МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

С.В.Петрунин

ПОСОБИЕ
к выполнению лабораторных работ
по дисциплине
«ЛОГИСТИКА»
для студентов 4 курса
специальности ***080507***

Москва 2007 г.

Руководство к выполнению лабораторной работы № 1.
«Распределение налета между ВС при наличии простоев»

Задача ставится следующим образом: для 7 самолетов Ту-154 в авиапредприятии задан полугодовой налёт каждого самолёта и месячный налёт всего парка. Следует определить налёт каждого самолёта в каждый месяц, если известно, что отдельные ВС в некоторые месяцы не используются. Исходные данные приведены в приложении. Результаты работы свести в итоговую таблицу.

Поставленную задачу можно сформулировать следующим образом: найти ежемесячный налёт каждого самолёта, если известны месячные налёты всего парка ВС, состоящего из 7 самолётов, и полугодовой налёт каждого самолёта. Кроме того, известно, что k-й самолёт в p-й месяц не летает. Математически это можно записать так:

$$\sum_j x_{ij} = a_i\,, \qquad i = 1{,}7,$$

$$\sum_i x_{ij} = b_j\,, \qquad j = 1{,}6\,,$$

$$x_{kp} = 0\,,$$

где: x_{ij} - налёт часов i-ого ВС в j-й месяц,

a_i - полугодовой налёт i-ого ВС,

b_j - налёт всего парка ВС в j-й месяц.

Ограничения данной задачи полностью соответствуют ограничениям транспортной задачи. Необходимым и достаточным условием разрешимости данной задачи является требование:

$$\sum_i a_i = \sum_j b_j = A.$$

Существует множество решений поставленной задачи. Но желательно найти решение, удовлетворяющее условию устойчивости. Таким решением является следующее:

$$x_{ij} = a_i b_j / A = D_i Q_j , \qquad (1)$$

где $D_i = a_i / \sqrt{A}$, $Q_j = b_j / \sqrt{A}$. (2)

Определить все x_{ij} не составляло бы труда, если бы не было ограничения $x_{kp} = 0$. Для определения D_k и Q_p соотношения (2) не годятся, но эти величины можно определить из уравнений:

$$D_k^{m+1} = (a_k + D_k^m Q_p^m) / \sqrt{A + D_k^m Q_p^m} ,$$

$$Q_p^{m+1} = (b_p + D_k^m Q_p^m) / \sqrt{A + D_k^m Q_p^m} .$$

Здесь индекс **m** означает номер итерации, а решение каждого уравнения системы находится в процессе итераций. Уравнения решаются итерационным методом. Процесс начинается с нулевого приближения, для которого

$$D_k = a_k / \sqrt{A} , \; Q_p = b_p / \sqrt{A} .$$

Процесс продолжается до тех пор, пока каждая из переменных на некотором шаге будет отличаться от своего значения на предыдущем шаге менее, чем на десятую долю процента. После определения D_k и Q_p остальные коэффициенты D_i и Q_j определяются из выражений:

$$D_i = a_i / \sqrt{A + D_k Q_p} , \; Q_p = b_p / \sqrt{A + D_k Q_p} .$$

(<u>Внимание:</u> именно остальные, а не уже определённые D_k , Q_p). Затем по (1) находится налёт каждого ВС в каждый месяц. (Не забыть, что $x_{kp}=0$). Убедиться в правильности решения можно, сложив налёт по строке и столбцу. Сумма налёта по i-ой строке должна быть равна a_i , а по j-ому столбцу - b_j . В качестве инструмента проведения работы используются средства Excel Microsoft Office.

Последовательность проведения работы такова:

1. Студент должен внимательно ознакомиться с требованиями и исходными данными задачи. Вариант выполняемой работы равен сумме двух последних цифр номера зачетной книжки. Если эта сумма равна нулю, то студент выбирает вариант 19.
2. Для разрешимости задачи необходимо, чтобы выполнялось условие $\sum_i a_i = \sum_j b_j$ = A. Его можно получить коррекцией любого a_i.
3. Войдя в Excel, занести в рабочее поле исходные данные (желательно, в строку налет парка за месяц, в столбец - полугодовые налеты ВС, табл. 1.).
4. Расчет (в данной работе для двух D_i и двух Q_j) проводится в итерационном режиме. Сначала находят значения D и Q в нулевом приближении: $D_k^0 = a_k / \sqrt{A}$, $D_m^0 = a_m / \sqrt{A}$, $Q_p^0 = b_p / \sqrt{A}$, $Q_r^0 = b_r / \sqrt{A}$.
5. Эти величины нужно записать в одной строке. В этой же строке должно быть сосчитано выражение $\sqrt{A + D_k * Q_p + D_m * Q_r}$
6. Дальнейшие итерации для любой величины должны быть найдены в том же столбце, т.е. D_k^s или D_k s-ой итерации должно быть в том же столбце, что и D_k^0. Расчеты для величин D и Q проводятся по следующим формулам:

$$D_k^s = (a_k + D_k^{s-1} * Q_p^{s-1}) / \sqrt{A + D_k^{s-1} * Q_p^{s-1} + D_m^{s-1} * Q_r^{s-1}}$$
$$Q_p^s = (b_p + D_k^{s-1} * Q_p^{s-1}) / \sqrt{A + D_k^{s-1} * Q_p^{s-1} + D_m^{s-1} * Q_r^{s-1}} \ .$$

Величины, которые не меняются в расчетах, такие как *A,* a_k, a_m, b_p, b_r, должны быть записаны с помощью знака $. Для данных табл. 1 рассчитаны величины D и Q (табл. 2).

7. Расчет прекращается, когда разница между соответствующими переменными не станет меньше 0,0001. Остальные коэффициенты определяются из выражений $D_v = a_v / \sqrt{A + D_k * Q_p + D_m * Q_r}$,

$Q_w = b_m / \sqrt{A + D_k * Q_p + D_m * Q_r}$. Еще раз подчеркнем, остальные коэффициенты, а не те, которые найдены в итерационном цикле (последние отмечены жирным шрифтом в табл. 3, которая приводит расчет всех коэффициентов).

8. По определенным коэффициентам определяется налет каждого самолета в каждый месяц. Следует помнить, что *к*-й самолет в *p*-й месяц и *m*-й ВС в *r*-й месяц не используются. (табл. 4.) Видно, что точность проведенных расчетов велика. Такой же результат должен быть у студентов, выполняющих эту работу.
9. С помощью «Мастера диаграмм» Excel студент должен построить номограмму налета для 7 самолетов (пример приведен на рис. 1).

Таблица 1

	1400	1400	1500	1500	1600	1600	9000
1090							
1310							
1415							
1585							
1100							
1200							
1300							
9000							

Таблица 2

D4	**Q4**	**D6**	**Q1**
16,70737	15,81139	12,64911	14,7573
19,02134	18,14699	14,26386	16,32115
19,72245	18,85392	14,64028	16,68386
19,95524	19,08844	14,72803	16,76757
20,03547	19,1692	14,74652	16,7848
20,0637	19,1976	14,74942	16,78731
20,07377	19,20772	14,74938	16,78715
20,0774	19,21137	14,74905	16,78677
20,07872	19,2127	14,74883	16,78654
20,07921	19,21318	14,74873	16,78643
20,07938	19,21336	14,74868	16,78638
20,07945	19,21342	14,74866	16,78636
20,07947	19,21345	14,74865	16,78635
20,07948	19,21346	14,74865	16,78635
20,07948	19,21346	14,74865	16,78635

Таблица 3

	16,78635	14,26392	15,28277	**19,21346**	16,30162	16,30162
11,10548						
13,34695						
14,41675						
20,07948						
11,20736						
14,74865						
13,24507						

Таблица 4

	1 месяц	2 месяц	3 месяц	4 месяц	5 месяц	6 месяц	
ВС 1	186,42	158,41	169,72	213,37	181,04	181,04	1090
ВС 2	224,05	190,38	203,98	256,44	217,58	217,58	1310
ВС 3	242,00	205,64	220,33	277,00	235,02	235,02	1415
ВС 4	337,06	286,41	306,87	**0,00**	327,33	327,33	1585
ВС 5	188,13	159,86	171,28	215,33	182,70	182,70	1100
ВС 6	**0,00**	210,37	225,40	283,37	240,43	240,43	1200
ВС 7	222,34	188,93	202,42	254,48	215,92	215,92	1300
	1400	1400	1500	1500	1600	1600	9000

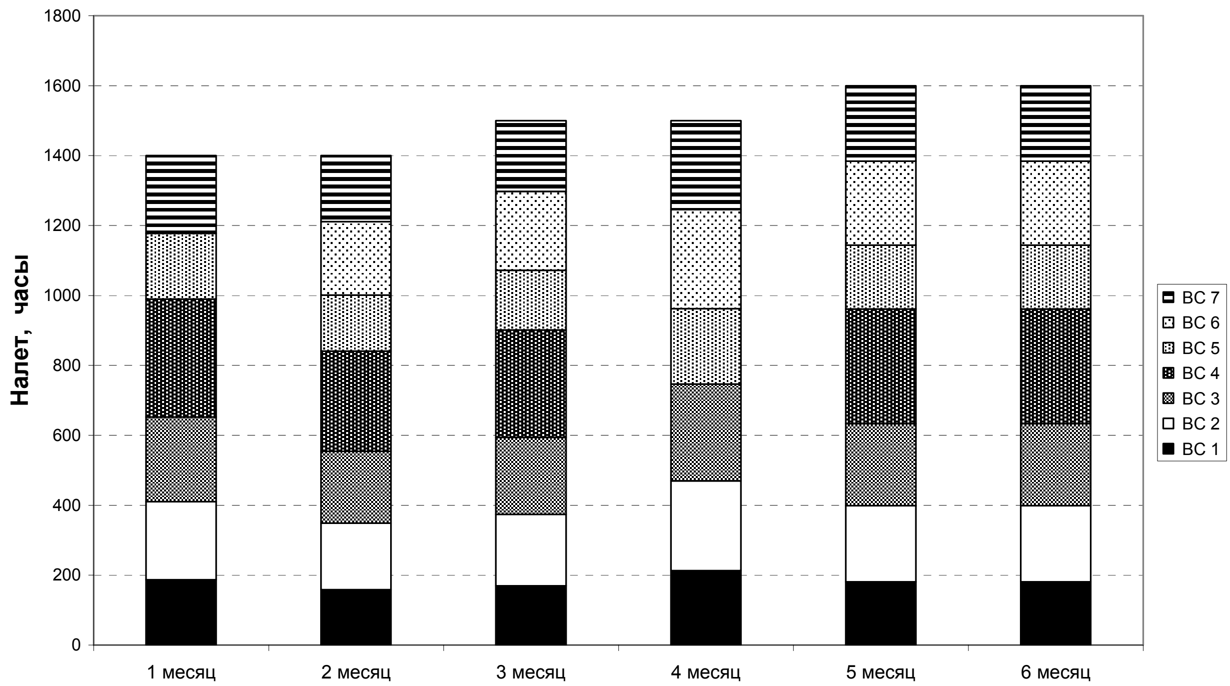

Рис. 1. Распределение налета между ВС по месяцам

Руководство к выполнению лабораторной работы № 2. «Определение местонахождения склада»

Одна из фундаментальных задач логистики - задача об оптимальном расположении склада – может быть сформулирована так: имеется торговая сеть, состоящая из ***n*** магазинов, для которых должен быть построен склад.

Известны:

- координаты нахождения всех магазинов (x_i , y_i),
- потребности каждого магазина в товарах - w_i.

Необходимо определить координаты склада, обеспечивающего потребности магазинов. Его расположение должно удовлетворять минимуму суммарных расходов на перевозку.

По условию задачи расходы на перевозку прямо пропорциональны расстоянию и количеству перевозимого груза. Поэтому целевую функцию следует представить в виде:

$$Z = \sum_{i=1}^{n} \omega_i l_i \to \min$$

или при вводе координат магазинов и склада

$$Z = \sum_{i=1}^{n} \omega_i \sqrt{(a - x_i)^2 + (b - y_i)^2} \ ,$$

где:

a - искомая абсцисса склада,

b - искомая ордината склада,

x_i - заданная абсцисса i-ого магазина,

y_i - заданная ордината i-ого магазина.

Так как дополнительных ограничений в этой постановке нет, достаточно определить минимум этой функции. Но можно ещё упростить задачу: вместо исходной целевой функции рассмотреть другую функцию, заменив радикал его выражением:

$$Z^* = \sum_{ш=1}^{n} \omega_i [(a - x_i)^2 + (b - y_i)^2].$$

Взяв частные производные от Z* по a и b и приравняв их нулю, получим:

$$a^0 = \frac{\sum_{i=1}^{n} \omega_i x_i}{\sum_{i=1}^{n} \omega_i} \ , \qquad b^0 = \frac{\sum_{i=1}^{n} \omega_i y_i}{\sum_{i=1}^{n} \omega_i}.$$

Как правило, часто этим приближенным решением и обходятся. К сожалению оно не всегда бывает точным. Достоинство его в том, что оно служит нулевым приближением для получения точного решения, которое определяется в результате итерационного процесса.

Вернемся к выражению Z = $\sum_{i=1}^{n}\omega_i\sqrt{(a-x_i)^2+(b-y_i)^2}$. Для получения минимума следует взять частные производные по переменным a и b и приравнять их нулю. Это несложно сделать.

$$\frac{\partial Z}{\partial a}=\sum_{i=1}^{n}\frac{(a-x_i)\omega_i}{\sqrt{(a-x_i)^2+(b-y_i)^2}}=0,$$

$$\frac{\partial Z}{\partial b}=\sum_{i=1}^{n}\frac{(b-y_i)\omega_i}{\sqrt{(a-x_i)^2+(b-y_i)^2}}=0.$$

Отсюда можно получить выражения для a и b:

$$a=\frac{\sum_{i=1}^{n}\frac{x_i\omega_i}{\sqrt{(a-x_i)^2+(b-y_i)^2}}}{\sum_{i=1}^{n}\frac{\omega_i}{\sqrt{(a-x_i)^2+(b-y_i)^2}}},$$

$$b=\frac{\sum_{i=1}^{n}\frac{y_i\omega_i}{\sqrt{(a-x_i)^2+(b-y_i)^2}}}{\sum_{i=1}^{n}\frac{\omega_i}{\sqrt{(a-x_i)^2+(b-y_i)^2}}}.$$

Сложность решения состоит в том, что слева и справа стоят неизвестные величины a и b. Но в качестве величин, стоящих справа, можно принять значения a и b, определенные на предыдущей итерации.

Сущность итерационного метода поясним на решении рассматриваемой задачи. Первый этап метода состоит в выборе начального (нулевого) приближения. Начальное приближение служит базой определения следующего приближения. Полученное приближение является основой нахождения следующего приближения и т.д. Признаком конца итерационной процедуры служит достаточная близость решений двух соседних итераций. Первая часть лабораторной работы состоит в точном определении координат склада.

Последовательность проведения этой части работы такова:

1. Студент должен внимательно ознакомиться с требованиями и исходными данными задачи. Исходные данные задачи приведены в приложении. Вариант выполняемой работы равен сумме двух последних цифр номера зачетной книжки. Если эта сумма равна нулю, то студент выбирает вариант 19.
2. Войдя в Excel, студент должен занести в рабочее поле исходные данные (желательно так, как показано в табл. 5).

Таблица 5

		F	G	H	I
	Номера магазинов	1	2	3	4
15	X	7	5	6	2
16	Y	3	2	7	1
17	W	9	6	3	4

В эту же таблицу желательно занести произведения $x_i\omega_i$ и $y_i\omega_i$, т.е.

		F	G	H	I
18	X_iW_i	63	30	18	8
19	Y_iW_i	27	12	21	4

3. Расчет проводится в итерационном режиме. Сначала находят значения a^0 и b^0 в нулевом приближении: $a^0 = \frac{\sum_{i=1}^{4}\omega_i x_i}{\sum_{i=1}^{4}\omega_i}$ и $b^0 = \frac{\sum_{i=1}^{4}\omega_i y_i}{\sum_{i=1}^{4}\omega_i}$. В этом примере они равны: $a^0 = 5{,}4$ и $b^0 = 2{,}9$.
4. Эти величины используются в правых частях выражений для определения a и b следующего приближения. Затем вновь найденные a и b снова служат в качестве известных величин в правых частях

выражений определения неизвестных. Расчеты прекращаются, когда разница в значениях координат будет меньше одной тысячной.

В качестве примера приведены расчеты для выбранных исходных данных. Сначала находят $\frac{x_i\omega_i}{\sqrt{(a-x_i)^2+(b-y_i)^2}}$ (4 первых столбца) и их сумму (5 столбец).

39,5355	30,09341	4,354805	2,047481	76,0312

Затем в той же строке определяют значения $\frac{y_i\omega_i}{\sqrt{(a-x_i)^2+(b-y_i)^2}}$ (следующие 4 столбца) и их сумму.

16,94379	12,03736	5,080606	1,02374	35,0855

В той же строке в следующих 4 столбцах находят величины $\frac{\omega_i}{\sqrt{(a-x_i)^2+(b-y_i)^2}}$, а затем их сумму.

5,647929	6,018682	0,725801	1,02374	13,41615

Потом в той же строке определяют следующие приближения a и b как частные от деления первых двух сумм на последнюю сумму.

5,667139	2,615168

Затем к правому нижнему углу последней ячейке строки подводят курсор и ждут до появления знака ┼. Нажав левую кнопку мыши и не отпуская её, вести вертикально вниз до тех пор, пока разница между величинами в двух последних соседних вертикальных ячейках ни станет меньше 0,001. Эти величины и будут координатами склада.

5. Студент должен с помощью Excel построить график расположения магазинов и склада. Он должен показать, каковы транспортные расходы при приближенном и точном решении. Для примера ниже приведены местоположения магазинов, а также приближенные и точные координаты

склада. Расчёты показали, что при точном решении экономится 1,39 д.е. по сравнению с приближенным (46,96 д.е. вместо 48,35 д.е.).

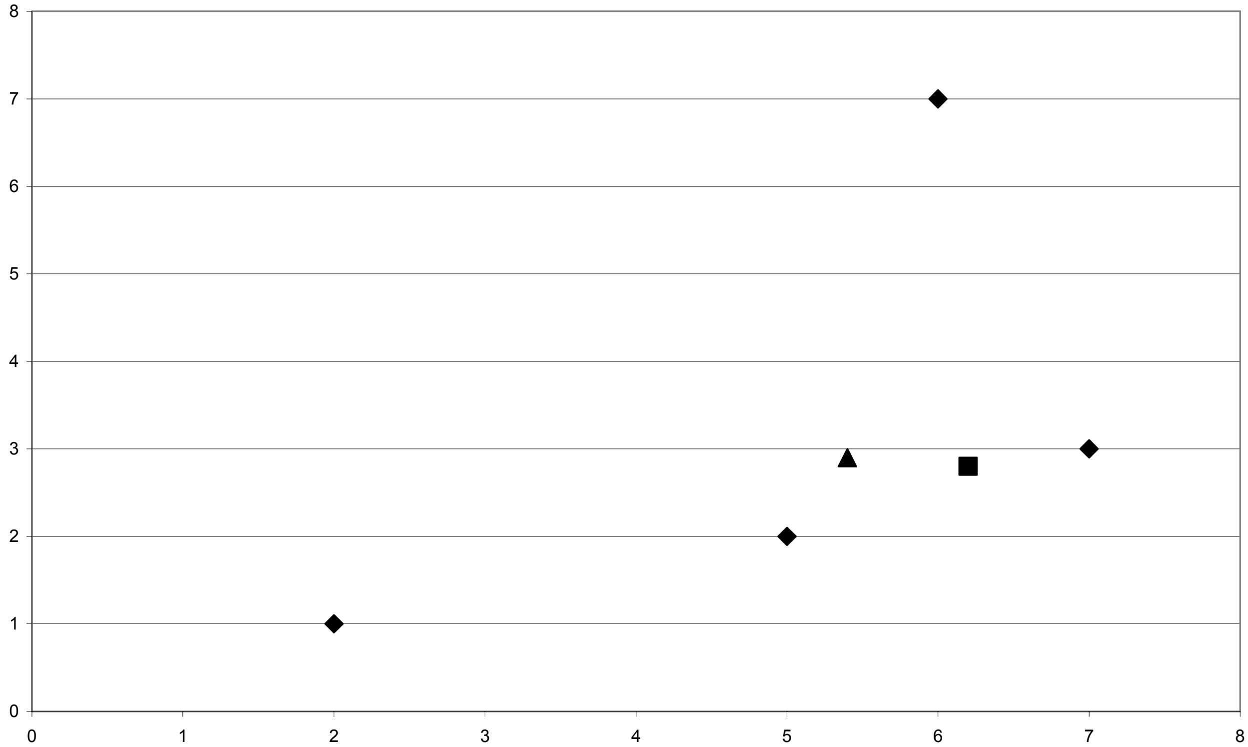

Рис. 2. Расположение магазинов и склада

Здесь: ▲ - приближенное место склада,

■ - точное место склада,

♦ - места магазинов.

Вторая часть лабораторной работы состоит в точном определении координат склада в случае, когда существует некоторое ограничение, существенно влияющее на оптимальное решение. В данной работе дополнительным ограничением служит условие, чтобы склад находился на реке, уравнение которой следующее: $y = c + dx$ (величины c и d для конкретного варианта приведены в исходных данных). Тогда координаты склада должны отвечать условию $b = c + da$. Для решения подобных задач, когда на переменные наложены дополнительные ограничения в виде равенств, эффективен метод Лагранжа. Построим новую целевую функцию - функцию Лагранжа и переведём задачу в задачу безусловной оптимизации:

$$\mathrm{Z} = \sum_{i=1}^{4} \omega_i \sqrt{(a-x_i)^2 + (b-y_i)^2} + \lambda(b - c - da),$$

где λ - множитель Лагранжа.

Так как других дополнительных ограничений в этой задаче нет, достаточно определить минимум этой функции. Следует взять частные производные по переменным a и b и приравнять их нулю. Это несложно сделать.

$$\frac{\partial Z}{\partial a} = \sum_{i=1}^{4} \frac{(a-x_i)\omega_i}{\sqrt{(a-x_i)^2 + (b-y_i)^2}} - \lambda d = 0,$$

$$\frac{\partial Z}{\partial b} = \sum_{i=1}^{4} \frac{(b-y_i)\omega_i}{\sqrt{(a-x_i)^2 + (b-y_i)^2}} + \lambda = 0.$$

Найдём λ из второго уравнения и подставим его в первое. Получим уравнение связи между a и b.

$$(a+db)\sum_{i=1}^{4} \frac{\omega_i}{\sqrt{(a-x_i)^2 + (b-y_i)^2}} = \sum_{i=1}^{4} \frac{\omega_i (x_i + dy_i)}{\sqrt{(a-x_i)^2 + (b-y_i)^2}}.$$

Тогда

$$(a+db) = \frac{\sum_{i=1}^{4} \frac{\omega_i (x_i + dy_i)}{\sqrt{(a-x_i)^2 + (b-y_i)^2}}}{\sum_{i=1}^{4} \frac{\omega_i}{\sqrt{(a-x_i)^2 + (b-y_i)^2}}}.$$

Величину, стоящую справа, обозначим через γ, т.е.

$$\gamma = \frac{\sum_{i=1}^{4} \frac{\omega_i (x_i + dy_i)}{\sqrt{(a-x_i)^2 + (b-y_i)^2}}}{\sum_{i=1}^{4} \frac{\omega_i}{\sqrt{(a-x_i)^2 + (b-y_i)^2}}}.$$

Для определения a и b получим систему двух уравнений:

$$a + db = \gamma ,$$

$$-da + b = c .$$

Последнее уравнение - это уравнение реки. Решение этой системы несложно:

$$a = \frac{\gamma - cd}{1 + d^2} , \qquad b = \frac{\gamma d + c}{1 + d^2} . \qquad (3)$$

Но трудности состоят здесь в том, что величина γ сама зависит от a и b. Приходится прибегать к итерационному процессу, но он быстро сходится. В качестве начального приближения вместо радикала используем подкоренное выражение. Величина γ в нулевом приближении равна

$$\gamma = \frac{\sum_{i=1}^{4} \omega_i (x_i + dy_i)}{\sum_{i=1}^{4} \omega_i} ,$$

т.е. она не зависит от a и b.

Последовательность проведения работы такова:

1. Студент должен внимательно ознакомиться с требованиями и исходными данными задачи. Вариант выполняемой работы равен сумме двух последних цифр номера зачетной книжки. Если эта сумма равна нулю, то студент выбирает вариант 19.
2. Войдя в Excel, студент должен занести в рабочее поле исходные данные так, как это было сделано в первой части работы. Одновременно должны быть занесены значения c и d.
3. Расчет проводится в итерационном режиме. Сначала находят значение γ в нулевом приближении: $\gamma = \frac{\sum_{i=1}^{4} \omega_i (x_i + dy_i)}{\sum_{i=1}^{4} \omega_i}$. Для этого

сначала необходимо найти величины $\omega_i(x_i+dy_i)$, а затем γ (см. табл. ниже).

117	54	60	16	247	9	6	3	4	22	11,227	-0,555	5,89

Здесь в 4-х первых столбцах приведены величины $\omega_i(x_i+dy_i)$ для каждого из 4 магазинов, а в 5-м столбце - сумма этих величин. В столбцах с 6 по 9 даны значения ω_i, а в 10 столбце - их сумма.

4. Величину γ (в 11-м столбце) находят делением величины 5-го столбца на величину 10-го столбца. После этого находят значения от a и b из выражений (4) (столбцы 12 и 13).

Затем снова находят γ, но уже из выражения (3) с учетом a и b. Под строкой 20 нулевого приближения рассмотрим следующую строку 21:

												P	R
20	117	54	60	16	247	9	6	3	4	22	11,227	-0,555	5,89
21	A												

В ячейке A определяем величину $\dfrac{\omega_1(x_1+dy_1)}{\sqrt{(a-x_1)^2+(b-y_1)^2}}$.

Для этого в ячейке A следует записать следующее выражение

$=F\$17*(F\$15+d*F\$16)/корень((\$P20-F\$15)\verb|^|2+(\$R20-F\$16)\verb|^|2)$. Значения в следующих 3 ячейках находят размножением ячейки A. Затем сумму четырех первых ячеек строки 21 помещают в 5 ячейку строки 21.

В 6 ячейке находят величину $\dfrac{\omega_1}{\sqrt{(a-x_1)^2+(b-y_1)^2}}$, где записывают следующее выражение $=F\$17/корень((\$P20-F\$15)\verb|^|2+(\$R20-F\$16)\verb|^|2)$. Следующие 3 ячейки заполняются размножением ячейки 6. В 10 ячейке - сумма последних 4 ячеек. Следующее приближение γ (результат деления содержимого 5 ячейки на содержимое 10 ячейки) заносится в 11 ячейку. Затем определяются *a* и *b*. Расчеты прекращаются, когда разница в значениях координат будет меньше одной тысячной.

Студент с помощью «Мастера диаграмм» Excel должен построить график расположения магазинов и склада. К примеру, если река описывается уравнением $b = 5 + 3a$, то в результате итерационной процедуры координаты склада следующие: *a* = - 0,16 и *b* = 4,53. Расположение магазинов и склада представлено на рис. 3.

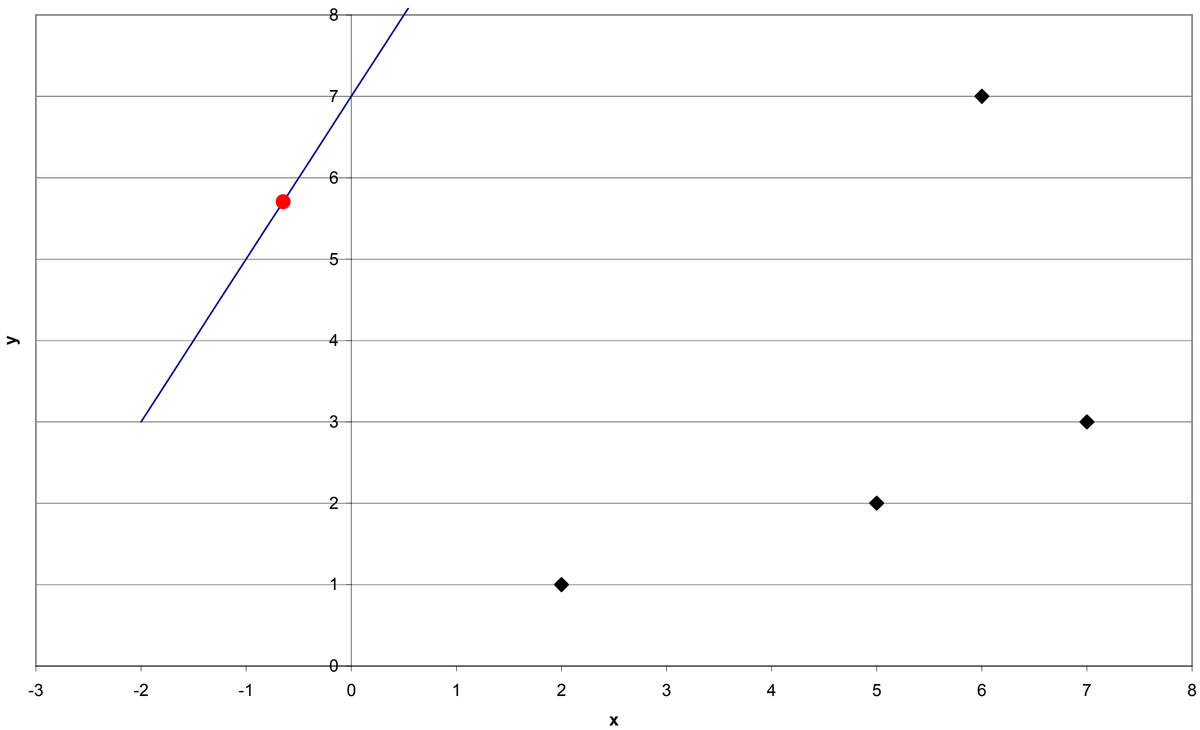

Рис.3. Расположение склада на реке

Руководство к выполнению лабораторной работы № 3

Предприятию известно поведение спроса от цены. Его можно описать аналитически

$$Y = \frac{1}{1 + e^{a+bx}} \;,$$

где : Y – спрос (в единицах продукции),

x - цена единицы продукции,

a , b - коэффициенты (они зависят от варианта работы и приведены в приложении).

Необходимо найти доход предприятия как функцию цены и определить максимальный доход и цену, при которой он реализуется. Второй вопрос: как следует изменить существующую цену, чтобы получить максимальный доход ?

Выполнение работы начнем с построения графика спроса. На оси абсцисс нанесем цену - x, на оси ординат - величину спроса Y. Такое построение можно провести любым способом, но удобнее это осуществить с помощью «Мастера диаграмм» в Excel. Сначала в некотором столбце (пусть столбце **C**) наносится шкала цены (от 0 до 20). Затем в соседней справа с 0 ячейке записывается функция спроса. Например, если цена 0 записана в ячейку **C5,** то в ячейке **D5** следует записать

$$=1/(1+\exp(\$M\$2+\$N\$2*C5)).$$

Предполагается, что в ячейке **M2** должно стоять значение a, в ячейке **N2** - значение b. После ввода этого выражения в ячейку **D5** следует подвести курсор в правый нижний угол этой ячейки до появления знака **+.** Затем нажать левую кнопку мыши и не отпуская её спуститься вниз по столбцу **D**. Таким образом, в столбце **D** получается значение Y как функция цены x (в столбце **C**). Затем следует выделить столбцы **C** и **D** и обратиться к «Мастеру диаграмм». В меню «Мастера …» находят позицию «точечный», нажимают курсор на ней, а затем выбирают схему с непрерывным графиком. Следующие операции проводят по подсказке «Мастера...»

Как известно, доход находится как произведение цены на количество реализованной продукции. Считая, что спрос определяет реализованную продукцию, можно определить величину дохода P

$$P=\frac{x}{1+e^{a+bx}}.$$

Необходимо построить график дохода как функцию цены. Величина дохода находится аналогично спросу. Затем также следует воспользоваться помощью «Мастера диаграмм».

Доход является функцией одной переменной - x. Нахождение экстремума такой функции, в данном случае максимума, не представляет труда. Следует найти первую производную по x и приравнять её нулю. Она равна

$$P' = \frac{1}{1+e^{a+bx}} - \frac{xbe^{a+bx}}{(1+e^{a+bx})^2} = \frac{e^{a+bx}(1-xb)+1}{(1+e^{a+bx})^2} = 0\,.$$

Достаточно положить числитель равным нулю, т.е.

$$e^{a+bx}(1-xb)+1=0 \quad \text{или} \quad e^{a+bx}(xb-1)-1=0\,.$$

Решение данного уравнения можно также осуществить с помощью Excel. В какой-нибудь ячейке, например **I5,** запишите некоторое значение x. В ячейке **I6** следует записать предыдущее уравнение в виде:

$$=(\$N\$2*I5-1)*\exp(\$M\$2+\$N\$2*I5)-1$$

Затем обратиться к пункту меню **Сервис Подбор параметра**. На вопросы меню отвечать согласно следующей таблице.

Установить в ячейке	**I6 .**
Значение	**0**
Изменяя значения ячейки	**I5**

Тогда ячейка **I5** будет содержать значение цены, при которой реализуется максимальный доход. Следует найти максимальный доход и проверить насколько существующая цена отличается от оптимальной.

Покажем применение указанных советов для решения задачи варианта 20.

Вариант	a	*в*	$x_{сущ}$
20	-5	0,5	10

Поместим в ячейку **M2** значение ***а***, а в ячейку **N2** значения ***в***. Построим график спроса от цены (рис.4).

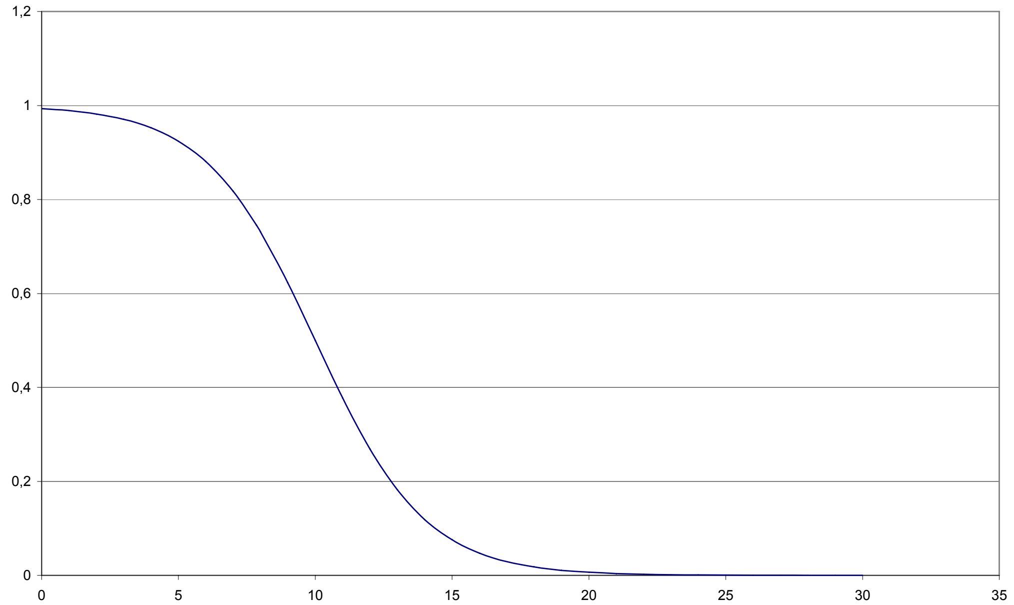

Рис.4. Зависимость спроса от цены

Затем на рис. 5. построим график дохода.

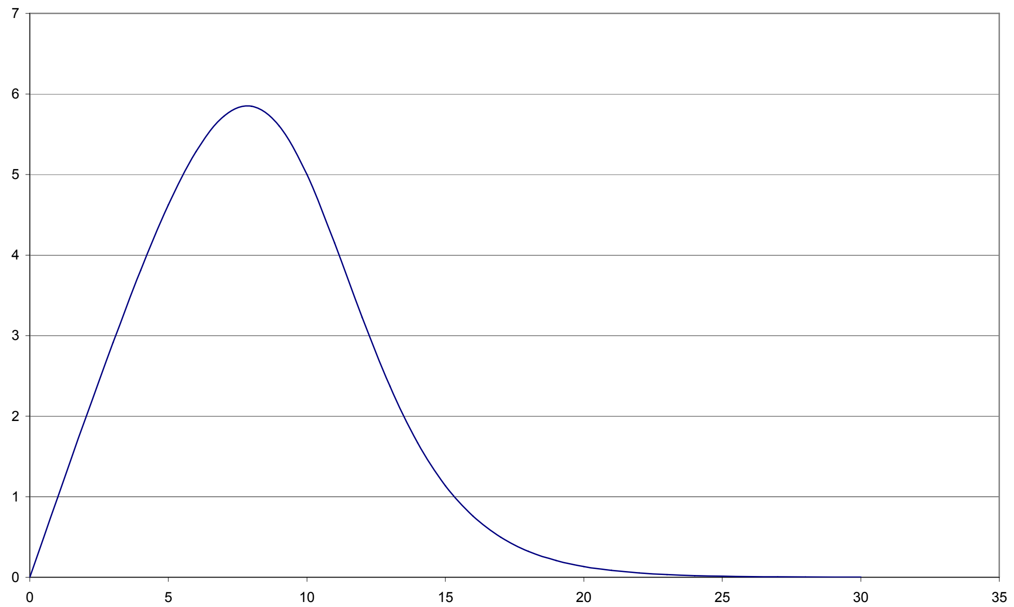

Рис. 5. Зависимость дохода от цены

Средства Excel позволяют найти цену, при которой реализуется максимальный доход. Она будет равна 7,85. Поэтому существующую цену следует понизить с 10 до 7,85.

Исходные данные для лабораторной работы 1(приложения)

№	Данные по налёту								ВС	Срок
1	Полугодовой налёт ВС	1369	1112	1776	1936	1465	1189	1180	1	2
	Месячный налёт парка	1360	1803	1238	1571	1545	2511		2	3
2	Полугодовой налёт ВС	1902	1902	1181	1102	1350	1490	1378	3	5
	Месячный налёт парка	1594	1515	2100	1277	1676	2143		5	6
3	Полугодовой налёт ВС	1736	1641	1575	1477	1415	1486	1168	7	1
	Месячный налёт парка	1896	1697	2147	1222	2174	1365		2	5
4	Полугодовой налёт ВС	1139	1027	1826	1124	1778	1577	1093	7	1
	Месячный налёт парка	1843	1577	2113	1769	1354	912		2	4
5	Полугодовой налёт ВС	1865	1442	1764	1259	1728	1977	1119	5	6
	Месячный налёт парка	1780	1912	2044	1369	1275	2779		6	1
6	Полугодовой налёт ВС	1615	1058	1788	1531	1652	1242	1192	3	3
	Месячный налёт парка	1499	1686	1409	1664	1277	2549		1	6
7	Полугодовой налёт ВС	1502	1812	1167	1649	1162	1288	1667	1	6
	Месячный налёт парка	1610	1571	1974	1731	1285	2083		7	3
8	Полугодовой налёт ВС	1978	1109	1039	1472	1100	1266	1669	2	6
	Месячный налёт парка	1288	1465	1744	1779	1741	1624		6	1
9	Полугодовой налёт ВС	1641	1575	1630	1276	1724	1953	1612	1	4
	Месячный налёт парка	1941	1562	1266	1564	1436	3651		5	1
10	Полугодовой налёт ВС	1097	1059	1641	1479	1917	1553	1234	6	3
	Месячный налёт парка	1619	1299	1655	1354	2078	1985		2	1
11	Полугодовой налёт ВС	1451	1205	1618	1786	1060	1813	1011	5	5
	Месячный налёт парка	1784	1777	1308	1266	1837	1983		2	2
12	Полугодовой налёт ВС	1786	1053	1400	1924	1538	1224	1626	2	4
	Месячный налёт парка	1743	1252	1921	1239	2090	2318		4	6
13	Полугодовой налёт ВС	1532	1623	1595	1831	1546	1555	1039	5	1
	Месячный налёт парка	1380	2119	2113	1863	2157	1102		3	3
14	Полугодовой налёт ВС	1680	1357	1183	1954	1577	1726	1402	5	5
	Месячный налёт парка	2071	1681	2156	1576	1338	2071		4	3
15	Полугодовой налёт ВС	1234	1083	1696	1178	1348	1334	1990	1	3
	Месячный налёт парка	2112	1334	1967	2079	2018	368		6	1
16	Полугодовой налёт ВС	1595	1762	1563	1943	1308	1496	1643	4	3
	Месячный налёт парка	1798	1963	1924	2049	2195	1397		7	6
17	Полугодовой налёт ВС	1032	1145	1009	1642	1547	1581	1239	5	6
	Месячный налёт парка	1850	1978	1393	1355	1252	1384		1	4
18	Полугодовой налёт ВС	1076	1972	1899	1351	1567	1016	1834	4	2
	Месячный налёт парка	1631	2162	1579	2076	1586	1699		1	5
19	Полугодовой налёт ВС	1310	1620	1230	1410	1510	1400	1520	3	2
	Месячный налёт парка	1600	1500	1400	1350	1460	1700		7	5

Исходные данные к лабораторной работе 2

Вари-ант	X(i)	Y(i)	W(i)	d(i)	c(i)
1	7 5 6 2	3 1 5 4	4 7 6 9	2	-2
2	8 3 7 3	3 3 3 4	6 8 3 7	3	1
3	8 2 8 4	3 2 7 3	2 5 9 3	4	2
4	7 2 2 6	6 1 2 1	4 4 5 9	6	-1
5	5 8 7 2	2 2 2 7	9 6 3 4	5	1
6	4 8 4 3	3 3 4 3	3 2 5 7	7	3
7	6 8 3 4	3 7 2 2	3 5 2 9	5	-2
8	7 8 3 1	1 5 1 5	6 2 5 4	4	2
9	2 5 3 2	2 2 1 2	1 2 9 2	6	-1
10	9 5 5 6	5 1 1 6	8 8 7 3	3	1
11	9 7 3 8	8 3 1 3	5 3 7 1	2	3
12	6 5 3 1	1 5 2 3	9 8 4 5	5	2
13	2 2 6 3	2 2 4 1	5 6 8 6	4	-2
14	3 3 8 1	1 1 3 4	8 2 8 2	2	-1
15	6 3 4 5	3 3 1 3	1 5 2 4	3	3
16	8 8 5 1	1 4 4 6	7 5 1 2	3	2
17	8 4 3 6	6 4 1 2	8 7 3 9	5	-1
18	3 6 7 1	1 6 2 3	6 8 4 7	6	1
19	4 3 2 4	2 3 7 1	5 3 7 2	2	2
20	7 5 6 2	3 2 7 1	9 6 3 4	5	3

Исходные данные к лабораторной работе 3

Вариант	*a*	*в*	$x_{сущ}$
1	-5	0,6	8
2	-5	0,4	9
3	-5	0,7	8
4	-5	0,55	10
5	-4	0,4	10
6	-4	0,5	11
7	-4	0,6	8
8	-4	0,3	9
9	-3	0,6	9
10	-3	0,5	6
11	-3	0,4	10
12	-3	0,3	9
13	-2	0,5	7
14	-2	0,4	4
15	-2	0,35	8
16	-2	0,3	7
17	-6	0,7	11
18	-6	0,6	14
19	-6	0,5	9
20	-5	0,5	10