работу

В лабораторной работе необходимо:

1. Ввести программу в ЭВМ и создать файл исходных данных.
2. Вычислить модель вида (2.1), используя программу mn_reg.pas.
3. Оценить адекватность модели вида (2.1) и силу факторов x_1 и x_2 .
4. Сформировать прогноз объема перевозок АК.

Методические рекомендации

В классическом регрессионном анализе для расчета коэффициентов уравнения регрессии вида (1.1) используется метод

наименьших квадратов (МНК), в основу которого положен алгоритм,

$$\text{минимизирующий } K = \sum_{i=1}^n \left(y_i^{\text{факт}} - y_i^{\text{расч}} \right)^2 \rightarrow \min \quad (2.2)$$

где n - количество наблюдений исходных данных ;

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

$$B = (\bar{X}^T \bar{X})^{-1} \bar{X}^T \bar{Y} \quad , \quad (2.3)$$

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

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

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

Алгоритм МНК, решающий уравнение (1.2), имеет вид:

Шаг 1. Транспонируется матрица исходных данных \bar{X}

$$\bar{M}_1 = \bar{X}^T \quad . \quad (2.4)$$

Шаг 2. Умножается транспонированная матрица \bar{X}^T справа на матрицу

$$\bar{X} \quad \bar{M}_2 = (\bar{X}^T \bar{X}) \quad . \quad (2.5)$$

Шаг 3. Обращается матрица $(\bar{X}^T \bar{X})$

$$\bar{M}_3 = (\bar{X}^T \bar{X})^{-1} \quad . \quad (2.6)$$

Шаг 4. Умножается справа матрица \bar{M}_3 на матрицу \bar{M}_1

$$\bar{M}_4 = (\bar{X}^T \bar{X})^{-1} \bar{X}^T \quad . \quad (2.7)$$

Шаг 5. Умножается справа матрица \bar{M}_4 на вектор \bar{Y}

$$\bar{M}_5 = (\bar{X}^T \bar{X})^{-1} \bar{X}^T \bar{Y} \quad . \quad (2.8)$$

ЭВМ-программа вычисляет коэффициенты регрессии a_0, a_1 и a_2 и критерии оценки адекватности уравнения. Адекватность - понятие многоаспектное, оцениваемое совокупностью качественных и количественных критериев. Так, (2.1) адекватно, если знаки при коэффициентах a_i совпадают с физическим смыслом $y_i^{\text{факт}}$. При многофакторном регрессионном моделировании

рассматриваются варианты моделей (2.1) и отбирается адекватный вариант модели, который лучшим образом отображает особенности изменения $y_i^{факт}$.

Модель (2.1) можно считать адекватной, если имеется полное соответствие структур фактических $y_i^{факт}$ и расчетных значений $y_i^{расч}$, вычисленных по модели (2.1). Для оценки совпадения $y_i^{факт}$ и $y_i^{расч}$ используется несколько критериев оценки статистической адекватности и достоверности многофакторной модели, в число которых входят:

1. Критерий Фишера, оценивающий однородность дисперсий

$$F_{кр}^* = \frac{\sigma_y^2}{\sigma_{ост}^2} \geq F_{[k1, k2, 1-pd]}^{табл} \quad (2.9)$$

$$\sigma_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i^{факт} - \bar{y})^2}{(n-1)} \quad \text{- дисперсия показателя } y; \quad (2.10)$$

$$\text{при } \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad \text{- математическое ожидание } y; \quad (2.11)$$

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

p - количество расчетных коэффициентов в модели;

n - объем выборки;

$F_{[k1, k2, 1-pd]}^{табл}$ - 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 считается адекватным при

$$F_{кр}^* \text{ max и } \geq F_{[k1, k2, 1-p]}^{табл} \quad (2.12)$$

2. Коэффициент множественной корреляции R

$$R = \sqrt{1 - \frac{\sigma_{ост}^2}{\sigma_y^2}} \quad , \quad (2.13)$$

оценивающий гипотезу о линейности формы связи между Y и X . Гипотеза не отвергается при $R \geq 0.8$.

Значимость коэффициента R оценивается с помощью статистики

$$t_R = \frac{R}{\mu_R} = \frac{R\sqrt{n-p-1}}{1-R^2} \quad (2.14)$$

где n - объем выборки;

p - число параметров в модели;

μ_R - ошибка коэффициента R .

Коэффициент R считается значимым при

$$t_R \geq t_{q,k} \quad (2.15)$$

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

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

3. Коэффициент множественной детерминации

$$D = R^2 \quad (2.16)$$

Так, если $D = 0.87$, то факторы, включенные в модель, отображают 87% дисперсии Y , а 13% приходится на долю факторов, не включенных в модель.

4. Средняя ошибка аппроксимации

$$\Delta \varepsilon = \sum_{i=1}^n \frac{|y_i^{\text{факт}} - y_i^{\text{расч}}|}{y_i^{\text{факт}}} * 100 \% \quad (2.17)$$

Адекватной считается модель, у которого $\Delta \varepsilon \leq 2 \%$.

5. Статистические оценки значимости коэффициентов a_i

$$t_{a_i} = \frac{|a_i|}{\sigma_{\text{оцн}} \sqrt{c_{11}}} \geq t_{q,k} \quad (2.18)$$

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

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

При незначимости a_i из X надо удалить x_i с $\min t_{a_i}$ и повторить расчет a_i .

6. Критерий Дарбина-Уотсона, показывающий на наличие автокорреляции,

если $D \leq 2$.

$$D = \frac{\sum_{j=1}^n \Delta y_j \Delta y_{j+1}}{\sum_{j=1}^n y_j^2} \quad (2.19)$$

где $\Delta y_j = y_j^{\text{факт}} - y_j^{\text{расч}}$.

7. Матрица коэффициентов парной корреляции $R = \|r_{x_k, x_j}\|$,

где r_{x_k, x_j} - коэффициент парной корреляции между факторами x_k и x_j

$$r_{x_k, x_j} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{ik} - \bar{x}_k)(x_{ij} - \bar{x}_j)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{ik} - \bar{x}_k)^2 \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}} \quad (2.20)$$

Если хотя бы для одной пары x_k и x_j в матрице X коэффициент парной корреляции >0.8 , то из X необходимо удалить x_k или x_j . Уравнение адекватно, если выполняется весь комплекс качественных условий и количественных критериев, при $n \approx 6 * p$. (2.21)

Исходные данные к выполнению работы – приведены в табл.2.1.

Исходные данные к выполнению лабораторной работы 2

Таблица 2.1.

Динамика У (млн.ткм.) и критических факторов x_1 и x_2

У	-	x_1	x_2	У	-	x_1	x_2	У	-	x_1	x_2
Вариант 1				Вариант 2				Вариант 3			
401	1	6	71	213	1	10	58	210	1	30	91
405	1	8	89	234	1	12	69	220	1	32	92
409	1	10	107	256	1	13	80	240	1	35	93
412	1	12	125	265	1	14	90	260	1	37	95
417	1	14	143	287	1	13	101	270	1	36	96
421	1	16	161	294	1	12	112	280	1	34	99
467	1	23	179	305	1	11	122	294	1	33	100
?.	1	27	?.	?.	1	10	?.	?.	1	32	?.
Вариант 4				Вариант 5				Вариант 6			

211	1	32	127	412	1	35	119	331	1	48	52
222	1	34	139	424	1	44	150	344	1	46	61
233	1	36	153	436	1	46	180	357	1	44	71
245	1	38	168	448	1	48	211	369	1	42	80
255	1	36	185	450	1	46	243	382	1	40	99
267	1	34	204	462	1	49	274	393	1	38	109
278	1	32	247	475	1	52	305	408	1	34	118
?.	1	30	?.	?.	1	50	?.	?.	1	32	?.
Вариант 7				Вариант 8				Вариант 9			
202	1	24	104	412	1	20	157	412	1	19	57
204	1	25	105	424	1	20	171	424	1	24	72
208	1	26	106	434	1	19	186	438	1	27	88
213	1	27	108	446	1	19	203	443	1	29	104
216	1	27	109	454	1	20	241	456	1	31	121
221	1	26	110	466	1	19	263	461	1	29	137
233	1	25	111	478	1	19	287	472	1	27	154
?.	1	24	?.	?.	1	20	?.	?.	1	23	?.
								Продолжение табл.2.1			
Вариант 10				Вариант 11				Вариант 12			
408	1	22	66	308	1	22	97	561	1	22	155
414	1	24	77	314	1	24	99	545	1	24	169
421	1	26	89	321	1	29	102	529	1	26	185
430	1	28	100	330	1	28	104	513	1	28	201
446	1	33	112	346	1	30	106	496	1	29	219
461	1	28	123	361	1	28	110	480	1	28	239
480	1	25	134	380	1	23	113	466	1	25	261
?.	1	23	?.	?.	1	27	?.	?.	1	23	?.
Вариант 13				Вариант 14				Вариант 15			
459	1	18	83	559	1	21	71	229	1	17	84
447	1	22	117	547	1	22	79	237	1	20	86
435	1	25	153	534	1	23	87	240	1	28	87
423	1	28	190	521	1	20	94	251	1	22	88
411	1	30	228	512	1	19	102	262	1	28	90
398	1	33	267	506	1	12	110	276	1	20	92
386	1	35	307	499	1	12	117	280	1	28	94
?.	1	37	?.	?.	1	11	?.	?.	1	32	?.
Вариант 16				Вариант 17				Вариант 18			
512	1	14	34	412	1	10	168	420	1	36	85
524	1	17	48	424	1	12	219	430	1	41	94
532	1	16	57	432	1	13	272	440	1	44	103
544	1	16	68	444	1	15	326	450	1	45	111
562	1	12	81	462	1	18	382	460	1	47	120
575	1	11	96	474	1	20	440	470	1	50	129
587	1	13	114	483	1	20	499	480	1	51	137
?.	1	11	?.	?.	1	23	?.	?.	1	52	?.
Вариант 19				Вариант 20				Вариант 21			

380	1	22	75	590	1	28	60	397	1	28	174
370	1	25	77	580	1	30	72	388	1	30	218
360	1	27	78	570	1	32	85	379	1	32	262
350	1	29	79	560	1	36	102	361	1	36	307
340	1	30	81	550	1	38	121	352	1	37	352
330	1	31	82	540	1	41	144	343	1	35	397
315	1	26	83	530	1	44	171	334	1	33	442
?.	1	24	?.	?.	1	47	?.	?.	1	31	?.
Вариант 22				Вариант 23				Вариант 24			
295	1	28	119	295	1	27	56	401	1	6	71
286	1	30	129	286	1	25	57	405	1	8	77
273	1	32	139	273	1	23	59	409	1	10	84
262	1	36	149	262	1	21	60	412	1	12	92
253	1	37	158	253	1	20	61	417	1	14	100
244	1	35	178	244	1	19	63	421	1	16	109
232	1	33	187	232	1	17	64	467	1	23	119
?.	1	31	?.	?.	1	15	?.	?.	1	27	?.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3

Тема: Поиск ложной информации

Цели работы:

1. Выработка практических навыков оценки закона распределения случайной величины о определения наличия ложной информации.
2. Запуск, отладка и тестирование программы.
3. Оценка наличия ложной информации с помощью программы [4,с.45].

Словесная постановка задачи

Имеется массив $X_1=\{x_i\}$ наблюдений о временах обслуживания ВС. Необходимо оценить наличие ложной информации в $\{x_i\}$ путем оценки вида закона распределения X .

Задание на лабораторную работу

В лабораторной работе необходимо:

1. Ввести программу в ЭВМ и создать файл исходных данных.
2. Оценить закон распределения X программой fu_gas.pas.
3. Дать заключение об отсутствии или наличии ложной информации.

Методические рекомендации

Решение задачи поставленной задачи осуществляется по алгоритму:

Шаг 1. Вычислить точечную оценку математического ожидания случайной величины

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (3.1)$$

где n - объем выборки; x_i - i -е наблюдение случайной величины ($i=1, n$).

Шаг 2. Определить точечную оценку дисперсии σ_x^2

$$\sigma_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)} \quad (3.2)$$

и среднеквадратического отклонения σ_x случайной величины X .

Шаг 3. Вычислить оценки $\sigma_{\bar{x}}$ и σ_{σ}

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma_x}{\sqrt{n_i}} \quad \text{и} \quad \sigma_{\sigma} = \frac{\sigma_x}{\sqrt{2(n_i-1)}} \quad (3.2)$$

Шаг 4. Определить интервальную оценку математического ожидания \bar{x}

$$\bar{x}^u = \bar{x} \pm t_{a,k} \sigma_{\bar{x}} \quad (3.3)$$

где $t_{a,k}$ - теоретическое значение квантиля критерия Стьюдента табл.1[1]

либо как

$$t_{a,k} = 1.96 + \frac{2.4}{k} + \frac{3}{k^2} \quad (3.4)$$

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

Шаг 5. Определить количество интервалов n_n , на которое необходимо разбить статистический ряд значений случайной величины

$$n_n = 5 \log(n) \quad (3.5)$$

где n - число наблюдений случайной величины X .

Шаг 6. Вычислить размер интервала разбиения статистического ряда значений случайной величины X

$$\Delta x = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{n_u}, \quad (3.6)$$

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

Шаг 7. Определить количества попаданий значений случайной величины в каждый интервал n_i $i=1, m$;

Шаг 8. Вычислить вероятности попадания в i -й интервал $p_i^* = \frac{n_i}{n}$, (3.7)

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

Шаг 10. Определить значения функции распределения $F^*(x)$ по статистическим значениям выборки наблюдений

$$F^*(x) = \sum_{x_i < x} p_i^*, \quad (3.8)$$

Шаг 11. Вычислить значения функции плотности распределения

$$f_i^*(x) = \frac{p_i^*}{\Delta x}, \quad (3.9)$$

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

Шаг 13. Сформировать гипотезу H_0 о принадлежности выборки значений случайной величины к одному из законов распределения (табл.3.1)

Шаг 14. Для гипотетического закона распределения определить точечные оценки расчетных параметров и значений $F_T(x)$

Математические модели законов распределения Таблица 3.1.

Вид закона	Параметры	Модель $F(x)$	Модель $f(x)$
Нормальный закон	$\mu = \bar{x}$ $\sigma^2 = \sigma_x^2$	$F_T(x) = \int_{-\infty}^x f(x) dx$	$f_T(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$
Экспоненциальный закон	$\lambda = 1/\bar{x}$	$F_T(x) = 1 - e^{-\lambda x}$	$f_T(x) = \lambda e^{-\lambda x}$
Закон Пуассона	$\lambda = \sum_{i=1}^{n_i} (i * n_i) / n$	$F_T(x) = \sum_{k=0}^n \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda}$	$f_T(x) = \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda}$
Закон Эрланга	$\lambda = \mu / \sigma^2$ $k = \text{int} \left(\frac{\mu^2}{\sigma^2} \right) - 1$	$F_T(x) = 1 - P_K(x)$ $P_K(x) = \sum_{n=0}^k \frac{(\lambda x)^n}{n!} e^{-\lambda x}$	$f_T(x) = \frac{\lambda (\lambda x)^{k-1}}{(k-1)!} e^{-\lambda x}$ $K = 1, 2, \dots;$

Релея	$\sigma = \mu/1.253$	$F'(x) = 1 - e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}$	$F'(x) = 1 - e^{-\frac{x}{\sigma^2}}$
-------	----------------------	--	---------------------------------------

Шаг 19. Определить вероятности p_{Ti} попадания случайной величины v_i -й интервал, используя значения $F_{Ti}(x)$, вычисленные на этапе 18 по теор.моделям $F_{Ti}(x)$ табл.3.1 $p_{T(i)}(x) = F_{Ti}(x) - F_{T(i-1)}(x)$ (3.10)

Шаг 20. Вычислить статистическую оценку χ^2 критерия хи-квадрат Пирсона

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{n_i} \frac{(n_i - n p_{Ti})^2}{n p_{Ti}}, \quad (3.11)$$

где p_{Ti} - вероятность попадания случайной величины в i -й интервал;

n_i - общее количество интервалов;

n_i - количество попаданий в i -й интервал.

Шаг 21. Сравнить χ^2 и $\chi^2_{табл}$ (3.12)

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;

n_p - количество расчетных параметров в модели закона.

Гипотеза H_0 не отвергается при $\chi^2 \geq \chi^2_{табл}$, а при $\chi^2 \leq \chi^2_{табл}$ необходимо оценить гипотезу о другом законе.

Исходные данные к выполнению лабораторной работы 3

В ы б о р к а А /общая для всех вариантов/

54 52 52 36 53 47 54 53 51 52 35 39 51 57 54 56 47 53
46 58 56 59 55 59 43 56 31 56 46 45 53 56 34 51 41 54

В ы б о р к а С

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
40 58 52 32 57 43	57 34 36 32 62 52	46 43 66 59 64 26	31 42 45 56 45 41
30 47 30 56 47 50	56 56 31 33 41 56	49 63 57 51 47 57	59 35 53 47 41 52
54 42 58 42 59 30	43 36 42 58 64 57	37 56 40 66 30 52	37 30 66 49 31 45
45 37 40 37 49 30	46 62 49 56 63 61	53 47 28 40 42 50	58 49 42 59 58 58
59 31 42 59 40 59	57 53 54 56 40 43	31 30 38 53 31 63	56 28 34 35 40 51
59 37 51 58 51 47	64 45 31 42 50 56	65 35 27 64 35 48	46 33 54 58 32 58
Вариант 5	Вариант 6	Вариант 7	Вариант 8
58 62 59 40 54 54	51 43 62 57 63 65	50 50 58 54 54 57	53 51 36 55 67 54
55 47 65 57 47 60	53 59 57 44 50 52	35 68 51 58 51 51	34 32 50 55 59 53
36 62 52 43 54 54	58 54 56 34 54 49	44 56 33 58 68 58	31 60 57 57 59 51

35 56 56 47 58 59	52 47 49 57 59 56	59 50 48 46 54 59	49 45 59 41 38 35
64 57 33 67 59 56	53 58 59 58 58 29	57 45 39 57 30 59	53 55 57 50 55 43
53 38 59 53 67 53	40 54 57 33 52 59	50 51 47 43 52 65	57 68 57 65 38 54
Вариант 9	Вариант 10	Вариант 11	Вариант 12
52 57 51 57 55 40	50 44 50 52 42 57	43 65 55 59 60 42	64 56 43 37 50 36
51 59 56 61 60 52	51 52 41 50 36 57	58 54 53 43 56 53	58 41 41 49 43 42
52 48 56 52 46 57	58 57 30 41 54 47	64 56 55 48 31 42	57 57 57 54 37 58
48 66 56 57 51 41	37 43 54 46 48 58	53 43 42 60 59 31	42 56 57 54 37 58
54 61 52 37 49 41	47 34 49 58 53 52	52 54 41 33 49 45	36 45 39 43 58 46
41 33 56 41 47 57	66 53 56 42 54 45	66 56 52 54 47 32	48 64 39 43 58 46
Вариант 13	Вариант 14	Вариант 15	Вариант 16
43 54 55 49 51 54	66 55 52 69 51 38	37 43 54 58 68 58	57 38 57 45 58 51
50 54 55 71 59 40	33 40 39 55 55 62	46 47 53 58 38 57	54 36 32 49 56 50
40 63 55 41 60 55	58 55 50 36 45 58	42 61 33 59 58 55	39 53 60 51 48 57
49 52 59 55 42 46	31 52 36 56 56 40	54 32 40 59 59 48	37 39 51 48 57 55
55 61 43 48 36 31	51 51 51 65 39 59	58 33 32 59 53 51	61 54 65 32 56 36
54 61 67 68 55 36	35 38 63 34 51 55	28 33 32 53 59 33	59 58 65 32 56 36
Вариант 17	Вариант 18	Вариант 19	Вариант 20
43 54 44 68 35 65	32 54 51 30 54 31	31 61 60 30 56 56	55 30 34 39 30 60
36 55 43 59 54 38	49 55 26 30 54 55	53 70 56 43 51 48	56 35 39 30 60 68
57 43 62 44 34 57	37 36 44 54 64 60	61 46 67 55 43 33	51 32 54 41 48 60
63 31 64 49 57 44	32 34 61 43 54 40	59 30 54 66 35 48	37 68 39 30 60 68
32 38 39 45 42 47	64 38 67 30 62 31	53 63 58 56 33 50	33 58 54 41 48 60
44 58 56 57 35 31	48 57 49 35 59 68	53 30 54 36 51 31	57 36 49 39 46 38
Вариант 21	Вариант 22	Вариант 23	Вариант 24
44 32 59 31 53 57	50 54 37 55 54 54	40 45 33 56 55 30	59 50 32 67 57 34
54 54 58 42 43 54	60 59 59 66 66 56	57 57 33 54 45 35	31 57 50 63 66 57
61 31 36 37 40 40	34 51 38 56 50 55	30 31 34 37 56 39	38 55 56 42 41 25
66 32 28 57 55 59	48 62 50 49 60 38	46 64 65 37 49 69	36 54 42 41 25 56
30 46 61 62 51 46	63 55 55 63 50 53	56 52 58 55 58 59	51 60 65 69 57 57
32 55 61 54 58 51	54 42 34 58 41 36	67 54 45 56 41 55	38 36 69 57 57 36

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4

Тема: Оптимизация использования ресурсов

Цели работы:

1. Выработка практических навыков оптимизации использования ресурсов.
2. Запуск, отладка и тестирование программы [4,с.95].

Словесная постановка задачи

Авиаремонтное предприятие располагает n видами ресурсов в количествах b_i $i=1,n$. Расходуя имеющиеся ресурсы, предприятие может производить m видов продукции $j=1,m$. Реализация 1 единицы j -й продукции дает

предприятию c_j денежных единиц. На производство 1 единицы j -го продукта расходуется a_{ij} единиц i -го ресурса. Надо найти оптимальный план производства продукции x_j , обеспечивающий \max суммарную прибыль.

Задание на лабораторную работу

В лабораторной работе необходимо:

1. Ввести программу в ЭВМ и создать файл исходных данных.
2. Решить задачу оптимизации.

Методические рекомендации

Целевая функция задачи – максимум суммарной прибыли предприятия, имеет следующий вид $K = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_m x_m = \sum_{j=1}^m C_j x_j \rightarrow \max$ (4.1)

В процессе производства предприятие, расходуя на каждую единицу j -го вида продукции a_{ij} единиц i -го ресурса, оно не может израсходовать больше имеющегося у него запаса b_i i -го ресурса. Вышесказанное является словесным описанием ограничения задачи, математическая модель которого имеет вид

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

Вся произведенная продукция – реальна, то есть $x_j \geq 0$.

Решение задачи поставленной задачи осуществляется по алгоритму:

Этап 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.

В качестве исходных данных в программу simplex.pas вводятся :

- вектор коэффициентов целевой функции со своими знаками;
- матрица коэффициенты ϕ со своими знаками;
- вектор свободных членов A .

Этап 2. Заполнение симплекс-таблицы.

Этап 3. Оценка оптимальности опорного плана.

Этап 4. В случае не оптимальности плана поиск опорного столбца, опорной строки, опорного элемента, и преобразование симплекс таблицы алгоритмом Жордана-Гаусса. Если план не оптимален – перейти на этап 3, если план оптимален – перейти на этап 5.

Этап 5. Вывод результатов в файл simplex.txt .

Исходные данные к выполнению лабораторной работы 4 Таблица 4.1.

Вари-ант	Ресурс	Нормы расхода ресурсов a_{ij}						Запасы ресурсов b_i
		x1	x2	x3	x4	x5	x6	
1	i=1	1.0	2.0	3.0	1.0	1.2	2.0	350
	2	2.0	1.0	2.0	2.0	1.5	3.0	440
	3	1.1	2.1	3.2	3.0	1.7	1.0	560
	K ->	5.0	6.0	3.0	2.0	4.0	4.0	
Продолжение табл.4.1								
2	i=1	2.0	2.0	1.1	2.1	1.0	1.1	300
	2	3.0	3.0	4.3	4.2	1.2	3.3	400
	3	1.0	1.1	2.2	1.3	1.5	2.5	500
	K ->	2.0	3.0	1.0	3.0	5.0	3.0	
3	i=1	2.0	1.0	1.0	2.0	1.1	1.1	220
	2	2.0	2.0	1.0	2.0	1.1	1.2	330
	3	1.2	1.1	2.2	2.1	1.2	2.3	440
	K ->	2.0	1.0	2.0	4.0	1.0	2.0	
4	i=1	2.0	4.0	2.0	4.0	1.0	1.0	210
	2	2.0	3.0	3.0	3.0	1.1	5.0	230
	3	1.3	2.4	3.4	2.0	1.2	3.0	320
	K ->	3.0	4.0	2.0	1.0	3.0	6.0	
5	i=1	2.0	2.0	1.0	4.0	1.1	2.0	450
	2	3.0	1.0	2.0	2.0	1.2	3.0	540
	3	2.1	3.1	1.2	2.0	1.3	1.0	260
	K ->	2.0	3.0	4.0	2.0	5.0	2.0	
6	i=1	2.0	4.0	4.0	2.0	1.0	1.0	340
	2	1.0	3.0	3.0	3.0	1.2	2.0	350
	3	3.1	4.1	4.2	1.0	1.2	2.0	420
	K ->	2.0	3.0	2.0	3.0	5.0	2.0	
7	i=1	3.0	2.0	1.0	3.0	1.2	1.0	250
	2	3.0	2.0	2.0	2.0	2.5	2.0	440
	3	2.1	1.1	3.2	3.0	1.7	1.0	360
	K ->	3.4	2.3	3.1	1.5	1.0	2.1	
8	i=1	2.0	4.0	4.0	3.0	2.2	1.0	150
	2	2.0	3.0	1.0	2.0	0.5	2.0	240
	3	1.2	1.5	2.5	4.0	2.7	3.0	460
	K ->	2.2	2.0	1.0	3.1	2.3	1.9	
9	i=1	2.0	1.0	2.0	2.0	2.2	1.0	410
	2	3.0	2.0	3.0	3.0	2.5	2.0	330
	3	1.2	2.4	1.2	2.0	2.7	3.0	530
	K ->	3.0	4.0	2.0	3.0	2.0	1.0	

10	i=1 2 3 K ->	2.0 1.0 2.0 2.0 2.2 1.0 3.0 2.0 3.0 3.0 2.5 2.0 1.2 2.4 1.2 2.0 2.7 3.0 3.0 4.0 2.0 3.0 2.0 1.0	410 330 530
11	i=1 2 3 K ->	2.0 1.0 2.0 2.0 1.5 3.0 1.0 3.0 3.0 3.0 1.6 3.0 1.2 2.2 3.4 4.0 1.3 4.0 8.0 6.0 9.0 10.0 7.0 5.0	650 340 460
12	i=1 2 3 K ->	2.0 4.0 4.0 3.0 1.0 6.1 1.0 6.0 3.0 2.0 1.1 3.2 1.2 2.6 2.2 2.0 1.2 5.3 8.0 3.0 4.0 5.0 3.0 6.0	720 450 650
13	i=1 2 3 K ->	2.0 1.0 2.0 3.0 1.2 2.0 1.0 3.0 1.0 1.0 1.2 1.0 1.2 2.1 3.2 3.0 1.3 1.0 9.0 4.0 5.0 3.0 1.0 3.0	410 340 360
14	i=1 2 3 K ->	3.0 1.0 1.0 2.0 3.2 1.0 2.0 2.0 1.0 2.0 2.5 5.0 2.3 2.3 1.1 2.0 1.7 1.0 2.0 3.0 1.0 2.0 2.0 4.0	410 320 210
15	i=1 2 3 K ->	3.0 2.0 1.0 2.0 2.2 1.0 2.0 1.0 3.0 1.0 4.5 4.0 3.1 3.1 1.2 3.0 1.7 1.0 5.0 3.0 2.0 3.0 4.0 1.0	650 330 250
16	i=1 2 3 K ->	1.0 2.0 1.0 2.0 3.0 2.0 1.0 3.0 2.0 1.0 2.1 2.0 2.3 2.6 2.2 3.0 3.2 2.0 6.0 4.0 5.0 3.0 3.0 2.0	520 550 450
17	i=1 2 3 K ->	2.0 3.0 1.0 2.0 3.2 3.0 2.0 2.0 1.0 4.0 1.5 5.0 3.1 1.1 1.2 2.0 1.3 3.0 7.0 5.0 4.0 2.0 3.0 6.0	532 440 430
18	i=1 2 3 K ->	2.0 6.0 2.0 2.0 5.2 2.0 1.0 3.0 3.0 3.0 4.5 2.0 3.1 4.1 4.2 4.0 2.7 3.0 2.0 3.0 5.0 3.0 2.0 1.0	340 230 450
19	i=1 2 3 K ->	2.0 1.0 2.0 3.0 4.2 2.0 2.0 2.0 4.0 2.0 2.5 1.0 2.1 3.1 2.2 5.0 3.7 2.0 5.0 3.0 2.0 7.0 4.0 2.0	750 440 560
20	i=1 2 3 K ->	2.0 1.0 3.0 2.0 1.2 2.0 1.0 3.0 1.0 2.0 2.2 1.0 1.2 2.1 3.2 3.0 1.3 1.0 9.0 4.0 5.0 4.0 2.0 3.0	510 640 760
21	i=1 2 3 K ->	2.0 1.0 1.0 2.0 3.0 1.1 1.0 2.0 1.0 2.0 3.5 5.2 2.3 2.3 1.4 2.0 1.7 1.3 1.0 2.0 3.0 2.0 3.0 4.0	520 310 230
22	i=1 2 3 K ->	1.0 2.0 1.0 2.0 2.2 1.0 2.0 1.0 3.0 1.0 4.5 4.0 2.1 2.1 1.2 3.0 1.7 1.0 5.0 3.0 2.0 4.0 5.0 1.0	450 530 350
23	i=1	1.0 2.0 1.0 2.0 4.0 2.0	650

	2	1.0	3.0	2.0	1.0	2.1	2.0	350
	3	2.3	2.6	2.2	3.0	1.2	2.0	540
	K ->	6.0	4.0	3.0	3.0	2.0	2.0	
24	i=1	2.0	3.0	2.0	2.0	3.2	3.0	632
	2	2.0	2.0	1.0	4.0	2.5	5.0	540
	3	3.1	1.1	1.3	2.0	1.3	4.0	630
	K ->	7.0	5.0	3.0	3.0	2.0	4.0	

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5

Тема: Оптимизация расстановки парка ВС

Цели работы :

1. Выработка практических навыков прогнозирования спроса и оптимизации расстановки парка ВС.
2. Запуск, отладка и тестирование программ.
3. Подготовка данных для оптимизации расстановки парка ВС.
4. Оптимизация расстановки парка ВС.

Словесная постановка задачи

Авиакомпания осуществляет перевозки по m ВЛ $j=1,m$. Для осуществления перевозок может быть задействовано не более 4-х типов самолетов ($n \leq 4$) из списка, приведенного в табл.5.2. Для ВЛ, обслуживаемых предприятием, известна статистика об объемах перевозок за 8 последних лет по каждой ВЛ. Для каждого i -го $i=1,n$ типа ВС известны технико-экономические параметры. Необходимо сформировать оптимальный парк ВС и оптимально расставить его на заданном множестве ВЛ.

Задание на лабораторную работу

В лабораторной работе необходимо:

1. Спрогнозировать объемы перевозок по каждой ВЛ b_j .
2. Подобрать наилучший тип ВС для каждой ВЛ.
3. Определить значения себестоимости перевозки 1 ткм на i -м типе ВС по j -й ВЛ - c_{ij} . для каждого выбранного типа ВС на каждой заданной ВЛ.
4. Сформировать оптимальный целочисленный парк ВС для заданной сети ВЛ и прогнозные значения объемов перевозок на i -м типе ВС a_i .
5. Найти оптимальную расстановку парка ВС по ВЛ.

Методические рекомендации

Экономико-математическая модель задачи имеет вид: необходимо найти x_{ij} - плановые объемы перевозок на i -м типе ВС по j -й ВЛ (млн. ткм), обеспечивающие минимум K - суммарных транспортных расходов парка ВС

$$K = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min, \quad (5.1)$$

где n - количество типов ВС ;

m - количество ВЛ;

c_{ij} - себестоимости перевозок 1 ткм на i -м типе ВС по j -й ВЛ ;

и выполняющие следующие условия :

$$1. \sum_{j=1}^m x_{ij} = a_i - \text{для } j = 1, m - \text{выполнение плана перевозок на } i\text{-м типе ВС}; \quad (5.2)$$

$$2. \sum_{i=1}^n x_{ij} = b_j - \text{для } I=1, n - \text{выполнение плана перевозок по } j\text{-й ВЛ}; \quad (5.3)$$

$$3. \sum_j b_j = \sum_i a_i - \text{баланс спроса и потенциала парка ВС}. \quad (5.4)$$

$$4. x_{ij} \geq 0 \text{ для всех } i \text{ и } j. \quad (5.5)$$

Решение задачи осуществляется в табл.5.1 и состоит из этапов, в ходе реализации которых последовательно определяются:

- прогнозы b_j по каждой ВЛ;
- суммы $\sum v_j$;
- типы ВС _{j} , дающие $\min C_{ij}$;
- типы ВС _{i} , отобранные в парк ВС;
- себестоимости C_{ij} для отобранных типов ВС _{i} ;
- дробные количества ВС каждого i -го отобранного типа ВС _{i} ;
- целые количества ВС каждого i -го отобранного типа ВС _{i} ;
- варианты целочисленных парков ВС, обеспечивающие выполнение заданного объема перевозок $\sum v_j$.
- $x_{ij} \geq 0$ - планы расстановок ВС i -го типа по j -м ВЛ;
- парк ВС, обеспечивающий минимум расходов на выполнение всего объема перевозок $\sum v_j$.

Алгоритм решения задач лабораторной работы

1. По номеру варианта из табл.5.1 выписать номера 6-ти ВЛ, из табл.5.2 - их дальности (км), и из табл.5.3 - объемы перевозок в млн. ткм. по годам за 8 лет.

2. Выполнить однофакторное моделирование и прогнозирование объемов перевозок (v_j) по каждой ВЛ ($j=1,6$) с помощью программы `mono_reg.pas`.

3. Нарисовать табл. 5.1.

4. Записать в табл.1 прогнозы b_j по каждой ВЛ.

5. Вычислить суммы $\Sigma v_j = v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + v_5 + v_6$.

6. Для каждой j -й ВЛ, введя в программу `seb_44.exe` ее дальность $L_{ВЛ}$, найти все C_{ij} и найти тип BC_j , дающий $\min C_{ij}$ расходы на дальности L_j .

7. Под каждой j -й ВЛ в табл.5.1. записать тип BC , дающий $\min C_{ij}$.

8. Отобрать из строки (Тип BC_j) по одному разу неодинаковые типы BC и записать в табл.5.1. в столбец (Типы BC_i).

9. Рассчитать количество рейсов и BC , необходимых для выполнения плана перевозок и заполнить табл.5.1., разработав несколько вариантов парка BC .

Для каждого типа BC необходимо найти плановые годовые объемы перевозок a_i и записать их в табл.5.1, балансируя величину Σv_j с объемом перевозок на всех типах $BC \Sigma a_i$. Рассмотрим пример, приведенный в табл.5.1.

Таблица расстановки парка BC

Таблица 5.1.

Типы BC_i	ВЛ 1	ВЛ 2	ВЛ3	ВЛ4	ВЛ 5	ВЛ 6	A^1 (a_i) МЛН.ТКМ
ИЛ-96 300	$C_{11}=13$	$C_{12}=14$	$C_{13}=15$	$C_{14}=16$	$C_{15}=16$	$C_{16}=13$	$a_1=293$
ТУ- 204М	$C_{21}=95$	$C_{22}=13$	$C_{23}=13$	$C_{24}=13$	$C_{25}=13$	$C_{26}=17$	$a_2=482+7$
ТУ-334	$C_{31}=100$	$C_{32}=16$	$C_{33}=15$	$C_{34}=14$	$C_{35}=13$	$C_{36}=22$	$a_3=588$
ТУ-214	$C_{41}=60$	$C_{42}=11$	$C_{43}=12$	$C_{44}=13$	$C_{45}=13$	$C_{46}=13$	$a_4=425$
Прогноз млн.ткм	$v_1=293$	$v_2=225$	$v_3=300$	$v_4=200$	$v_5=370$	$v_6=407$	$1788+7\Sigma$ $Q_{Г} = 1795$
$L_{ВЛ}$ (км)	$L_1=8000$	$L_2=3000$	$L_3=2500$	$L_4=2000$	$L_5=1500$	$L_6=4500$	
Тип BC_j	ИЛ-96- 300	ТУ- 204М	ТУ- 204М	ТУ-334	ТУ-334	ТУ-214	

Определение величин a_i – осуществляется следующим образом: для ВЛ протяженностью 8000 км известен прогноз объема перевозок на расчетный

период $b = 293$ млн.ткм. Выбираем для данной ВЛ самолеты типа ИЛ-96-300. В табл. 5.2 находим рейсовую скорость ИЛ-96-300=850 км/час и

вычисляем: - время выполнения рейса $t_p = \frac{8000}{870} = 9.2$ ч.

Техническо-экономические характеристики ВС **Таблица 5.2**

Тип ВС	А эк/ч	Нг	Аг	Свс	Гто	Гкмх	Gklm	Veко	Нкр	Тпод	Vp
	ткм/ч	ч	млн. ткм	Млн \$	т/ч	т	т	км/ч	шт.	ч.	км/ч
Ил-96-300м	34000	4200	142.8	45	7.7	40.0	20.0	850	300	2.0	870
Ту-214	20000	4250	85.0	30	5.0	25.2	20.0	850	210	2.0	850
Ту-204М	17200	2800	48.2	28	4.2	21.0	13.0	810	214	1.0	840
Ту-334	10000	2800	28.0	25	2.0	9.0	3.0	800	100	1.0	820
Ил-114	2820	2000	5.6	10	1.2	6.0	1.5	470	64	1.0	500

- производительность полета ВС за рейс $A_p = 9.2 * 34\ 000 = 312644$ ткм.

- общее количество рейсов, необходимых для выполнения 293 млн.ткм.

$$N_p = \frac{293 * 10^6}{312644} = 937.2 \text{ рейсов.}$$

- суммарный годовой налет

$$H^r = 937 * 9.2 = 8620.4 \text{ ч.}$$

- потребное количество самолетов для выполнения $b = 293$ млн.ткм.

$$N_{bc} = \frac{8620.4}{4300} = 2.0.$$

- годовая производительность 2 самолетов

$$A^r = 2 * 34000 * 4300 = 285.6 * 10^6 \text{ ткм} = 292.4 \text{ млн.ткм.}$$

Аналогичные расчеты выполняются для всех типов ВС, результаты которых позволяют заполнить табл. 5.3.

Формирование вариантов парка ВС **Таблица 5.3**

Тип ВС	Qг	Ач	Нг	Qг	Nвс дроб	Nвс цел	Парк 1	Парк 2	Парк 3	Парк 4
	млн.т км	ткм/ч	час	млн.т км	шт.	шт.	шт.	шт.	шт.	шт.
ИЛ-96 300	293	34000	4300	146.2	2.00	2	2 293	2 293	2 293	2 293
ТУ-204М	525	17200	2800	48.2	10.8	10-11	10 482	10 482	11 530	11 530
ТУ-334	570	10000	2800	28.0	20.36	20-21	21 588	21 588	21 588	20 560
ТУ-	407	20000	4250	85.0	4.79	4-5	4	5	5	5

214							340	425	340	425	
						Итого	$\Sigma Q_{г}$	1703	1788	1751	1808
						-	Δ	-92	-7	-44	+13

Наименьшее отклонение от прогнозного объема 1795 млн.ткм. дает 2-й вариант парка ВС ($\Delta=1788-1795=-7$). Анализ табл.5.3 показывает, что выявленная разность может быть записана на счет самолета ТУ-214, что составляет 7/10 млн.ткм дополнительной работы, которая потребует дополнительного налета в 40.66 часов на каждый самолет

$$2800 \setminus 48.2 = x \setminus 0.7, \text{ откуда } x = 2800 * 0.7 \setminus 48.2 = 40.66 \text{ час.}$$

или $40.66 \setminus 2800 \setminus 100 = 1.45 \%$ от годового налета, что вполне приемлемо и может быть выполнено каждым из 10 самолетов.

10. Используя табл.5.4 найти все C_{ij} для всех типов ВС на всех ВЛ и вписать их в табл.5.1.

Себестоимость перевозки 1 ткм (руб/ткм) Таблица 5.4.

Тыс. км	0.5	1	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
Ту-334	15	13	13	14	15	16	16	17	22	100	200	300	400	500	600	700
Ту-154м	17	13	13	13	12	12	12	13	20	50	100	200	300	400	500	600
Ту-204м	16	13	13	13	13	13	13	13	17	100	200	300	400	500	600	700
Ту-214	17	13	13	13	12	11	11	11	13	15	19	24	27	100	200	300
Ил-96 300	21	16	16	16	15	14	14	13	13	13	13	13	13	12	12	13

11. Обеспечить баланс потенциала парка и плана объема работы парка на ВЛ.

12. Ввести данные табл.5.1. в ЭВМ и решить задачу оптимизации расстановки парка ВС.

Исходные данные к лабораторной работе 5

Номера воздушных линий

Таблица 5.5.

Вариант	N ВЛ						Вариант	N ВЛ					
1	2	12	21	3	24	10	13	17	23	19	6	7	10
2	1	3	26	4	23	9	14	11	1	21	5	17	6
3	2	4	23	5	21	8	15	2	12	24	4	27	9
4	13	5	24	6	20	7	16	24	4	17	3	30	11
5	24	6	1	7	19	6	17	11	13	22	2	8	30

6	10	7	2	8	18	5	18	22	15	28	1	3	7
7	3	11	12	9	8	30	19	23	3	25	13	4	19
8	2	13	10	11	7	29	20	30	6	5	24	16	18
9	14	15	13	2	6	28	21	24	9	4	15	17	7
10	5	16	14	1	5	27	22	29	12	3	17	23	6
11	21	23	18	20	4	26	23	23	21	2	21	22	5
12	16	29	26	27	3	25	24	27	23	1	20	30	4

Протяженности ВЛ (км) Таблица 5.6.

Вариант	ВЛ 1	ВЛ 2	ВЛ 3	ВЛ 4	ВЛ 5	ВЛ 6
1	1230	3200	4500	2355	6200	16291
2	2120	3520	1520	8120	3120	16520
3	2300	4300	8300	6300	4200	13300
4	1450	2750	8750	5250	2450	13750
5	2700	8200	4200	3400	6200	11200
6	3230	2330	5130	1530	7330	14330
7	4120	6420	2420	1320	4120	12420
8	7450	2250	2250	7450	3950	11250
9	1300	3300	3300	2500	8400	11300
10	2400	1400	4400	3600	8300	14400
11	1700	2500	2500	4100	8200	12500
12	2230	4730	1730	5230	7330	12730
13	3120	1520	1420	6320	8320	14420
14	6000	5200	3200	2400	7200	12200
15	7200	2400	1400	8500	3600	11800
16	8400	7400	3400	2600	1300	13400
17	5700	7500	6500	3100	1200	12500
18	6230	1730	8730	4230	2330	13730
19	3120	3520	3420	1320	8320	14420
20	4000	8200	1200	5400	1200	13200
21	3200	5400	4400	1500	3600	12800
22	4400	8400	1400	3600	2300	12400
23	5700	3500	1500	4100	1200	18500
24	3230	4730	1730	4230	2330	12730

Динамика объемов перевозок по ВЛ Таблица 5.7.

ВЛ	Год 1	Год 2	Год 3	Год 4	Год 5	Год 6	Год 7	Год 8	Год 9
1	140	147	152	163	175	181	185	188	?.
2	100	123	128	136	148	153	160	172	?.
3	60	70	79	88	96	105	109	116	?.
4	42	50	57	63	72	80	90	98	?.
5	61	66	71	77	82	85	90	95	?.
6	130	139	148	156	167	177	190	201	?.
7	115	120	129	135	147	158	167	177	?.

8	90	100	113	121	135	142	150	163	..?
9	100	111	122	135	144	153	167	172	..?
10	77	83	88	95	100	109	114	121	..?
11	140	147	152	163	175	180	190	202	..?
12	220	225	229	233	240	251	264	275	..?
13	50	62	69	77	85	92	103	111	..?
14	142	150	157	165	174	182	190	199	..?
15	261	266	271	278	283	289	294	302	..?
16	130	139	144	152	166	175	183	194	..?
17	215	220	228	233	242	249	251	257	..?
18	190	205	220	233	241	252	260	271	..?
19	40	51	52	63	74	85	96	111	..?
20	177	183	190	197	204	210	217	222	..?
21	75	77	83	88	93	99	108	112	..?
22	210	217	212	219	223	229	234	238	..?
23	130	132	135	139	143	146	150	155	..?
24	120	130	139	142	151	160	170	180	..?
25	72	75	77	83	88	95	101	111	..?
26	141	146	151	157	160	165	170	175	..?
27	210	219	227	235	241	248	255	261	..?
28	80	88	95	103	113	120	126	133	..?
29	91	114	125	135	142	151	159	163	..?
30	100	107	113	121	129	136	143	152	..?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6

Тема: Оптимизация облика объекта управления

Цели работы:

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

Словесная постановка задачи

Лаборатория по техническому обслуживанию и ремонту (ТО и Р) радиоэлектронного оборудования (РЭО) имеет N станций. В течение рабочего дня на обслуживание в лабораторию в среднем поступает λ единиц оборудования. Статистический анализ потока заявок, поступающих на обслуживание в лабораторию, показывает, что его можно считать

пуассоновским. Время на проведение ремонта $t_{об}$ зависит от многих факторов и является случайной величиной.

Задание на лабораторную работу

В лабораторной работе необходимо:

1. По номеру варианта задания из табл.6.1 составить файл исходных данных.

2. Вычислить:

- среднее время обслуживания $t_{об} = 1 / \mu$ (6.1)

где μ - интенсивность обслуживания заявки одним каналом;

- коэффициент загрузки канала $\alpha = \lambda / \mu$, (6.2)

где λ – интенсивность поступления заявок в СМО;

- коэффициент загрузки СМО $\rho = \lambda / (n * \mu)$, (6.3)

где n - количество каналов обслуживания в СМО;

- вероятность того, что все станды свободны в момент прибытия заявки

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^{n-1} \frac{\alpha^k}{k!} + \frac{\alpha^n}{(n-1)(n-\alpha)}} \quad (6.4)$$

- вероятность того, что все станды заняты

$$P_{зан} = \frac{\alpha^n P_0}{(n-1)(n-\alpha)} \quad (6.5)$$

- вероятность занятости k каналов ($k < n$) $p_k = \frac{\alpha^k}{k!} P_0$ (6.6)

- среднее количество занятых каналов $n_{зан} = \left(\sum_{k=1}^n k * p_k - n * p_{зан} \right)$ (6.7)

- среднее число свободных каналов $n_{св} = n - n_{зан}$ (6.8)

- среднее время ожидания начала обслуживания каждого прибора

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

- среднюю длину очереди

$$l_s = \frac{p_{зан}^* \alpha}{(n - \alpha)^2} \quad (6.10)$$

- среднее количество заявок, находящихся в СМО

$$\bar{n}_s = l_s + \frac{n^* p_n}{\left(1 - \frac{\alpha}{n}\right)} + p_o \sum_{k=1}^{n-1} \frac{\alpha^k}{(k-1)!} \quad (6.11)$$

- среднее количество свободных каналов

$$s_o = p_o \sum_{k=0}^{n-1} \frac{(n-k)}{k!} \alpha^k \quad (6.12)$$

- суммарные затраты-потери СМО

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

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

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

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

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

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

- t - продолжительность расчетного периода.

- оптимальное количество станков $n_{опт}$.

Методические рекомендации

При моделировании производственных 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, именуемых термином "каналы обслуживания". Математический аппарат ТМО обеспечивает определение количественных оценок параметров, характеризующих облик СМО и ее элементов, а также взаимосвязи между ними. Вероятности зависимости (6.13) определяются по формулам 6.1-6.12. Варьируя количество каналов n и интенсивность поступления заявок в систему λ , а также другие параметры, входящие в (6.13), можно построить семейства кривых, на основании которых и определяется оптимальное количество каналов в СМО.

Исходные данные к выполнению лабораторной работы 6 Таблица 6.1.

Var	n	λ	$t_{об}$	$C_{ож}^3$	$C_{ож}^K$	$C_{об}^K$		Var	n	λ	$t_{об}$	$C_{ож}^3$	$C_{ож}^K$	$C_{об}^K$
1	3	8	2	800	14	111		13	3	15	3	920	16	131
2	2	9	3	700	13	120		14	4	13	2	810	15	233
3	4	11	1	900	12	130		15	2	12	3	730	17	145
4	5	12	4	703	14	200		16	3	16	2	650	14	167
5	3	10	2	830	16	120		17	3	212	1	785	15	155
6	1	5	3	655	15	130		18	4	8	1	675	61	166
7	7	12	4	678	17	145		19	2	11	2	570	13	153
8	4	9	5	876	13	105		20	1	7	3	800	14	132
9	6	10	2	456	18	110		21	3	9	4	920	15	141
10	5	6	3	567	13	150		22	5	12	2	920	14	174
11	3	6	1	690	12	160		23	3	10	3	780	13	180
12	2	15	2	780	11	155		24	5	12	4	820	12	135

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7

Тема: Оптимальная загрузка самолета

Цели работы:

1. Выработка практических навыков поиска оптимальной загрузки самолета.
2. Запуск, отладка и тестирование программы.
3. Оценка оптимальной загрузки самолета.

Словесная 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 погружены в ВС, чтобы суммарная важность W того, что будет загружено, было бы максимальной с учетом ограничений.

Задание на лабораторную работу

В лабораторной работе необходимо:

1. Ввести программу в ЭВМ и создать файл исходных данных.
2. Решить задачу оптимальной загрузки самолета.

Методические рекомендации

Математическая модель задачи имеет вид :

$$\text{целевая функция} \quad W = \sum w_i^* x_i \rightarrow \max \quad i=1,n; \quad (7.1)$$

при ограничениях

$$1) \sum_i g_i^* x_i \leq G ; 2) \sum_i v_i^* x_i \leq V ; 2) \quad x_i = 1 \text{ - загружается; } x_i = 0 \text{ - нет.}$$

Исходные данные к выполнению лабораторной работы 7 Таблица 7.1.

Var	Vб	-	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
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

СО Д Е Р Ж А Н И Е

1. Введение	2
2. Требования к оформлению отчета о выполнении работы	3
3. Порядок защиты лабораторных работ	3
4. Этапы выполнения лабораторной работы	3
5. Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1 Однофакторное прогнозирование	4
Исходные данные к выполнению лабораторной работы 1	7
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2 Многофакторное прогнозирование	8
Исходные данные к выполнению лабораторной работы 2	12
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3 Поиск ложной информации	14
Исходные данные к выполнению лабораторной работы 3	17
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4 Оптимизация использования ресурсов ...	18
Исходные данные к выполнению лабораторной работы 4	19
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5 Оптимизация расстановки парка ВС	21
Исходные данные к выполнению лабораторной работы 5	26
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6 Оптимизация облика объекта управления	28
Исходные данные к выполнению лабораторной работы 6	30

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7 Оптимальная загрузка самолета.....	31
Исходные данные к выполнению лабораторной работы 6	31
Литература	33

ЛИТЕРАТУРА

1. Андрианов В.В. Алгоритмы методов разработки управленческих решений. Учебное издание. - М.: МГТУ ГА, 2001. - 124 с.
2. Андрианов В.В. Многофакторное экономико-математическое моделирование систем и процессов ГА: Уч. пос. - М. :МГТУ ГА, 1996. - 104с.
3. Андрианов В.В. Экономико-математические методы и модели. Часть I: Учебное пособие - М.: МИИГА, 1993. - 137 с.
4. Андрианов В.В. Экономико-математические методы и модели. Часть II. Компьютерная реализация: Учебное пособие. - М.: МГТУ ГА, 1998. - 104с.