

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Логистика и организация производства»

ОСНОВЫ ЛОГИСТИКИ

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



Могилев 2019

УДК 658
ББК 65.40
075

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Логистика и организация производства»
«5» ноября 2019 г, протокол № 6

Составители: канд. экон. наук, доц. М. Н. Гриневич;
ст. преподаватель Т. А. Филимонова

Рецензент канд. экон. наук, доц. М. С. Александренок

Методические рекомендации содержат темы по дисциплине «Основы логистики» к лабораторным занятиям, задачи и задания, методические рекомендации для их решения, список литературы.

Учебно-методическое издание

ОСНОВЫ ЛОГИСТИКИ

Ответственный за выпуск	М. Н. Гриневич
Редактор	С. Н. Красовская
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 56 экз. Заказ №

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

© Белорусско-Российский
университет, 2019



Содержание

Введение.....	4
1 Метод экспертных оценок.....	5
2 Моделирование транспортной задачи.....	9
3 Применение ABC и XYZ-анализа в логистике.....	16
4 Выбор логистических посредников.....	24
5 Выбор схемы и способа транспортировки.....	29
6 Расчет места расположения склада.....	33
7 Расчет параметров управления запасами.....	40
8 Методы оптимизации в логистике.....	44
Список литературы.....	48

Введение

Задачей освоения дисциплины «Основы логистики» является получение студентами целостного представления о сущности, принципах, правилах и методах логистики, формировании знаний и профессиональных навыков в области управления сквозными потоками на всех этапах производственного цикла, с целью получения логистического эффекта от обеспечения системной взаимосвязи распределения с производством и закупками. Теоретические знания основ логистики могут эффективно применяться на практике к решению конкретных задач только после изучения методологии и технологии типовых расчетов. Необходимость использования программного обеспечения в исследованиях логистических систем и их механизмов взаимодействия становится несомненным. В быстро изменяемых условиях эффективность в организации материальных потоков означает привлечение разнообразных видов транспорта, форм складирования и управления запасами и закупками и т. д.

В ходе изучения дисциплины студент приобретает знания в области оценки направления совершенствования логистического процесса; проведения анализа потоковых систем; выбора логистических посредников, способов транспортировки и места расположения объекта инфраструктуры. У него формируется понятийный аппарат логистики; навыки анализа и синтеза логистических систем; знания в области методов исследований материального, информационного, финансового потока в логистике.

От преподавателя каждый студент получает индивидуальное задание. Студент при выполнении лабораторных работ должен следовать методике, изложенной в ходе работы, и по ее окончании представить отчет преподавателю на компьютере.



1 Метод экспертных оценок

Цель работы – получить навыки использования различных методов экспертных оценок.

Задание

Определить весовые коэффициенты, используя следующие методы экспертных оценок:

- 1) непосредственное назначение коэффициентов веса;
- 2) оценка важности параметров в баллах;
- 3) метод парных сравнений.

Данные ответов экспертов представлены в таблицах 1–3.

Таблица 1 – Оценка экспертов при непосредственном назначении коэффициентов

Эксперт	Параметры			
	А	Б	В	Г
1	0,5	0,21	0,15	0,14
2	0,45	0,19	0,18	0,18
3	0,55	0,2	0,18	0,07
4	0,48	0,25	0,16	0,11
5	0,46	0,18	0,2	0,16

Таблица 2 – Оценка экспертов в баллах

Эксперт	Параметры			
	А	Б	В	Г
1	5	4	3	3
2	4	3	3	3
3	5	4	3	2
4	5	4	3	2
5	5	3	4	3

Ход работы

Экспертное прогнозирование – это социальная составляющая экономического прогноза. Рассмотрим три основных метода экспертных оценок.

1 Непосредственное назначение коэффициентов веса.

В этом методе каждый i -й эксперт для каждого k -го параметра должен назначить коэффициент веса a_{ik} таким образом, чтобы сумма всех коэффициентов веса, назначаемых одним экспертом для различных параметров, равнялась единице. Это требование можно записать так:



$$\sum_{k=1}^K a_{ik} = 1, i = 1, \dots, n, \quad (1)$$

где n – число экспертов;
 k – число параметров.

Таблица 3 – Оценки экспертов методом парных сравнений

Параметры	Параметр				Параметры	Параметр			
	А	Б	В	Г		А	Б	В	Г
Эксперт № 1					Эксперт № 2				
А	х	1	1	1	А	х	1	1	1
Б	0	х	1	1	Б	0	х	0	1
В	0	0	х	1	В	0	1	х	0
Г	0	0	0	х	Г	0	0	1	х
Эксперт № 3					Эксперт № 4				
А	х	1	1	1	А	х	1	1	0
Б	0	х	1	0	Б	0	х	0	0
В	0	0	х	0	В	0	1	х	1
Г	0	1	1	х	Г	1	1	0	х
Эксперт № 5					Эксперт № 6				
А	х	1	1	1	А	х	1	1	1
Б	0	х	0	0	Б	0	х	1	0
В	0	1	х	0	В	0	0	х	1
Г	0	1	1	х	Г	0	1	0	х

Пусть число параметров $k = 3$ (А, Б, В), а число экспертов $n = 5$.

Создадим таблицу по форме, представленной на рисунке 1, которая называется базовой.

Здесь в ячейках В4:D8 внесены значения коэффициентов веса, назначаемые каждым из экспертов. Ниже в ячейках В9:D11 рассчитаны среднее значение коэффициентов веса, среднеквадратическое отклонение и коэффициент вариации.

Значения коэффициента вариации (или V-вариабельности) показывают величину разброса экспертных оценок. При $V \leq 0,2$ оценки экспертов можно считать согласованными. В случае $V > 0,2$ целесообразно произвести с экспертами содержательное обсуждение важности оцениваемых параметров, после чего повторить экспертизу.

Как показывает опыт, эксперту тяжело назначать коэффициент веса, если количество рассматриваемых параметров более трех. Поэтому существуют другие методы определения коэффициента веса.

2 Оценка важности параметров в баллах.



	A	B	C	D	E
1	Базовая таблица				
2	Эксперт	Параметры			Сумма
3		A	B	B	
4	1	0,5	0,2	0,3	=B4+C4+D4
5	2	0,5	0,3	0,2	=B5+C5+D5
6	3	0,4	0,2	0,4	=B6+C6+D6
7	4	0,3	0,2	0,5	=B7+C7+D7
8	5	0,4	0,2	0,4	=B8+C8+D8
9	коэф. веса	=СРЗНАЧ(B4:B8)	=СРЗНАЧ(C4:C8)	=СРЗНАЧ(D4:D8)	
10	ср.кв.откл.	=СТАНДОТКЛОН(B4:B8)	=СТАНДОТКЛОН(C4:C8)	=СТАНДОТКЛОН(D4:D8)	
11	коэф. вариации	=B10/B9	=C10/C9	=D10/D9	

Рисунок 1 – Ввод базовой экспертной таблицы [2, с. 57]

В этом случае каждый эксперт оценивает параметры по десятибалльной системе. При этом оценка, назначаемая каждым экспертом каждому параметру, не связана с оценками, которые он же назначает другим параметрам. Например, всем параметрам можно назначить одинаковую оценку.

Рассмотрим пример определения коэффициентов веса четырех параметров ($n = 4$) по оценке важности их в баллах пятью ($k = 5$) экспертами.

Алгоритм:

- сформировать таблицу по форме, представленной на рисунке 2, в которую будут вноситься оценки всех параметров в баллах, сделанные каждым экспертом;
- составить базовую таблицу (см. рисунок 2), в ячейки В13:Е17 внести указанные формулы.

	A	B	C	D	E	F
1	Оценка в баллах					
2	Эксперт	Параметры			Сумма	
3		A	B	B		Г
4	1					=СУММ(B4:E4)
5	2					=СУММ(B5:E5)
6	3					=СУММ(B6:E6)
7	4					=СУММ(B7:E7)
8	5					=СУММ(B8:E8)
9	Базовая таблица					
11	Эксперт	Параметры				
12		A	B	B	Г	
13	1	=B4/\$F4	=C4/\$F4	=D4/\$F4	=E4/\$F4	
14	2	=B5/\$F5	=C5/\$F5	=D5/\$F5	=E5/\$F5	
15	3	=B6/\$F6	=C6/\$F6	=D6/\$F6	=E6/\$F6	
16	4	=B7/\$F7	=C7/\$F7	=D7/\$F7	=E7/\$F7	
17	5	=B8/\$F8	=C8/\$F8	=D8/\$F8	=E8/\$F8	
18	коэф. веса	=СРЗНАЧ(B13:B17)	=СРЗНАЧ(C13:C17)	=СРЗНАЧ(D13:C17)	=СРЗНАЧ(E13:E17)	
19	ср.кв.откл.	=СТАНДОТКЛОН(B13:B17)	=СТАНДОТКЛОН(C13:C17)	=СТАНДОТКЛОН(D13:E17)	=СТАНДОТКЛОН(E13:E17)	
20	коэф. вариации	=B19/B18	=C19/C18	=D19/D18	=E19/E18	

Рисунок 2 – Ввод таблицы оценки в баллах и базовой экспертной таблицы

Эти формулы обеспечивают переход от оценок параметров в баллах к значениям коэффициентов веса, сумма которых для всех параметров равна единице у каждого эксперта [2, с. 59].

3 Метод парных сравнений.

Алгоритм:

– определить число оцениваемых параметров k и число экспертов n .
В дальнейшем принимаем $k = 5$; $n = 4$;

– для каждого эксперта составить отдельную таблицу по форме, представленной на рисунке 3;

– в этой таблице эксперт должен ввести оценку парных сравнений, которая заключается в следующем. Если k -й параметр важнее j -го, то в ячейке, принадлежащей k -й строке и j -му столбцу, указывается 1, в противном случае – 0.

Пример заполнения такой таблицы первым экспертом представлен на рисунке 4, из которого видно, что по оценке этого эксперта параметр А менее важен, чем параметры Б (С4 = 0) и Д (F4 = 0), но более важен, чем В (D4 = 1) и Г (E4 = 1);

– составить базовую таблицу (рисунок 5), в ячейки которой введены формулы для первого эксперта. Для остальных экспертов создаются отдельные таблицы, расчет по которым вводится в базовую таблицу в ячейках В15:F17.

	А	В	С	Д	Е	Г	Сумма
1	Таблица для каждого эксперта						
2	Эксперт	Параметры					Сумма
3		А	Б	В	Г	Д	
4	А	х					=СУММ(B4:F4)
5	Б	=ЕСЛИ(C4=1;0;1)	х				=СУММ(B5:F5)
6	В	=ЕСЛИ(D4=1;0;1)	=ЕСЛИ(D5=1;0;1)	х			=СУММ(B6:F6)
7	Г	=ЕСЛИ(E4=1;0;1)	=ЕСЛИ(E5=1;0;1)	=ЕСЛИ(E6=1;0;1)	х		=СУММ(B7:F7)
8	Д	=ЕСЛИ(F4=1;0;1)	=ЕСЛИ(F5=1;0;1)	=ЕСЛИ(F6=1;0;1)	=ЕСЛИ(F7=1;0;1)	х	=СУММ(B8:F8)
9							=СУММ(G4:G8)

Рисунок 3 – Пример заполнения таблицы

	А	В	С	Д	Е	Г	Сумма
1	Таблица для первого эксперта						
2	Параметры	Параметры					Сумма
3		А	Б	В	Г	Д	
4	А	х	0	1	1	0	2
5	Б	1	х	0	1	0	2
6	В	0	1	х	0	0	1
7	Г	0	0	1	х	1	2
8	Д	1	1	1	0	х	3
9							10

Рисунок 4 – Результат заполнения таблицы экспертом [2, с. 61]

	Базовая таблица					
	Параметры					Сумма
Эксперт	А	Б	В	Г	Д	
1	=G4/\$F5	=H4/\$F5	=I4/\$F5	=J4/\$F5	=K4/\$F5	=СУММ(B14:F14)
2						=СУММ(B15:F15)
3						=СУММ(B16:F16)
4						=СУММ(B17:F17)
коэф. веса	=СРЗНАЧ(B14:B17)	=СРЗНАЧ(C14:C17)	=СРЗНАЧ(D14:D17)	=СРЗНАЧ(E14:E17)	=СРЗНАЧ(F14:F17)	
ср. кв. откл.	=СТАНДОТКЛОН(B14:B17)	=СТАНДОТКЛОН(C14:C17)	=СТАНДОТКЛОН(D14:D17)	=СТАНДОТКЛОН(E14:E17)	=СТАНДОТКЛОН(F14:F17)	
коэф. вариации	=B19/B18	=C19/C18	=D19/D18	=E19/E18	=F19/F18	

Рисунок 5 – Пример заполнения таблицы

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

Вопросы для защиты работы

- 1 Какие экспертные методы Вы знаете?
- 2 Каким образом обеспечивают переход от оценок параметров в баллах к значениям коэффициентов веса?
- 3 Поясните суть метода парных сравнений.

2 Моделирование транспортной задачи

Цель работы – получить навыки использования приложения MS Excel для моделирования транспортной задачи.

Задание 1

Пять предприятий производят однородную продукцию (a_1, a_2, a_3, a_4, a_5) и поставляют ее в шесть пунктов назначения ($b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6$). Исходные данные представлены в таблицах 4–6. Определить оптимальный план перевозки продукции. Для этого выполнить следующие задания:

- 1) используя приложение MS Excel, составить задание на поиск решения транспортной задачи и найти оптимальное решение;
- 2) построить начальный план по методам северо-западного угла и минимального элемента и сравнить результаты;
- 3) проверить на оптимальность лучший из полученных планов. Если план не оптимальный – выполнить улучшение плана методом потенциалов;
- 4) сравнить затраты, полученные по оптимальному и по начальным решениям [3].

Таблица 4 – Объемы поставок пунктов отправления

Пункт отправления	Вариант задания									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a_1	180	50	100	110	50	180	150	110	100	70
a_2	120	190	130	160	200	150	90	130	130	180
a_3	110	90	180	100	110	110	90	170	110	100
a_4	120	170	70	60	160	100	120	170	90	170
a_5	70	100	120	170	80	70	150	20	170	80



Таблица 5 – Потребность пунктов назначения

Пункт назначения	Вариант задания									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
b_1	100	110	80	30	100	80	80	50	90	70
b_2	90	40	40	130	60	30	90	120	70	110
b_3	140	120	90	90	90	100	90	70	110	140
b_4	100	70	90	60	50	30	50	80	50	40
b_5	90	140	30	100	120	120	120	120	120	100
b_6	80	120	270	190	180	240	170	170	160	140

Таблица 6 – Стоимость транспортировки по направлениям в рублях

Пункт отправления	Пункт назначения					
	1	2	3	4	5	6
1	15	14	10	13	14	11
2	9	13	19	14	14	13
3	20	8	26	16	13	14
4	12	13	18	10	9	12
5	10	14	14	6	8	18

Методические рекомендации

1 Постановка транспортной задачи. Транспортная таблица.

Рассмотрим следующую транспортную задачу.

Имеется m поставщиков A_1, A_2, \dots, A_m , у которых сосредоточены запасы одного и того же груза в количестве a_1, a_2, \dots, a_m единиц соответственно. Этот груз нужно доставить n потребителям B_1, B_2, \dots, B_n , заказавшим n единиц этого груза b_1, b_2, \dots, b_n , соответственно. Известны также все тарифы перевозок груза c_{ij} (стоимость перевозок единицы груза) от поставщика A_i к потребителю B_j . Требуется составить такой план перевозок, при котором общая стоимость всех перевозок была бы минимальной.

Условие транспортной задачи удобно записать в виде следующей транспортной таблицы 7.

Обозначим суммарный запас груза у всех поставщиков символом a , а суммарную потребность в грузе у всех потребителей – символом b .

Транспортная задача называется закрытой, если $a = b$. Если же $a \neq b$, то транспортная задача называется открытой.

Пусть x_{ij} ($x_{ij} \geq 0$) – количество груза, отправляемого поставщиком A_i потребителю B_j . Тогда суммарные затраты z на перевозки будут вычисляться по формуле

$$z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}. \quad (2)$$



Функция z называется целевой функцией.

Таблица 7 – Транспортная таблица

Исходный пункт i	Пункт назначения j				Количество запасов продукции
	B_1	B_2	...	B_n	
A_1	C_{11}	C_{12}		C_{1n}	a_1
	X_{11}	X_{12}	...	X_{1n}	
...
A_n	C_{n1}	C_{n2}		C_{nm}	a_n
	X_{n1}	X_{n2}	...	X_{nm}	
Количество заказанной продукции	b_1	b_2	...	b_n	$\sum a_n$
					$\sum b_n$

Математическая формулировка транспортной задачи заключается в нахождении плана перевозок $X = \{x_{ij}\}$, который удовлетворяет системе ограничений и доставляет минимум целевой функции z .

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, i = 1, 2, \dots, m; \\ \sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, j = 1, 2, \dots, n. \end{cases} \quad (3)$$

План перевозок, реализующий минимум целевой функции z , называется оптимальным.

Решение транспортной задачи начинается с выяснения вопроса о том, является ли задача открытой или закрытой.

Если задача является открытой, то необходимо провести процедуру закрытия задачи. С этой целью при $a < b$ добавляем фиктивного поставщика A'_{m+1} с запасом груза $a'_{m+1} = b - a$. Если же $a > b$, то добавляем фиктивного потребителя B'_{n+1} с заказом груза $b' = a - b$.

Далее проводится составление опорного плана методом северо-западного угла или минимального элемента:

– метод северо-западного угла. Составление первоначального плана перевозок начнем с перевозки запасов поставщика A_1 . Будем за счет его запасов максимально возможно удовлетворять заказы сначала потребителя B_1 , затем B_2 и так далее. Итак, мы будем заполнять таблицу, начиная с клетки (1.1), и двигаться вправо по строке до тех пор, пока остаток запасов поставщика A_1 не окажется меньше заказа очередного потребителя. Для выполнения этого заказа используем остатки запаса первого поставщика, а недостающую часть добавим из запасов поставщика A_2 , т. е. переместимся на следующую строку таблицы по

столбцу, соответствующему указанному потребителю. Далее аналогичным образом распределим запасы поставщика A_2 , затем A_3 и так далее;

– метод минимального элемента. Построение плана начнем с клетки с наименьшим тарифом перевозок. При наличии нескольких клеток с одинаковыми тарифами выберем любую из них. В данную клетку записывается максимально возможное значение поставки. Затем из рассмотрения исключают строку, соответствующую поставщику, запасы которого полностью израсходованы, или столбец, соответствующий потребителю, спрос которого полностью удовлетворен. После этого из оставшихся клеток таблицы снова выбирают клетку с наименьшим тарифом. Процесс распределения заканчивается, когда все запасы поставщиков исчерпаны, а спрос потребителей полностью удовлетворен. В результате получаем план, который должен содержать $n + m - 1$ заполненных клеток.

В процессе заполнения таблицы могут быть одновременно исключены и столбец, и строка. Полученный план тогда будет называться вырожденным, т. к. не выполняется условие равенства количества занятых клеток величине $n + m - 1$. В этом случае в свободную клетку необходимо записать число «0», условно считая клетку занятой. Число «0» записывается в те свободные клетки, которые не образуют циклов перераспределения грузов с ранее занятыми клетками.

Найдем суммарную стоимость перевозок по обоим планам. Наиболее выгодный план проверим на оптимальность.

2 Проверка оптимальности плана и перераспределение поставок с помощью метода потенциалов.

Вычисление потенциалов. Сопоставим каждому поставщику A_i и каждому потребителю B_j величины u_i и v_j соответственно так, чтобы для всех базисных клеток плана были выполнены следующие соотношения:

$$u_i + v_j = c_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (4)$$

Поскольку число базисных клеток в плане равно $m + n - 1$ (вырожденные планы должны быть предварительно пополнены), то для определения потенциалов получается система из $m + n - 1$ уравнений с $m + n$ неизвестными. Такая система имеет бесконечное множество решений. Нам требуется любое ее решение. Обычно для простоты полагают один из потенциалов равным нулю и затем вычисляют остальные. В транспортной таблице для потенциалов v_1, v_2, \dots, v_n заводится дополнительная строка, а для потенциалов u_1, u_2, \dots, u_m – дополнительный столбец, куда проставляются найденные значения.

Для каждой свободной клетки плана вычислим разности S_{ij} по формуле:

$$S_{ij} = c_{ij} - (u_i + v_j). \quad (5)$$

Запишем полученные значения в левых нижних углах соответствующих клеток. План является оптимальным, если все разности $\Delta c_{ij} \geq 0$. В противном случае план можно улучшить построением цикла. Для этого найдем клетку с наибольшей по абсолютной величине отрицательной разностью Δc_{ij} и построим



цикл, в котором кроме этой клетки все остальные являются базисными. Такой цикл всегда существует и единственен.

Заметим, что в новом плане суммы элементов по строкам и столбцам должны остаться прежними, поэтому изменение значения в одной клетке цикла повлечет за собой соответствующие изменения значений во всех остальных клетках этого цикла. Так как в свободной клетке значение будет увеличено, то проставим в ее правом нижнем углу знак «плюс». Теперь пройдем по всей логической цепи, проставляя в правых нижних углах клеток поочередно знаки «плюс» и «минус» (рисунок 6). Груз будет перераспределен по клеткам цикла на величину $\Delta x = \min x_{ij}$ следующим образом. В клетках со знаком «плюс» значение перевозки нужно увеличить на величину Δx , а в клетках со знаком «минус» – уменьшить на величину Δx . Так как после пересчета у нас добавилась лишняя базисная клетка, то их количество необходимо сократить, убрав нуль в одной из клеток цикла. Если таких клеток получилось несколько, то свободной делаем ту из них, в которой тариф перевозок максимален. После этого полученный план проверяется на оптимальность описанным выше способом. Перераспределение груза производится до тех пор, пока очередной план не станет оптимальным.

заказы запасы		заказы					u
		B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	
		100	40	80	60		
A_1	160	100	40	20	4	5	0
A_2	30		6	30	2	3	-8
A_3	90		4	30	6	5	-4
	v	4	8	10	9		

Рисунок 6 – Построение цикла в транспортной задаче

Ход работы

1 Решение транспортной задачи в процедуре MS Excel «Поиск решения»:

- ввод данных. Вводим данные таблиц 4–6 в ячейки MS Excel. Для этого введем стоимость перевозки единицы продукции (рисунок 7);
- ввод ограничений 1 и 2. В ячейки B15:F15 вводим формулы для расчета суммарной потребности в товаре и в ячейки G11:G14 – объема потребления;
- ввод данных о потребности в товаре и объеме производства в ячейки B16:F16 и G11:G14 соответственно;

– ввод целевой функции. В свободную ячейку вводим формулу целевой функции СУММПРОИЗВ(массивов транспортных издержек и искомые значения плана перевозки грузов). В нашем случае: СУММПРОИЗВ(B4:F7;B11:F14);

– вызов команды «Поиск решения». В закладке «Данные» находим вкладку «Поиск решения». Заполняем диалоговое окно. В графе «Установить целевую ячейку» – ссылка на целевую функцию. Ставим галочку «Равной минимальному значению». В поле «Изменяя ячейки» – массив искомых критериев. В поле «Ограничения»: искомый массив ≥ 0 , целые числа; «ограничение 1» = объему потребностей; «ограничение 2» = объему производства (рисунок 8). Во вкладке «Параметры» необходимо убедиться, что стоит галочка «Линейная модель». Нажимаем «Выполнить». Команда подберет оптимальные переменные при заданных ограничениях.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Таблица - Стоимость перевозки единицы продукции							
2		Потребители						
3	Производители	1	2	3	4	5		
4	1	4,2	4	3,35	5	4,65		
5	2	4	3,85	3,5	4,9	4,55		
6	3	4,75	3,5	3,4	4,5	4,4		
7	4	5	3	3,1	5,1	4,4		
8	Таблица - Транспортная таблица							
9		Потребители						
10	Производители	1	2	3	4	5	Ограничение 2	Объем производства
11	1						=СУММ(B11:F11)	246
12	2						=СУММ(B12:F12)	186
13	3						=СУММ(B13:F13)	196
14	4						=СУММ(B14:F14)	197
15	Ограничение 1	=СУММ(B11:B14)	=СУММ(C11:C14)	=СУММ(D11:D14)	=СУММ(E11:E14)	=СУММ(F11:F14)		
16	Потребность	136	171	71	261	186		

Рисунок 7 – Ввод данных и ограничений для решения транспортной задачи

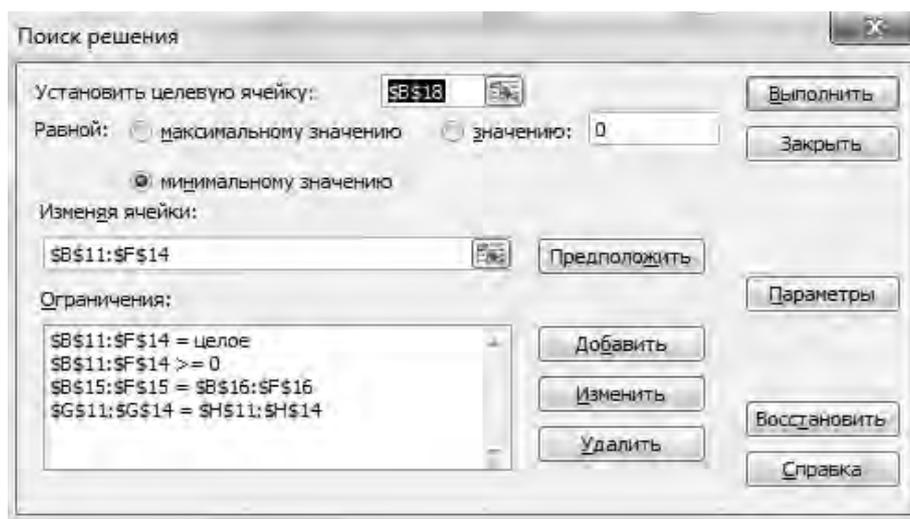


Рисунок 8 – Использование надстройки «Поиск решения»

2 Проверка оптимальности плана с помощью метода потенциалов в процедуре MS Excel «Поиск решения»:

– расчет числа занятых клеток с помощью функции СЧЕТЕСЛИ (рисунок 9).

E18		fx =СЧЕТЕСЛИ(B11:F14;">0")							
	A	B	C	D	E	F	G	H	
7	4	5	3	3,1	5,1	4,4			
8	Таблица - Транспортная таблица								
9	Произв	Потребители					Органи	Объе	
10	одител	1	2	3	4	5	чение 2	м	
11	1	0	0	71	65	110	246	246	
12	2	136	0	0	0	50	186	186	
13	3	0	0	0	196	0	196	196	
14	4	0	171	0	0	26	197	197	
15	Огранич	136	171	71	261	186			
16	Потребн	136	171	71	261	186			
17									
18		3355,25			8	>=		8	

Рисунок 9 – Проверка плана на вырожденность

Так как результат равен 8, опорный план является не вырожденным;

– проверка опорного плана на оптимальность. Найдем потенциалы по занятым клеткам. Для этого нужно составить систему уравнений. Предполагается, что $u_1 = 0$, а $u_i + v_j = c_{ij}$ (стоимость доставки единицы груза). Вызываем команду «Поиск решения». В графе «Установить целевую ячейку» – ссылка отсутствует. Ставим галочку «Равной максимальному значению». В поле «Изменяя ячейки» – массив значений u_i и v_j . Вносим условия системы уравнений в качестве ограничений (рисунок 10). При этом нужно учесть нечетное число $u + v$, задав ограничение несуществующему u или v равно 0.

Рассчитаем оценки свободных клеток S_{ij} по формуле (5). Пример представлен на рисунке 11.

Рисунок 10 – Расчет потенциалов при помощи процедуры «Поиск решения»

=B4-(I2+J2)											
G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
		U _i	V _j								
	1	0	4,1		\$11	0,1	\$31	1,15	\$41	1,15	
	2	-0,1	3,25		\$12	0,75	\$32	0,75	\$43	0	
	3	-0,5	3,35		\$22	0,7	\$33	0,55	\$44	0,35	
	4	-0,25	5		\$23	0,25	\$35	0,25			
	5	0	4,65		\$24	0					

Рисунок 11 – Расчет оценок свободных клеток

План считается оптимальным, если оценки больше или равны 0. В нашем случае все оценки положительные, поэтому план оптимален. Если хотя бы одно значение отрицательно, план не является оптимальным. В этом случае продолжим решение задачи: находим, какой клетке в опорном плане соответствует минимальная оценка. Строим для этой клетки цикл и с учетом изменившихся данных вновь строим опорный план транспортной задачи, применяя инструмент «Поиск решения».

Проводим те же расчеты для нового плана: находим потенциалы, оценки свободных клеток для проверки оптимальности. И так до тех пор, пока оценки свободных клеток не будут больше или равны 0.

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

Вопросы для защиты работы

- 1 Что является целью транспортной задачи?
- 2 Что такое вырожденный опорный план?
- 3 Какие надстройки MS Excel используются для решения транспортной задачи?

3 Применение ABC- и XYZ-анализа в логистике

Цель работы – получить навыки применения ABC- и XYZ-анализа в логистике при помощи пакета MS Excel.

Задание

Провести ABC- и XYZ-анализ, используя методику, представленную в методических рекомендациях. Данные для анализа представлены в таблице 8.



Таблица 8 – Данные об объеме оказанных услуг

Потребитель услуг	Объем оказанных услуг, т·км	Объем оказанных услуг по кварталам, т·км			
		I	II	III	IV
1	434 945	107 400	134 809	82 500	110 236
2	56 480	16 250	14 595	11 250	14 385
3	55 530	16 700	13 589	12 056	13 185
4	1 433	310	361	342	420
5	2 150	480	458	652	560
6	339 707	70 650	87 777	85 600	95 680
7	1 422	444	398	195	385
8	57 499	14 450	13 479	12 120	17 450
9	2 650	570	693	667	720
10	1 400	325	325	355	395
11	286 003	47 650	56 193	96 560	85 600
12	1 620	313	242	520	545
13	55 400	15 250	16 261	12 485	11 404
14	1 470	325	394	315	436
15	2 030	486	566	408	570
16	270 919	77 600	69 519	53 800	70 000
17	65 524	11 300	21 324	21 450	11 450
18	1 112	285	284	265	278
19	1 365	360	255	315	435
20	56 505	16 269	12 336	12 650	15 250

Ход работы

АВС-анализ.

Одним из ключевых методов логистики является АВС-анализ. С его помощью можно классифицировать ресурсы предприятия, товары, клиентов и т. д. по степени важности. При этом по уровню важности каждой вышеперечисленной единице присваивается одна из трех категорий: А, В или С. Программа Excel имеет в своем багаже инструменты, которые позволяют облегчить проведение такого рода анализа.

Согласно методике проведения АВС-анализ, все элементы анализа разбиваются на три критерия по степени важности:

- 1) критерий А – элементы, имеющие в совокупности 80 % удельного веса;
- 2) критерий В – элементы, составляющие 15 % совокупности элементов;
- 3) критерий С – оставшиеся элементы, общая совокупность которых составляет 5 % и менее удельного веса.

Проведем АВС-анализ двумя способами.

Способ 1. Анализ при помощи сортировки. Имеется таблица с перечнем товаров, которые предприятие реализует, и соответствующим количеством вы-



ручки от их продажи за определенный период времени. Внизу таблицы нужно рассчитать сумму выручки в целом по всем наименованиям товаров. Необходимо, используя АВС-анализ, разбить товары на группы по их важности для предприятия.

Методика выполнения.

1 Проведение сортировки по убыванию. Выделяем таблицу с данными, исключая шапку и итоговую строку. Переходим во вкладку «Данные». В блоке инструментов «Сортировка и фильтр» выбираем кнопку «Сортировка». Или во вкладке «Главная» в блоке инструментов «Редактирование» выбираем кнопку «Сортировка и фильтр». Активируется список, в котором выбираем позицию «Настраиваемая сортировка».

Запускается окно настройки сортировки. Устанавливаем галочку около параметра «Мои данные содержат заголовки». В поле «Столбец» указываем наименование той колонки, в которой содержатся данные по выручке. В поле «Сортировка» нужно указать, по какому конкретному критерию будет выполняться сортировка. Оставляем предустановленные настройки – «Значения». В поле «Порядок» выставляем позицию «По убыванию». Нажимаем на кнопку «ОК» в нижней части окна (рисунок 12).

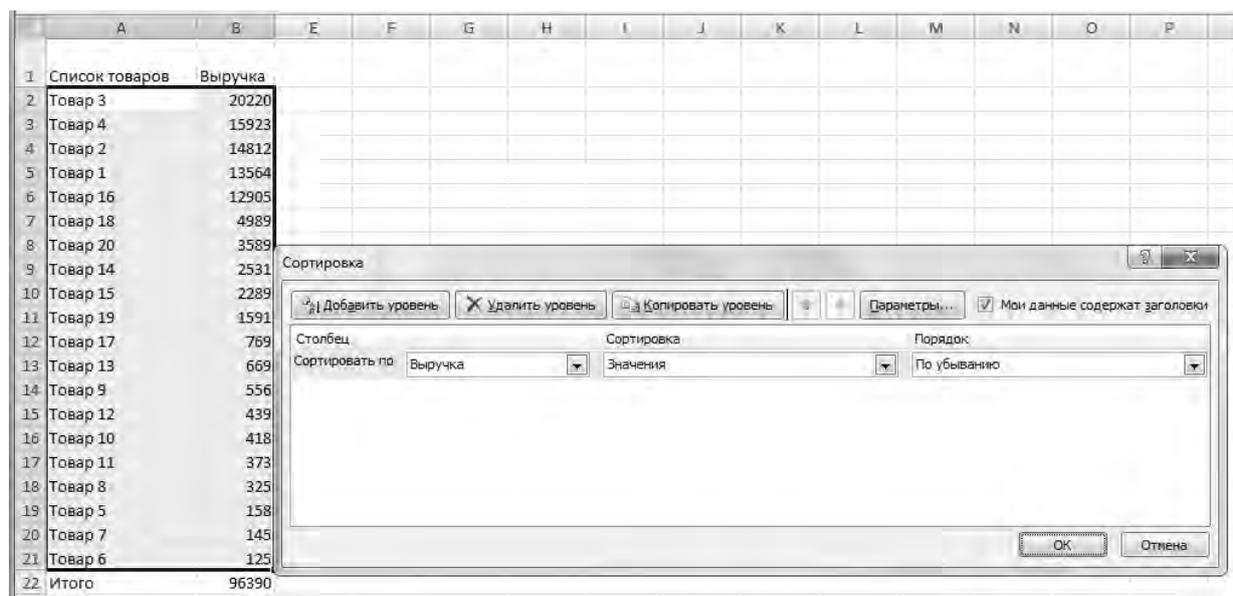


Рисунок 12 – Проведение сортировки данных

2 Расчет удельного веса каждого из элементов для общего итога. Создаем для этих целей дополнительный столбец и рассчитываем удельный вес как частное от деления выручки каждого наименования товара и итоговой выручке.

3 Создание столбца «Накопленная доля с нарастающим итогом». То есть, в каждой строке к индивидуальному удельному весу конкретного товара будет прибавляться удельный вес всех тех товаров, которые расположены в перечне выше.

4 Создание столбца «Группа». Нам нужно будет сгруппировать товары по категориям А, В и С согласно указанной накопленной доле (рисунок 13).

	A	B	C	D	E	F
1	Список товаров	Выручка	Удельный	Доля с	Группа	
2	Товар 3	20220	20,98%	нарастающим	20,98%	A
3	Товар 4	15923	16,52%		37,50%	A
4	Товар 2	14812	15,37%		52,86%	A
5	Товар 1	13564	14,07%		66,94%	A
6	Товар 16	12905	13,39%		80,32%	A
7	Товар 18	4989	5,18%		85,50%	B
8	Товар 20	3589	3,72%		89,22%	B
9	Товар 14	2531	2,63%		91,85%	B
10	Товар 15	2289	2,37%		94,22%	B
11	Товар 19	1591	1,65%		95,87%	B
12	Товар 17	769	0,80%		96,67%	C
13	Товар 13	669	0,69%		97,37%	C
14	Товар 9	556	0,58%		97,94%	C
15	Товар 12	439	0,46%		98,40%	C
16	Товар 10	418	0,43%		98,83%	C
17	Товар 11	373	0,39%		99,22%	C
18	Товар 8	325	0,34%		99,56%	C
19	Товар 5	158	0,16%		99,72%	C
20	Товар 7	145	0,15%		99,87%	C
21	Товар 6	125	0,13%		100,00%	C
22	Итого	96390	100,00%			
23						

Рисунок 13 – ABC-анализ выполненный при помощи сортировки

Способ 2. Использование «Мастера функций». Данный способ используется в случаях, когда требуется провести данный анализ без перестановки строк местами в исходной таблице [5].

Методика выполнения.

1 Добавляем к исходной таблице, содержащей наименование товаров и выручку от продажи каждого из них, колонку «Группа». В первой ячейке столбца «Группа» вставляем функцию, выполнив щелчок по кнопке «Вставить функцию». В категории «Ссылки и массивы» выбираем функцию «ВЫБОР». Синтаксис её представлен следующим образом:

=ВЫБОР(Номер_индекса;Значение1;Значение2;...)

Задачей данной функции является вывод одного из указанных значений, в зависимости от номера индекса. Вводим в поля «Значений» символы «А», «В», и «С».

В аргумент «Номер индекса» нужно встроить несколько дополнительных операторов. Устанавливаем курсор в поле «Номер индекса». Далее открываем список недавно используемых операторов на пиктограмму, имеющую вид треугольника, слева от кнопки «Вставить функцию». Искомая функция ПОИСКПОЗ. Если в списке её нет, то щелкаем по надписи «Другие функции...» и в категории «Ссылки и массивы» выбираем позицию «ПОИСКПОЗ» (рисунок 14).

2 Предназначение функции «ПОИСКПОЗ» – это определение номера позиции указанного элемента.

Синтаксис ее имеет следующий вид:

=ПОИСКПОЗ(Искомое_значение;Просматриваемый_массив;Тип_сопоставления)

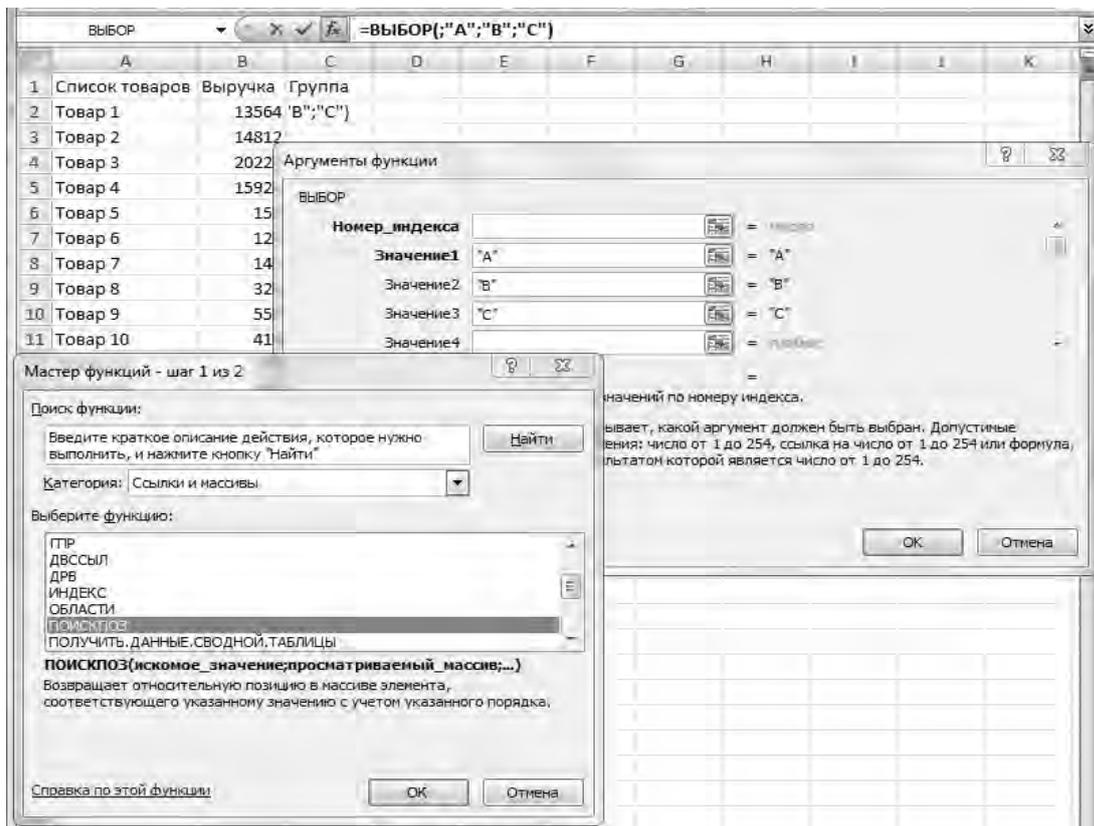


Рисунок 14 – Использование функции «Выбор»

В поле «Просматриваемый массив» задаем выражение: {0:0,8:0,95}. Эти числа обозначают границы накопленной доли между группами.

В поле «Искомое значение» устанавливаем курсор. Далее снова перемещаемся в «Мастер функций» с помощью пиктограммы в виде треугольника.

3 В категории «Математические» выбираем функцию «СУММЕСЛИ».

Указанный оператор суммирует ячейки, отвечающие определенному условию. Его синтаксис такой:

=СУММЕСЛИ(диапазон;критерий;диапазон_суммирования)

В поле «Диапазон» вводим адрес колонки «Выручка», исключая значение итога. Данная ссылка должна быть абсолютной. Для этого производим её выделение и жмем на клавишу F4.

В поле «Критерий» нам нужно задать условие «сортировки» по убыванию и расчет нарастающего итога. В поле вписываем выражение: ">"&

И туда же заносим адрес первой ячейки столбца «Выручка». Делаем координаты по горизонтали в данном адресе абсолютными, дописав перед буквой знак доллара с клавиатуры (рисунок 15).

4 После этого не жмем на кнопку «ОК», а кликаем по наименованию функции ПОИСКПОЗ в строке формул. Данное действие возвращает в окно аргументов функции ПОИСКПОЗ. В поле «Искомое значение» появились данные, заданные оператором СУММЕСЛИ. Переходим в это поле и уже к имеющимся данным добавляем знак «+» без кавычек. Затем вносим адрес первой

ячейки столбца «Выручка». И опять делаем координаты по горизонтали данной ссылки абсолютными, а по вертикали оставляем относительными. Далее берем все содержимое поля «Искомое значение» в скобки, после чего ставим знак деления «/» (рисунок 16). После этого снова через пиктограмму треугольника переходим к окну выбора функций.

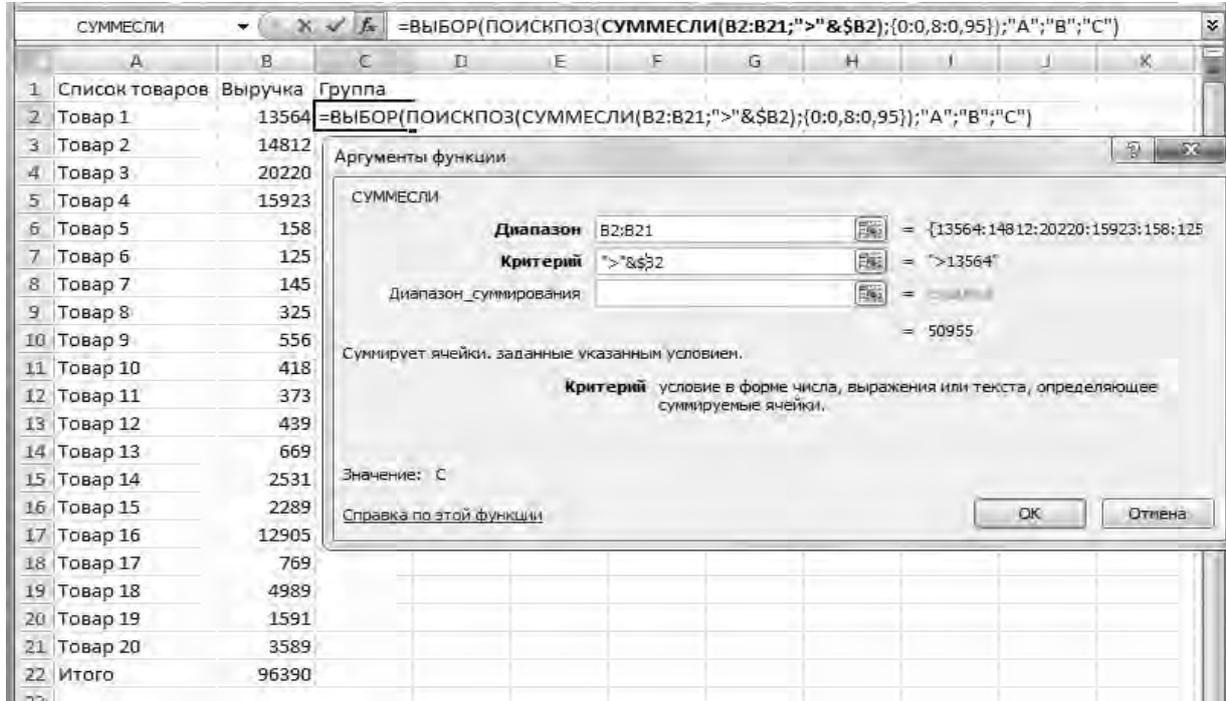


Рисунок 15 – Встраивание функции «СУММЕСЛИ»

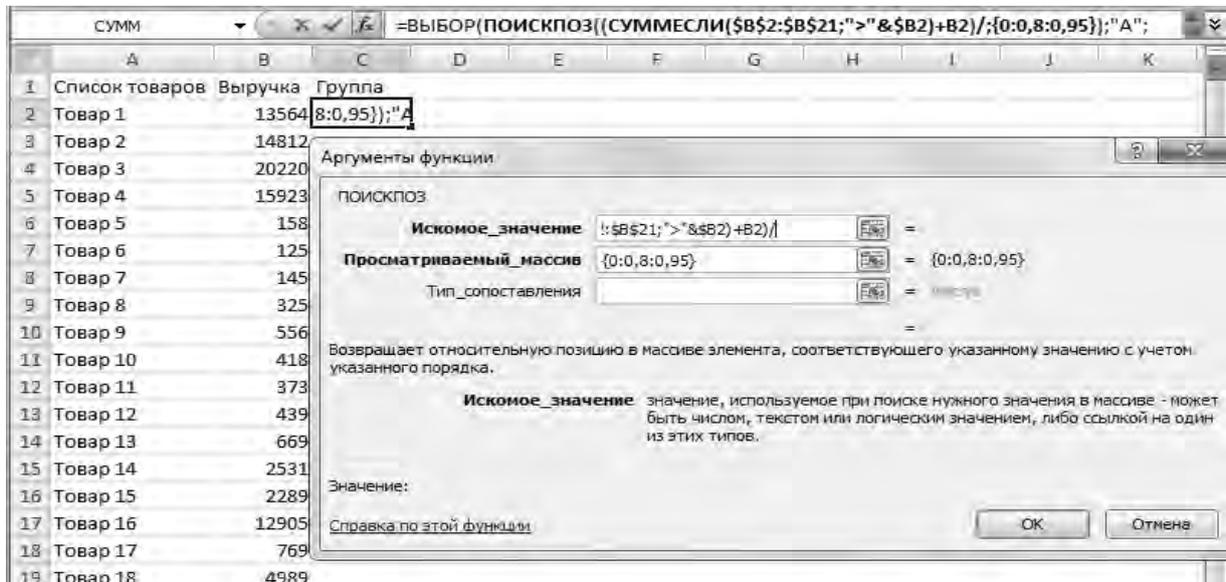


Рисунок 16 – Добавление данных в функцию «СУММЕСЛИ»

5 Выбираем оператор «СУММ» в категории «Математические». В поле «Число1» вводим координаты диапазона столбца «Выручка», координаты диапазона делаем абсолютными, выделив их, и нажав на клавишу F4.

После этого жмем по клавише «ОК» внизу окна (рисунок 17).

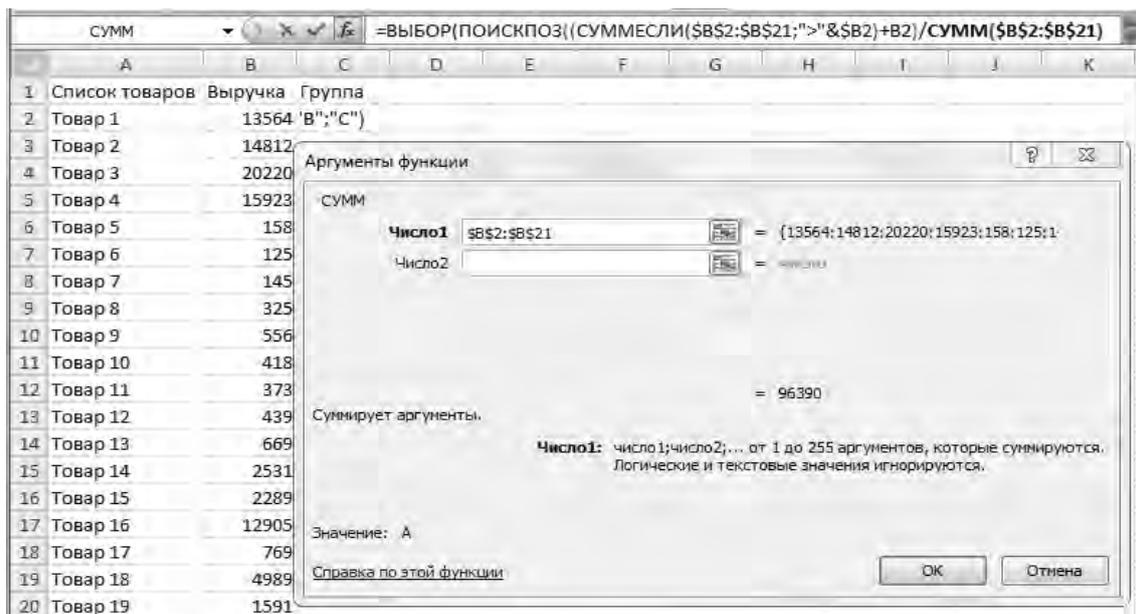


Рисунок 17 – Встраивание функции «СУММ»

В результате первому товару была присвоена группа «А». Полная формула выглядит следующим образом:

=ВЫБОР(ПОИСКПОЗ((СУММЕСЛИ(\$B\$2:\$B\$21;">"&\$B2)+\$B2)/СУММ(\$B\$2:\$B\$21);{0:0,8:0,95});"А";"В";"С").

Далее формулу нужно скопировать в диапазон ниже и ABC-анализ можно считать выполненным.

XYZ-анализ.

XYZ-анализ проводят для распределения данных на группы по уровню прогнозируемости. Этот показатель принято измерять коэффициентом вариации, который характеризует меру разброса данных вокруг средней величины.

Алгоритм XYZ-анализа:

- 1) расчет коэффициента вариации уровня спроса для каждой товарной категории;
- 2) сортировка анализируемых данных по коэффициенту вариации;
- 3) классификация позиций по трем группам – X, Y или Z.

Критерии для классификации и характеристика групп:

- «X» – значение коэффициента вариации находится в диапазоне от 0 до 10 % – товары с самым устойчивым спросом;
- «Y» – от 10 до 25 % – товары с изменчивым объемом продаж;
- «Z» – от 25 % – товары, имеющие случайный спрос.

Для расчета коэффициента вариации можно воспользоваться следующей формулой (рисунок 18):

=СТАНДОТКЛОНП(В3:Н3)/СРЗНАЧ(В3:Н3).

G2		fx =СТАНДОТКЛОНП(C2:F2)/CPЗНАЧ(C2:F2)						
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Список то	Выручка	I квартал	II квартал	III квартал	IV квартал	Коэф. вариации	
2	Товар 1	13564	3350	4320	2540	3354	0,19	
3	Товар 2	14812	3402	4395	3250	3765	0,12	
4	Товар 3	20220	5396	6465	3960	4399	0,19	
5	Товар 4	15923	3385	4265	3250	5023	0,18	
6	Товар 5	158	35	25	45	53	0,27	
7	Товар 6	125	26	23	31	45	0,27	
8	Товар 7	145	45	40	20	40	0,26	
9	Товар 8	325	87	85	65	88	0,12	
10	Товар 9	556	120	125	140	171	0,14	
11	Товар 10	418	96	102	103	117	0,07	
12	Товар 11	373	62	58	126	127	0,36	
13	Товар 12	439	85	76	130	148	0,27	
14	Товар 13	669	150	160	185	174	0,08	
15	Товар 14	2531	560	680	540	751	0,14	
16	Товар 15	2289	548	630	460	651	0,13	
17	Товар 16	12905	3680	3320	2560	3345	0,13	
18	Товар 17	769	184	195	160	230	0,13	
19	Товар 18	4989	1256	1359	1165	1209	0,06	
20	Товар 19	1591	365	350	367	509	0,16	
21	Товар 20	3589	860	790	1860	79	0,71	
22	Итого	96390	23692	27463	20957	24278		

Рисунок 18 – Расчет коэффициента вариации для XYZ-анализа

Классифицируем значения, разделив данные на группы «X», «Y» или «Z». Воспользуемся встроенной функцией «ЕСЛИ»:

=ЕСЛИ(I3<=10%;"X";ЕСЛИ(I3<=25%;"Y";"Z"))).

Вторую функцию «ЕСЛИ» для значения «Y» встраиваем, поставив курсор на поле «Значение_если_ложь» и вызвав функцию «ЕСЛИ» (рисунок 19).

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data in the 'Group' column (H2-H6):

Товар	Коэф. вариации	Группа
Товар 1	0,19	
Товар 2	0,12	
Товар 3	0,19	
Товар 4	0,18	
Товар 5	0,27	

The dialog box for the IF function is open, showing the following configuration:

- Лог_выражение: G2<=25%
- Значение_если_истина: "Y"
- Значение_если_ложь: "Z"

Рисунок 19 – Классификация значений на группы «X», «Y» или «Z»

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

Вопросы для защиты работы

- 1 С какой целью выполняется ABC- и XYZ-анализ?
- 2 По какому принципу подразделяются данные на группы А, В и С?
- 3 С помощью какого коэффициента разделяют данные на группы X, Y и Z?

4 Выбор логистических посредников

Цель работы – получить навыки работы с критериями выбора логистических посредников.

Задание 1

Сравните стоимость смешанных перевозок груза по трем вариантам:

- I – перевозка автомобильным транспортом от предприятия до потребителя;
- II – смешанная автомобильно-железнодорожная перевозка: перевозка автотранспортом до накопительного (распределительного) склада, далее железнодорожным транспортом до другого распределительного склада, откуда уже автотранспортом до потребителя;
- III – перевозка железнодорожным транспортом от подъездных путей предприятия до подъездных путей потребителя (рисунок 20).

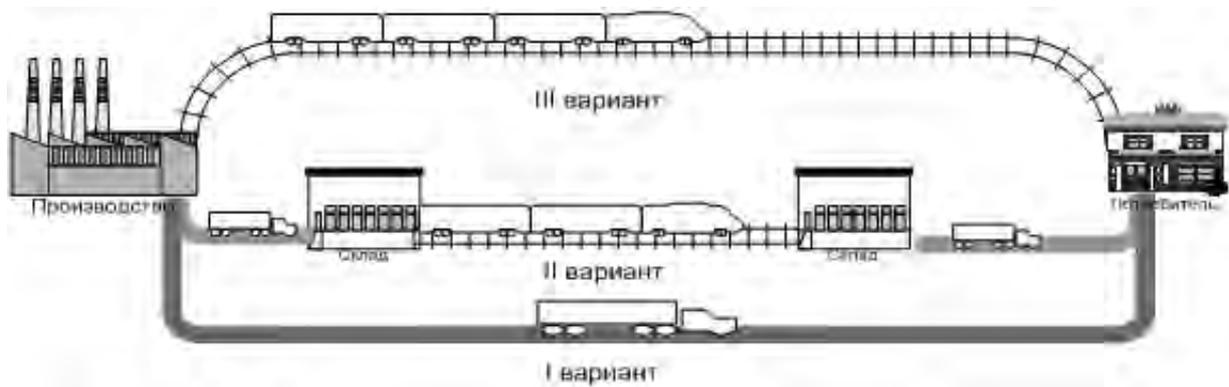


Рисунок 20 – Варианты смешанных перевозок груза

Параметры для расчетов и их обозначения представлены в таблицах 9–11 (варианты исходных данных для расчетов).

Решение оформить в виде таблицы Excel. Оформление приведено в таблице 12.

Задание 2

Пусть в условиях предыдущей задачи имеются дополнительные условия (таблица 13).

Таблица 9 – Обозначения параметров для расчета задачи

Наименование параметра	Обозначение параметра
Объем груза, т	Q
Цена единицы груза, р./т	$Ц$
Потери груза при железнодорожной перевозке, %	$П_{Ж}$
Потери груза при автомобильной перевозке, %	$П_{А}$
Затраты на погрузку (выгрузку) груза на железнодорожный вагон, р./т	$z_{Ж}$
Затраты на погрузку (выгрузку) груза на автотранспорт, р./т	$z_{А}$
Затраты на упаковку груза при железнодорожной перевозке, р./т	$u_{Ж}$
Затраты на упаковку груза при автомобильной перевозке, р./т	$u_{А}$
Затраты на перевозку автомобильным транспортом, р./т.км	$T_{А}$
Затраты на перевозку железнодорожным транспортом, р./т.км	$T_{Ж}$
Расстояние перевозки автотранспортом по I варианту, км	L_I^A
Расстояние перевозки автотранспортом от производителя до распределительного склада по II варианту, км	L_{II}^{A1}
Расстояние перевозки автотранспортом от распределительного склада до потребителя по II варианту, км	L_{II}^{A2}
Расстояние перевозки по железной дороге по II варианту, км	$L_{II}^{Ж}$
Расстояние перевозки по железной дороге по III варианту, км	$L_{III}^{Ж}$
Грузоподъемность железнодорожного вагона, т	$g_{Ж}$
Грузоподъемность грузового автомобиля, т	$g_{А}$
Среднее время доставки груза железнодорожным транспортом, км/сут	$t_{Ж}$
Среднее время доставки груза автомобильным транспортом, км/сут	$t_{А}$
Среднее время нахождения вагонов под погрузкой и выгрузкой, сут	$t_{Ж}^{не}$
Мощность грузового фронта по погрузке/ выгрузке груза, т/сут	$n_{Ж}$
Среднее время погрузки/выгрузки автомобиля, сут	$t_{А}^{не}$

Таблица 10 – Исходные данные к заданию 1

Параметры	Вариант исходных данных									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Q , т	560	700	450	850	1 100	520	380	900	650	750
L_I^A , км	1 500	2 000	1 500	2 000	1 400	1 800	2 200	800	950	1 300
L_{II}^{A1} , км	130	90	120	85	120	110	90	150	160	90
$Ц$, р./т	3 900	5 200	3 800	4 500	5 500	4 800	4 100	4 500	3 800	4 200
L_{II}^{A2} , км	110	120	90	115	95	105	125	65	70	130
$L_{II}^{Ж}$, км	1 180	1 580	1 060	1 640	1 220	1 380	1 840	990	960	1 040
$L_{III}^{Ж}$, км	1 400	1 800	1 350	1 800	1 350	1 650	1 950	1 200	1 100	1 250

Таблица 11 – Исходные данные к заданию 1

Параметры	Значение параметра	Параметры	Значение параметра
$P_{Ж}, \%$	0,5	$P_{А}, \%$	0,1
$z_{Ж}, \text{р./т}$	250	$z_{А}, \text{р./т}$	150
$T_{Ж}, \text{р./т.км}$	2,15	$T_{А}, \text{р./т.км}$	5,5
$u_{Ж}, \text{р./т}$	20	$u_{А}, \text{р./т}$	350

Таблица 12 – Расчет затрат по вариантам смешанных перевозок

Показатель	Вариант I	Вариант II	Вариант III
Затраты на погрузку/выгрузку груза			
Затраты на упаковку груза			
Затраты на перевозку груза			
Расходы при потере груза при транспортировке			
Суммарные затраты			

Таблица 13 – Исходные данные к заданию 2

Параметры	Значение параметра	Параметры	Значение параметра
$g_{Ж}, \text{т}$	45	$g_{А}, \text{т}$	15
$t_{Ж}, \text{км/сут}$	350	$t_{А}, \text{км/сут}$	600
$t_{Ж}^{не}, \text{сут}$	1,2	$t_{А}^{не}, \text{сут}$	0,15
$n_{Ж}, \text{т/сут}$	450		

Определить рациональный вариант перевозки груза из первого и третьего вариантов перевозки, если груз может подаваться под погрузку через один грузовой фронт (т. е. грузиться вагоны и автомобили могут последовательно).

Задание 3

Пусть в условиях задания 1 и 2 требуется обеспечить доставку груза точно в срок. Рассчитать предельное время отклонения доставки грузов автомобильным и железнодорожным транспортом, если увеличение времени доставки груза автомобильным транспортом в зависимости от расчетного составляет

$$\Delta A(t_A) = \frac{0,05t_A}{2+t_A}, \quad \text{а железнодорожным транспортом} \quad \Delta \mathcal{K}(t_{Ж}) = \frac{0,1t_{Ж}}{1+t_{Ж}},$$

где t_A ($t_{Ж}$) – расчетное время доставки груза автомобильным (железнодорожным) транспортом. В качестве исходных данных для расчетов использовать результаты расчетов задания 2.

Ход работы

В большинстве практических ситуаций перед менеджерами стоит задача маршрутизации грузопотока в вариантной постановке: требуется из возможных

(допустимых) вариантов выбрать вариант перевозки, обеспечивающий наилучшее значение одного критерия (затрат, времени, сохранности груза, гарантированности поставки и др.) или набора критериев. В анализе вариантов перевозки могут учитываться: объем груза; вид транспорта; вид транспортного средства; варианты перегрузки груза из одного вида транспорта на другой вид транспорта; форма (необходимость) упаковки груза; объем заказа груза; гарантированное время доставки; наличие промежуточных пунктов хранения; затраты на хранение груза; расходы на перегрузку и др.

1 Организация перевозок грузов по всем вариантам включает следующие виды расходов: на погрузку и выгрузку груза, упаковку груза, перевозку груза, потери груза при транспортировке.

Расчет расходов по варианту I (автомобильный транспорт) проводят по формуле

$$Z_I = 2Q z_A + Qu_A + QL_A^A T_A + Q \frac{\Pi_A}{100} Ц. \quad (6)$$

Расчет расходов по третьему варианту (железнодорожный транспорт):

$$Z_{III} = 2Q z_{Ж} + Qu_{Ж} + QL_{III}^{Ж} T_{Ж} + Q \frac{\Pi_{Ж}}{100} Ц. \quad (7)$$

Организация перевозки по второму варианту (автомобильный и железнодорожный транспорт) включает аналогичные расходы:

$$Z_{II} = 4Q z_A + Qu_A + Q(L_{II}^{A1} + L_{II}^{A2}) T_A + Q \frac{\Pi_A}{100} Ц + 2Q z_{Ж} + QL_{II}^{Ж} T_{Ж} + Q \frac{\Pi_{Ж}}{100} Ц. \quad (8)$$

Во втором варианте перевозки расходы, связанные с упаковкой груза отнесены к автомобильным перевозкам.

2 Время организации перевозки по каждому из вариантов будут складываться из:

- времени на погрузку и выгрузку груза,
- время нахождения груза в пути следования.

Учитывая непрерывность погрузки/выгрузки на автомобильный и железнодорожный транспорт, нужно рассчитать следующие показатели:

- время погрузки груза $t_0^{Ж}$, сут, на железнодорожный транспорт

$$t_0^{Ж} = \frac{Q}{n_{Ж}}; \quad (9)$$

- время погрузки груза t_0^A , сут, на автомобильный транспорт

$$t_0^A = \frac{Q}{g_A} t_A^{ng}; \quad (10)$$



– время перевозки груза железнодорожным транспортом $t_n^{\mathcal{K}}$, сут, на расстояние L

$$t_n^{\mathcal{K}} = \frac{L}{t_{\mathcal{K}}}; \quad (11)$$

– время перевозки груза t_n^A , сут, автомобильным транспортом на расстояние L

$$t_n^A = \frac{L}{t_A}. \quad (12)$$

Тогда время, затрачиваемое по варианту I, находим формуле

$$t_1^{\Sigma} = t_0^A + \frac{L_I^A}{t_A} + t_A^{ne}, \quad (13)$$

а по варианту III – по формуле

$$t_{III}^{\Sigma} = 2t_{\mathcal{K}}^{ne} + t_0^{\mathcal{K}} + \frac{L_{III}^{\mathcal{K}}}{t_{\mathcal{K}}}, \quad (14)$$

Пример решения задания 3

Пусть груз автотранспортом доставляется за 3 сут, а железнодорожным транспортом – 4,8 сут. Тогда

$$\Delta A(t_A) = \frac{0,05 \cdot 3}{2 + 3} = 0,03 \text{ сут};$$

$$\Delta \mathcal{K}(t_A) = \frac{0,1 \cdot 4,8}{2 + 4,8} = 0,08 \text{ сут}.$$

Максимальное увеличение продолжительности времени доставки груза железнодорожным транспортом составит $(1 + 0,08) \cdot 4,8 = 5,18$ сут, а автомобильным транспортом $(1 + 0,03) \cdot 3 = 3,09$ сут.

Принятие решения по выбору варианта доставки груза остается за менеджером с учетом производственной и иной специфики [3].

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



Вопросы для защиты работы

- 1 Какие критерии учитываются при выборе логистического посредника?
- 2 Из каких составляющих складывается время организации перевозки?
- 3 Как рассчитать предельное время отклонения доставки грузов?

5 Выбор схемы и способа транспортировки

Цель работы – получить навыки расчета стоимости транспортных услуг, как основного критерия выбора схемы и способа транспортировки.

Задание

Количество минеральных удобрений, которое следует перевезти, – 600 т. Расстояние перевозки: транзитного транспорта (железнодорожного, автомобильного, речного): 100, 300, 600, 1000, 2000, 3000 км. До речного транспорта груз доставляется местным автомобильным и железнодорожным транспортом (расстояние составляет 50 км). Транзитный железнодорожный и автомобильный перевозчик забирает груз непосредственно от завода-производителя удобрений до районной распределительной базы, имеющей необходимые подъездные пути. Стоимость одной тонны калийных удобрений – 2,5 тыс. р. Среднегодовая процентная ставка Нацбанка – 10 %.

Способы перевозки минеральных удобрений – навалом, в транспортных пакетах, контейнерах. Виды используемых транспортных средств: вагоны и полувагоны, автомобили-минераловозы, универсальные сухогрузные суда. Перевозка минеральных удобрений осуществляется в соответствии с предъявляемым способом перевозки.

Минимальная отправка минеральных удобрений: при перевозке навалом в специализированном автомобиле – 6 т, в специализированном вагоне – 60 т, в речном судне – 600 т; при перевозке в транспортной таре в большегрузном автомобиле – 20 т, в полувагоне – 60 т, в судне – 600 т.

Данные о тарифах и нормах естественной убыли представлены в таблицах 14 и 15.

Определить зависимость стоимости транспортирования от дальности перевозки груза. Сделать выводы. Для этого выполнить следующие этапы:

- 1) провести расчет стоимости отдельных транспортных работ по формулам (16)–(18);
- 2) определить суммарную стоимость транспортирования минеральных удобрений по всем обусловленным схемам доставки, применяя формулу (15);
- 3) построить графики ряда суммарной стоимости перевозки в таре и без тары соответственно;
- 4) выбрать наилучший вид тренда на основании графического изображения и значения коэффициента детерминации;
- 5) определить функциональную зависимость суммарных затрат на перевозку от расстояния.



Таблица 14 – Данные о тарифах и продолжительности перевозки

Тип перевозки	Диапазон расстояний, км	Тарифная ставка на перевозку груза, р./т	Суммарный сбор на погрузку-выгрузку перевозимого груза, р./т	Общая продолжительность доставки груза, сут
1 Железнодорожный транспорт	До 100	40	16,5	1,5
	101...499	50	16,5	2
	500...999	60	16,5	2,5
	1000...1999	70	16,5	3
	2000...2999	80	16,5	3,5
	3000...3999	90	16,5	4
2 Автомобильный транспорт	До 100	30	12	0,5
	101...499	90	12	1
	500...999	168	12	1,5
	1000...1999	240	12	2,5
	2000...2999	300	12	3
	3000...3999	360	12	4
3 Речной транспорт	До 100	60	18,6	1
	101..499	70	18,6	2
	500..999	80	18,6	3
	1000...1999	90	18,6	5
	2000...2999	100	18,6	8
	3000..3999	110	18,6	11

Таблица 15 – Нормы естественной убыли

Тип перевозки	Наименование грузов, видов тары и способов перевозок	Нормы естественной убыли, процент от массы груза
1 Железнодорожный транспорт	Минеральные удобрения без тары, кроме перевозимых в специальных вагонах	0,7
	Минеральные удобрения в затаренном виде, а также перевозимые в специальных вагонах Примечание – при смешанных железнодорожно-водных перевозках и при перевозках по железнодорожным линиям разной колеи нормы естественной убыли массы увеличиваются: на каждую перевалку с железной дороги на воду и обратно на 30 %; на каждую перегрузку из вагона в вагон на 30 %	0,07
2 Авто-транспорт	Удобрение минеральное всех видов в мешках полиэтиленовых	0,05
	Удобрение минеральное калийное насыпью	0,3
3 Речной транспорт	Грузы группы химических и минеральных удобрений без тары	1,0
	Грузы группы химических и минеральных удобрений в таре	0,5



Ход работы

1 Проведение расчета стоимости отдельных транспортных работ и суммарной стоимости транспортировки.

Основными критериями, используемыми грузоотправителями при оценке видов транспорта и схем доставки, являются стоимость и время доставки.

Для определения стоимости транспортирования партии груза по той или иной транспортно-технологической схеме предлагается использовать следующее выражение:

$$C_{cn} = C_{\partial} + CB_{з} + C_{зм} + C_{нг}, \quad (15)$$

где C_{∂} – стоимость транспортирования груза от определенного завода-производителя до районной распределительной базы, р.;

$C_{вз}$ – стоимость возврата специализированных транспортных средств и средств транспортирования (пакетирования и др.), р.;

$C_{зм}$ – величина издержек по сохранности запасов в пути, р.;

$C_{нг}$ – стоимость несохранности груза при доставке (определяется с учетом принятых нормативов потерь или установленных норм естественной убыли), р.

Стоимость транспортировки груза от определенного завода-производителя до районной распределительной базы рассчитывается по формуле, р.:

$$C_{\partial} = G_n \cdot (S_{пер} + S_{пп}), \quad (16)$$

где G_n – количество предъявленного к перевозке груза, т;

$S_{пер}$ – тарифная ставка за перевозку груза, р./т;

$S_{пп}$ – суммарный сбор на погрузку-выгрузку перевозимого груза, р./т.

Величина издержек по сохранности запасов в пути определяется по формуле, р.

$$C_{зм} = \frac{G_n \cdot Ц \cdot C_{\partial} \cdot \sum t}{100 \cdot 365}, \quad (17)$$

где $Ц$ – стоимость груза, р./т;

C_{∂} – среднегодовая процентная ставка Нацбанка, %;

$\sum t$ – общая продолжительность доставки груза, сут.

Стоимость несохранности груза определяется с учетом принятых нормативов потерь или установленных норм естественной убыли, р.:

$$C_{нг} = \frac{G_n \cdot Ц \cdot N_{уб}}{100}, \quad (18)$$

где $N_{уб}$ – норма естественной убыли груза при перевозке, % [7].

Расчет представить в таблице 16.



Таблица 16 – Результаты расчета стоимости транспортирования

Расстояние перевозки	Стоимость транспортировки	Затраты на запасы в пути	Затраты на естественную убыль груза		Суммарная стоимость перевозки	
			В таре	Без тары	В таре	Без тары

2 Построение графика суммарной стоимости и определение функциональной зависимости с помощью MS Excel «Линии тренда».

В MS Excel линия тренда может быть добавлена в диаграмму с областями гистограммы или в график. Для этого:

- 1) по исходным данным построить график;
- 2) выделить область построения диаграммы; в главном меню выбрать Диаграмма/Добавить линию тренда;
- 3) в появившемся диалоговом окне (рисунок 20) выберите вид линии тренда и задайте соответствующие параметры. Для полиномиального тренда необходимо задать степень аппроксимирующего полинома, для скользящего среднего – количество точек усреднения.

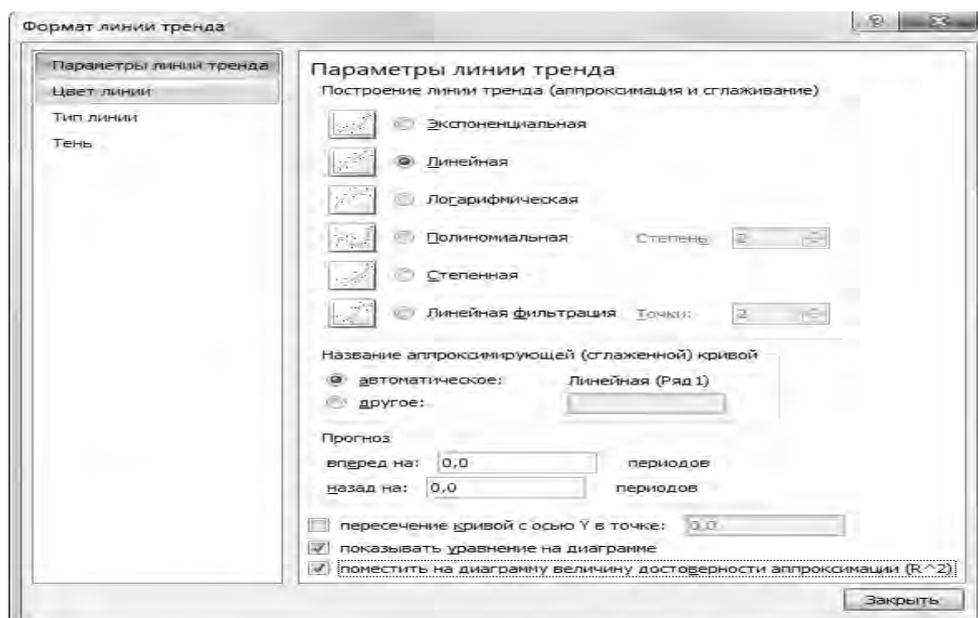


Рисунок 20 – Диалоговое окно типов линий тренда

В том же диалоговом окне на закладке «Параметры» можно задать прогноз на определенное количество периодов, и устанавливаются флажки для вывода уравнения регрессии и величины коэффициента детерминации. Щелкните по кнопке ОК.

Коэффициент детерминации показывает, насколько точно описывает теоретическая функция анализируемый ряд данных. Чем ближе R^2 к единице, тем точнее результат. В нашем случае $R^2 = 0,9978$, т. е. функция прямой точно описывает зависимость (рисунок 21). Если $R^2 < 0,98$, следует поискать более подходящую линию тренда.

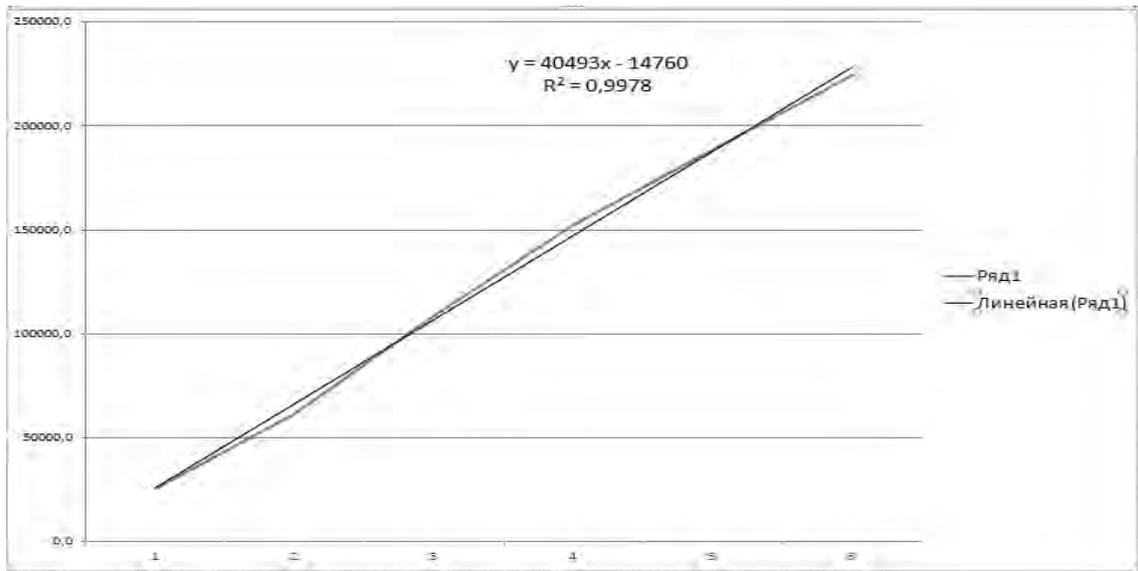


Рисунок 21 – Диалоговое окно параметров линии тренда

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

Вопросы для защиты работы

- 1 Из каких составляющих состоит суммарная стоимость транспортировки?
- 2 Как определяются величина издержек по сохранности запасов в пути?
- 3 Что показывает коэффициент детерминации?

6 Расчет места расположения склада

Цель работы – получить навыки расчета стоимости транспортных услуг, как основного критерия выбора схемы и способа транспортировки.

Задание 1

Определение месторасположения распределительного склада.

Пусть известны месторасположения производителей продукции – координаты (x_i^0, y_i^0) и потребителей продукции – (x_j^n, y_j^n) , $i = 1, 2, \dots, n$, $j = 1, 2, \dots, m$, объемы поставки продукции Q_i , $i = 1, 2, \dots, n$, объемы потребности в продукции в пунктах получения R_j , $j = 1, 2, \dots, m$.

Определить координаты месторасположения склада, для $n = 6$ пунктов поставки продукта и $m = 7$ пунктов потребления, координаты и объемы поставок которых приводятся в таблицах 17–20.

Расчеты провести в трех вариантах: с учетом пунктов поставки продукции, с учетом пунктов потребления продукции, с учетом пунктов поставки и потребления продукта. Привести координаты расположения пунктов поставок и потребления, их объемов и координаты месторасположения распределительно-

го склада в координатной сетке. Провести анализ координат расположения распределительного склада.

Таблица 17 – Месторасположения производителей продукции

(x_i^0, y_i^0)	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	(50, 40)	(70, 50)	(10, 40)	(40, 20)	(10, 50)	(60, 70)	(10, 20)	(20, 30)	(50, 70)	(20, 50)
2	(100, 60)	(50, 90)	(90, 30)	(100, 90)	(90, 60)	(30, 60)	(30, 20)	(60, 40)	(90, 40)	(90, 80)
3	(70, 40)	(20, 30)	(70, 30)	(100, 40)	(80, 50)	(90, 40)	(60, 60)	(20, 90)	(40, 40)	(10, 40)
4	(60, 30)	(50, 70)	(40, 60)	(80, 80)	(60, 90)	(100, 60)	(90, 40)	(50, 90)	(90, 80)	(90, 40)
5	(70, 40)	(80, 70)	(10, 50)	(40, 90)	(10, 20)	(10, 50)	(60, 80)	(10, 60)	(20, 80)	(80, 90)
6	(90, 60)	(60, 30)	(40, 60)	(80, 20)	(30, 20)	(90, 60)	(80, 90)	(60, 80)	(50, 80)	(40, 50)

Таблица 18 – Месторасположения потребителей продукции

(x_j^n, y_j^n)	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	(70, 80)	(90, 0)	(20, 40)	(0, 50)	(60, 70)	(80, 10)	(0, 60)	(30, 80)	(70, 40)	(20, 80)
2	(40, 0)	(70, 90)	(100, 40)	(80, 80)	(80, 30)	(0, 30)	(50, 40)	(50, 50)	(60, 90)	(40, 30)
3	(10, 70)	(10, 30)	(0, 60)	(40, 0)	(0, 60)	(40, 50)	(0, 40)	(100, 70)	(20, 50)	(70, 80)
4	(20, 30)	(70, 60)	(20, 40)	(10, 50)	(30, 70)	(0, 10)	(40, 30)	(20, 40)	(30, 80)	(10, 80)
5	(40, 0)	(100, 40)	(0, 90)	(60, 40)	(90, 50)	(70, 60)	(40, 40)	(100, 90)	(30, 80)	(40, 10)
6	(70, 80)	(10, 40)	(70, 20)	(20, 80)	(70, 100)	(70, 60)	(40, 90)	(70, 60)	(100, 20)	(0, 10)
7	(80, 90)	(50, 50)	(70, 60)	(70, 0)	(30, 70)	(80, 50)	(40, 40)	(50, 40)	(60, 40)	(40, 30)

Таблица 19 – Объемы поставки продукции

Q_i	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	260	360	390	300	120	350	120	100	110	180
2	350	370	160	200	120	270	200	120	180	370
3	230	140	350	230	380	280	120	90	220	170
4	270	360	200	310	120	360	150	380	240	380
5	190	380	180	280	90	180	290	100	320	120
6	340	380	150	110	150	310	280	390	210	150

Таблица 20 – Объемы потребности в продукции

R_j	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	380	330	350	260	170	320	330	340	190	280
2	360	280	340	160	310	200	210	250	230	380
3	140	120	130	330	240	210	150	290	360	350
4	350	150	270	240	110	320	190	220	250	280
5	390	170	260	170	110	190	360	210	240	170
6	120	110	240	270	240	270	150	110	190	270
7	380	280	130	240	110	280	230	290	190	190

Задание 2

Определить месторасположение распределительного склада с учетом дополнительных расходов к тарифам на перевозку от пунктов поставки и (или) потребления, т. е. известны T_i (T_j) – коэффициенты изменения тарифа при организации перевозки от пункта поставки i (получения j), $i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, m$.

Расчеты провести в трех вариантах: с учетом пунктов поставки продукта, с учетом пунктов потребления продукта, с учетом пунктов поставки и потребления продукта. Привести координаты расположения пунктов поставок и потребления, их объемов и координаты месторасположения склада в координатной сетке. Провести анализ координат расположения распределительного склада.

Коэффициенты изменения тарифа при организации перевозки представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Коэффициенты изменения тарифа при организации перевозки

i	1	2	3	4	5	6	–
T_i	0,9	0,95	1,0	1,05	0,85	1,0	–
j	1	2	3	4	5	6	7
T_j	0,95	1,1	0,85	0,9	0,95	1,05	0,8

Задание 3

Определить месторасположение распределительного склада как взвешенного центра спроса. Для расчетов использовать данные задания 1.

Задание 4

Для пунктов поставок определить координаты размещения двух распределительных складов по критерию минимум транспортных издержек. Исходные данные координат пунктов поставок и объемов поставок приведены в задании 1. Привести изображение в координатной сетке расположения пунктов поставок и распределительных складов. Сравнить результаты расчетов.



Ход работы

1 В соответствии с учетом объемов поставок и (или) получения и координат расположения пунктов поставок и (или) получения координаты расположения распределительного склада (x_s, y_s) определяются по формулам:

$$x_s = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i x_i}{\sum_{i=1}^n Q_i}; \quad y_s = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i y_i}{\sum_{i=1}^n Q_i}. \quad (19)$$

Например, для десятого варианта расчет координат расположения склада определяет месторасположение склада в точке с координатами $(64,5; 57,6)$. Промежуточные расчеты представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Расчет координат расположения склада

i	Q_i	x_i^0	y_i^0	$Q_i x_i^0$	$Q_i y_i^0$
1	180	20	50	3 600	9 000
2	370	90	80	33 300	29 600
3	170	10	40	1 700	6 800
4	380	90	40	34 200	15 200
5	120	80	90	9 600	10 800
6	150	40	50	6 000	7 500
Сумма	1370			88 400	78 9000

Координаты месторасположения пунктов поставки с учетом их объемов и координаты склада приведены на рисунке 22.

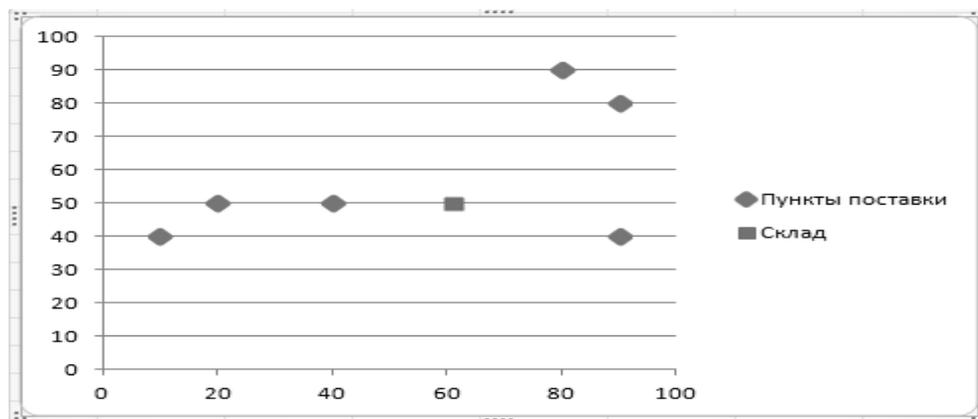


Рисунок 22 – Расположение пунктов поставок и распределительного склада

3 Координаты распределительного центра определяются решением задачи с целевой функцией по формуле

$$P(x_S, y_S) = \sum_{i=1}^n Q_i \sqrt{(x_S - x_i)^2 + (y_S - y_i)^2} \rightarrow \min_{(x_S, y_S)}. \quad (20)$$

Аналогично предыдущим заданиям, в расчетах можно использовать пункты поставки и (или) получения.

Решение задачи аналитическим способом не представляется возможным, можно применить итерационные численные методы. Для этого предлагается использовать надстройку «Поиск решения» в MS Excel.

Рассмотрим задачу, приведенную в задании 2. Исходные данные для примера и результаты расчетов представлены на рисунке 23:

– расчет взвешенного расстояния P_i от пункта i до распределительного склада (x_S, y_S) . P_1 в ячейке E2 вычисляется как $P_1 = D2 * ((\$B\$9 - B2) ^ 2 + (\$B\$10 - C2) ^ 2) ^ (1/2)$, значения нижних ячеек получаем копированием этой ячейки;

– в ячейке E8 вычисляется сумма вышестоящих ячеек, т. е. =СУММ(E2:E7);

– в надстройке «Поиск решения» устанавливаем целевую ячейку $\$E\8 в «минимальное значение», «изменяя ячейки» $\$B\$9:\$B\10 (координаты распределительного склада).

Результаты расчетов приводятся на рисунке 23, где также приводится диаграмма расположения пунктов и распределительного склада.

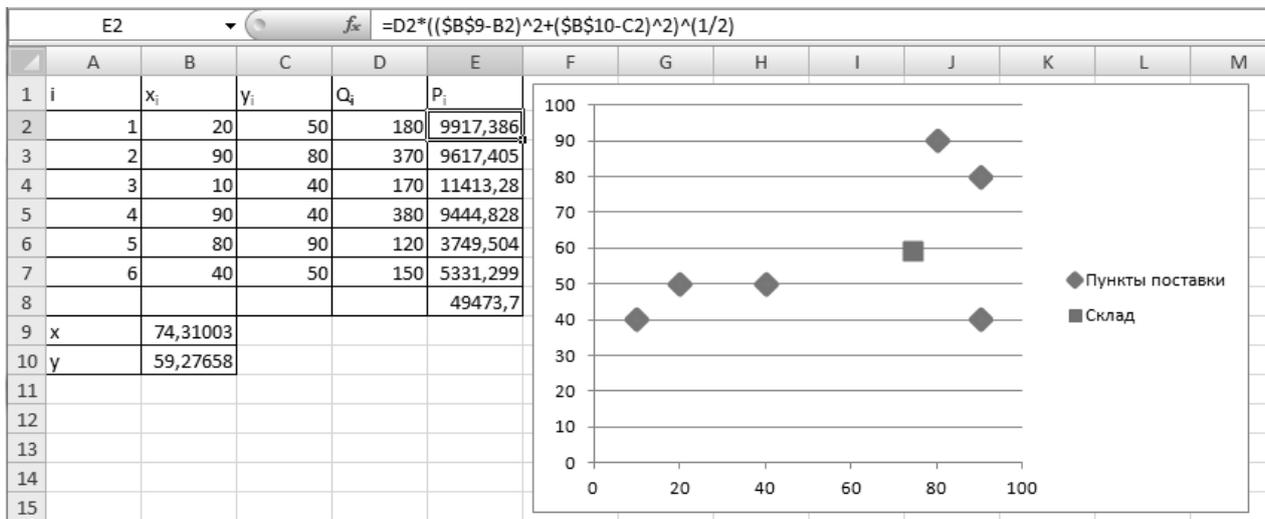


Рисунок 23 – Расчет месторасположения склада в MS Excel

4 Пусть требуется определить координаты размещения двух складов (x_k, y_k) и (x_l, y_l) . Обозначим

$$r_i^k = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-й пункт поставки будет} \\ & \text{доставлять продукт на склад } k; \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases} \quad (21)$$

$$r_i^l = 1 - r_i^k. \quad (22)$$

Объемы складов определить по следующим формулам:

$$Q_S^k = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n Q_i; \quad (23)$$

$$Q_S^l = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n Q_i + \max_i Q_i + \min_i Q_i, \quad (24)$$

где Q_S^k (Q_S^l) – объем склада k (l).

Для существования решения будем полагать, что выполняется условие $|Q_S^k - Q_S^l| \geq \max_i Q_i$ и $\Delta Q + \sum_{i=1}^n Q_i < Q_S^k + Q_S^l$, $\Delta Q = \max_i Q_i + \min_i Q_i$.

Требуется найти (x_k, y_k) , (x_l, y_l) , r_i^k и r_i^l , доставляющие минимум функции суммарных транспортных затрат доставки продукта на распределительные склады с координатами (x_k, y_k) и (x_l, y_l) , т. е.

$$Z = \sum_{i=1}^n \left(Q_i \left(r_i^k \sqrt{(x_k - x_i)^2 + (y_k - y_i)^2} + r_i^l \sqrt{(x_l - x_i)^2 + (y_l - y_i)^2} \right) \right) \rightarrow \min, \quad (25)$$

при ограничениях

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n Q_i r_i^k \leq Q_S^k; \\ \sum_{i=1}^n Q_i r_i^l \leq Q_S^l. \end{cases} \quad (26)$$

Для учета неравномерности тарифов можно использовать в определении целевой функции Z коэффициенты T_i (см. задание 2).

Для выполнения задания с использованием надстройки «Поиск решения» MS Excel необходимо выполнить расчеты, представленные на рисунке 24.

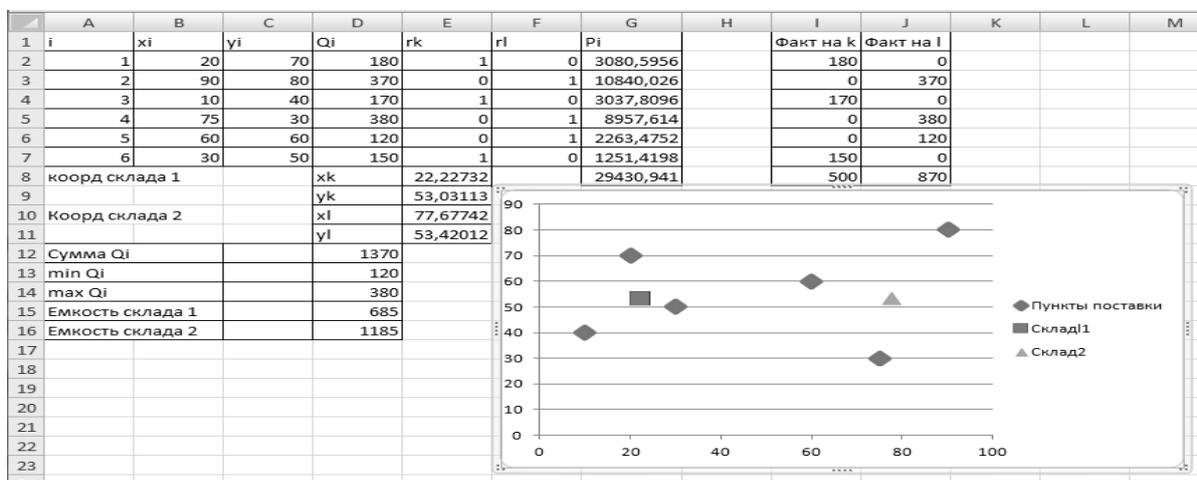


Рисунок 24 – Расчеты задания 4 в MS Excel

Формулы расчета основных ячеек рабочего листа приведены в таблице 23, а параметры окна «Поиск решения» – на рисунке 25. Дополнительными параметрами для «Поиска решения» является условие неотрицательности переменных (т. к. координаты всех пунктов положительны) [3].

Таблица 23 – Расчетные формулы ячеек

Адрес ячейки	Расчетная формула
F2	=1-E2
G2	=D2*(E2*((E\$8-B2)^2+(E\$9-C2)^2)^(1/2)+F2*((E\$10-B2)^2+(E\$11-C2)^2)^(1/2))
I2	=\$D2*E2
J2	=\$D2*F2
G8	=СУММ(G2:G7)
I8	=СУММ(I2:I7)
J8	=СУММ(J2:J7)
D12	=СУММ(D2:D7)
D13	=МИН(D2:D7)
D14	=МАКС(D2:D7)
D15	=D12/2
D16	=D15+D13+D14

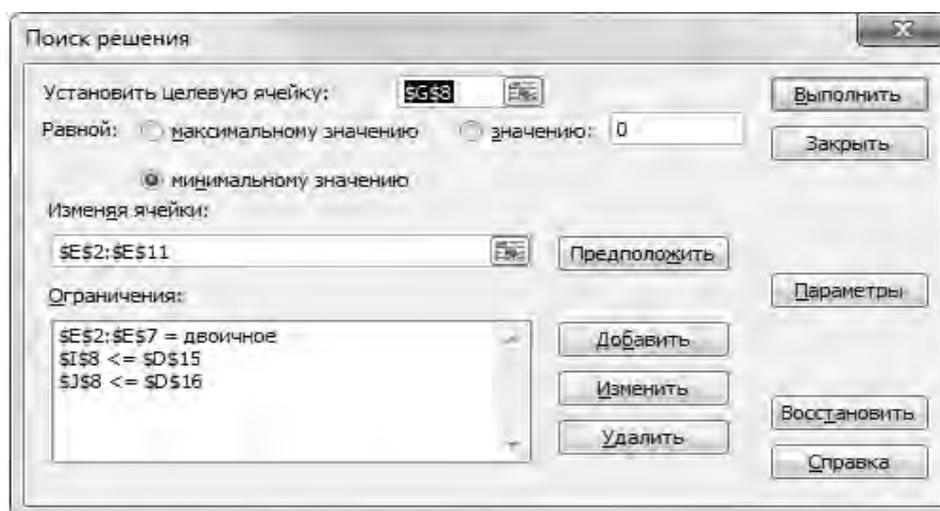


Рисунок 25 – Окно «Поиск решения» для задания 4

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

Вопросы для защиты работы

- 1 Как рассчитываются координаты склада с учетом объемов поставок и координат расположения пунктов поставок?
- 2 Как рассчитываются координаты склада с учетом объемов поставок, ко-

ординат расположения пунктов поставок и коэффициентов изменения тарифов при транспортировке груза?

3 В случае определения места расположения двух складов каким образом определяются их объемы?

7 Расчет параметров управления запасами

Цель работы – получить навыки расчета параметров управления запасами.

Задание

Оценить параметры управления запасами. Дать рекомендации по оптимизации запасов. Данные для расчета студент получает каждый индивидуально у преподавателя. Для выполнения задания необходимо:

- 1) провести ABC-анализ любым известным методом;
- 2) определить качество товарных запасов по критерию А;
- 3) выявить неликвидные товары, рассчитав себестоимость непроданных товаров за каждые 3 месяца и определив завышенные запасы товарных групп и себестоимость излишка на 1 декабря;
- 4) рассчитать структуру себестоимости товарных запасов по критериям А, В, С.

Ход работы

Данная методика используется при условии, что предприятие не имеет новых видов продукции. Критерии, используемые при оценке текущей ситуации с товарными запасами, приведены ниже.

1 Качество товарных запасов по критерию А. Показывает, какой процент позиций А есть в наличии. Этот показатель жизненно необходим компании, т. к. его падение ниже определённого уровня приводит к существенному падению фактических продаж. Предварительно необходимо провести ABC-анализ по одной из методик, изложенных в теме 3. Формула расчета качества товарных запасов $K_{ТЗ}$ по критерию А:

$$K_{ТЗ} = \frac{\Pi_{Анал.}}{\Pi_{Авсего}} \quad (27)$$

где $\Pi_{Анал.}$ – количество позиций по критерию А, которые имеются на складе на дату анализа,

$\Pi_{Авсего}$ – общее количество позиций по критерию А.

Для определения числа позиций группы А используем построение сводной таблицы для обобщения информации. Выделяем таблицу с данными, включая шапку, нажимаем вкладку «Вставка», далее «Сводная таблица», получаем диалоговое окно (рисунок 26). Нажав «ОК», на новом листе получаем пустой шаблон сводной таблицы (рисунок 27).



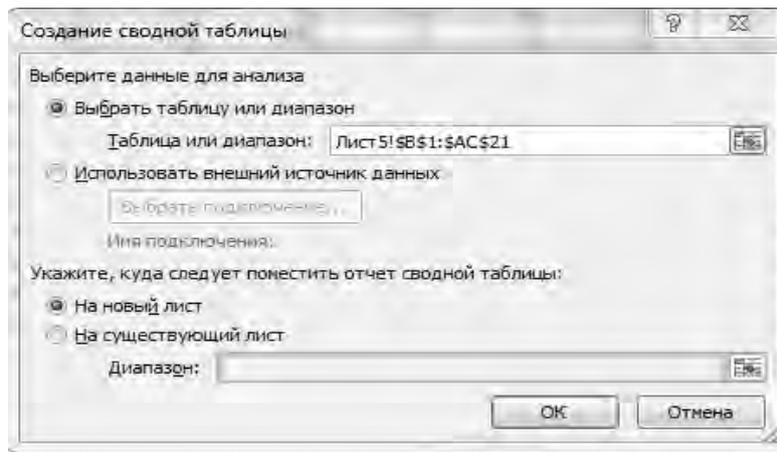


Рисунок 26 – Диалоговое окно «Создание сводной таблицы»

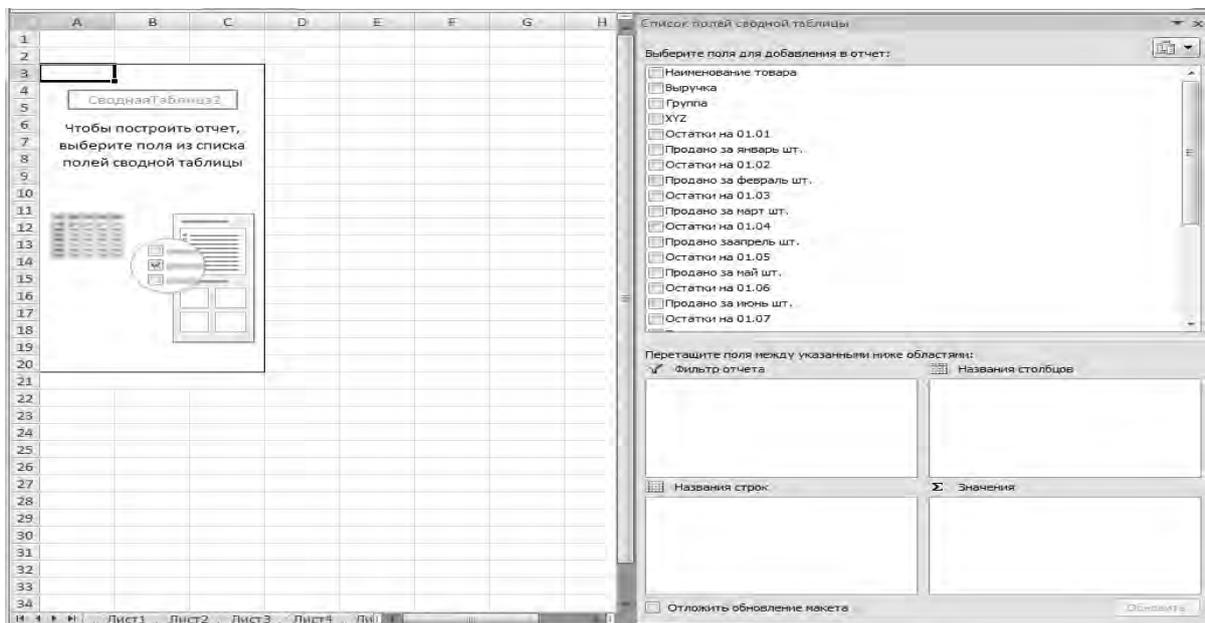


Рисунок 27 – Создание сводной таблицы

Для получения необходимых данных перетаскиваем из окна «Выберите поле для добавления в отчет» строку «Группа» в левый нижний угол в окно «Название строк», «Наименование товара» и «Остатки на 01.12» – в правый нижний угол в окно «Значения». Получаем следующий результат сводной таблицы (рисунок 28).

	Значения		
Названия строк	Количество по полю Наименование товара	Количество по полю Остатки на 01.06	Количество по полю Остатки на 01.12
A	4	4	4
B	5	5	5
C	11	10	11
Общий итог	20	19	20

Рисунок 28 – Результаты подсчетов при помощи сводной таблицы

Необходимо обратить внимание в области сводной таблицы в графе «Значение», чтобы был выбран параметр «Количество по полю», если это не так, то

нужно на данной области нажать правую кнопку «мышки» для вызова меню и выбрать «Параметры полей значений». Затем в появившемся диалоговом окне указать «Количество».

Из полученных данных сводной таблицы рассчитать показатель качества товарных запасов.

2 Доля неликвидных товарных запасов.

2.1 Непродаваемые товарные запасы. Это те товарные запасы, которые в течение определённого периода времени постоянно были в наличии и не продавались. Нужно выяснить, не превышает ли норматив данный показатель. Норматив периода неликвидности групп товаров каждое предприятие определяет самостоятельно. Обычно период неликвидности зависит от периода поставки партии товара от поставщика. Он рассчитывается, как период поставки умноженный на 3.

Так как период поставки в примере составляет 1 мес., периодом для определения неликвидных позиций являются 3 мес. Продлеваем таблицу столбиком «Неликвид-3 мес.» (рисунок 29). Для первой позиции таблицы (ячейка A13) пишем формулу (пример встраивания функций в функцию рассмотрен в теме 3):

=ЕСЛИ(И(СЧЁТЗ(X2;Z2;AB2)=3;СУММ(AC2;AA2;Y2)=0);AB2;»»)

AD2												
=ЕСЛИ(И(СЧЁТЗ(X2;Z2;AB2)=3;СУММ(AC2;AA2;Y2)=0);AB2;»»)												
	B	C	D	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD
	Наименование товара	Выручка	Группа	Остатки на 01.09	Продано за сентябрь шт.	Остатки на 01.10	Продано за октябрь шт.	Остатки на 01.11	Продано за ноябрь шт.	Остатки на 01.12	Продано за декабрь шт.	Неликвид 3 мес.
1												
2	Товар 1	13564	A	21	25	96	52	44	40	2	31	
3	Товар 2	14812	A	6	82	24	76	48	59	89	79	
4	Товар 3	20220	A	11	135	26	145	31	158	23	158	
5	Товар 4	15923	A	22	186	36	175	11	156	5	125	
6	Товар 5	158	C	13	1	12		12	2	10		
7	Товар 6	125	C	9		9	1	8		8		
8	Товар 7	145	C	15		15		15		15		15
9	Товар 8	325	C	11		11	5	6	25	12	20	
10	Товар 9	556	C	16	1	15	3	12	5	7	5	
11	Товар 10	418	C							20	1	
12	Товар 11	373	C	23	5	18	1	17	2	15	2	
13	Товар 12	439	C	24	1	23	20	25	25	30	15	
14	Товар 13	669	C	23	3	20	5	15	5	10	5	
15	Товар 14	2531	B	51	17	34	12	22	6	16	10	
16	Товар 15	2289	B	41	21	70	23	47	16	31	20	
17	Товар 16	12905	B	99	30	69	24	45	18	107	35	
18	Товар 17	769	C	24	1	23	5	18	7	11	5	
19	Товар 18	4989	B	10	21	39	18	71	18	53	18	
20	Товар 19	1591	C	28	5	23	2	21	1	20	5	
21	Товар 20	3589	B	42	2	40	30	70	28	42	35	
22	Итого	96390										

Рисунок 29 – Определение неликвидных позиций товаров

В основе формулы лежит функция ЕСЛИ, которая выводит в ячейку текущую себестоимость складских запасов, если позиция в течение последних трёх месяцев (ячейки AC2; AA2; Y2) не продавалась (равна нулю) и постоянно была в наличии.

Проводим данный расчет для всех позиций. Для определения общей себестоимости неликвидных товаров умножаем полученное количество на цену по каждой позиции и суммируем полученные результаты.

2.2 Завышенные товарные запасы – это позиции, которые имеют текущий запас больше определённого количества месяцев. Такие позиции приводят к замораживанию финансов предприятия в излишнем запасе, что понижает её платежеспособность [6].

Этапы расчета завышенных товарных запасов:

– определение среднемесячных продаж предприятия по каждой позиции, используя функцию СРЗНАЧ;

– определение количества месяцев, в течение которых будут продаваться завышенные товарные запасы, разделив текущее наличие товара на среднемесячные продажи;

– расчёт излишней себестоимости товарных запасов, которые могут быть распроданы для оптимизации, как разница между существующим запасом на конец периода и среднемесячными продажами за 3 месяца. Расчет проводится по каждой позиции, и далее суммируются положительные значения. Для того, чтобы не выводились отрицательные значения, можно воспользоваться функцией ЕСЛИ, введя в колонку «Излишек» следующую формулу (рисунок 30):

$$=ЕСЛИ(ИЛИ(ЕОШИБКА(AC2-AG2*3);AH2<=3);»»; AC2-AG2*3)$$

A16													fx	
													=ЕСЛИ(ИЛИ(ЕОШИБКА(AC6-AG6*3);AH6<=3);""; AC6-AG6*3)	
	B	C	D	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	
	Наименование товара	Выручка	Группа	Остатки на 01.11	Продано за ноябрь шт.	Остатки на 01.12	С/с остатков на 01.12	Продано за декабрь шт.	Неликвид 3 мес.	Среднее значение продаж	С/с продаж	Количество месяцев продаж	Излишек	
1	Товар 1	13564	A	44	40	2	51,28166	31		44,083	1130,333	0,045		
2	Товар 2	14812	A	48	59	89	1479,538	79		74,250	1234,333	1,199		
3	Товар 3	20220	A	31	158	23	253,025	158		153,167	1685,000	0,150		
4	Товар 4	15923	A	11	156	5	47,64512	125		139,250	1326,917	0,036		
5	Товар 5	158	C	12	2	10	395	0		0,333	13,167	30,000	355,5	
6	Товар 6	125	C	8	0	8	250	0		0,333	10,417	24,000	218,75	
7	Товар 7	145	C	15	0	15	2175	0	15	0,083	12,083	180,000	2138,75	
8	Товар 8	325	C	6	25	12	63,93443	20		5,083	27,083	2,361		
9	Товар 9	556	C	12	5	7	99,79487	5		3,250	46,333	2,154		
10	Товар 10	418	C	0	0	20	380	1		1,833	34,833	10,909	275,5	
11	Товар 11	373	C	17	2	15	174,8438	2		2,667	31,083	5,625	81,59375	
12	Товар 12	439	C	25	25	30	141,6129	15		7,750	36,583	3,871	31,8629	
13	Товар 13	669	C	15	5	10	119,4643	5		4,667	55,750	2,143		
14	Товар 14	2531	B	22	6	16	273,6216	10		12,333	210,917	1,297		
15	Товар 15	2289	B	47	16	31	278,2706	20		21,250	190,750	1,459		
16	Товар 16	12905	B	45	18	107	4146,652	35		27,750	1075,417	3,856	920,4017	
17	Товар 17	769	C	18	7	11	165,8627	5		4,250	64,083	2,588		
18	Товар 18	4989	B	71	18	53	1235,593	18		17,833	415,750	2,972		
19	Товар 19	1591	C	21	1	20	539,322	5		4,917	132,583	4,068	141,572	
20	Товар 20	3589	B	70	28	42	846,8427	35		14,833	299,083	2,831		
21	Итого	96390							213,846				4163,93	

Рисунок 30 – Расчет излишка товарных запасов

3 Структура себестоимости товарных запасов по критериям А, В, С.

С помощью сводной таблицы определить текущую себестоимость товарных запасов в разрезе критериев А, В, С. Окончательные результаты представить в таблице (пример приведен на рисунке 31).

	A	B	C	D	E	F
1						
2		Итоговая таблица оценки параметров запасов				
3		Значения				
4	Названия строк	Количество по полю	Наименование товара	Количество по полю	Остатки на 01.12	Сумма по полю
5	A	4		4		С/с остатков на 01.12
6	B	5		5		С/с в процентах
7	C	11		11		Качество позиций, %
8	Общий итог	20		20		13117,304
9	Непродаваемые позиции, р.			213,846		1,630
10	Излишек, р.			4163,930		31,744

Рисунок 31 – Итоговая таблица оценки параметров запасов



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

Вопросы для защиты работы

- 1 Какие критерии были использованы в ходе работы для оценки товарных запасов?
- 2 Как определяется показатель качества товарных запасов?
- 3 На какие составляющие подразделяется показатель доли неликвидных товарных запасов?

8 Методы оптимизации в логистике

Цель работы – получить навыки решения задач о назначениях как одной из задач оптимизации в логистике.

Задание.

Оптовое предприятие работает с 25 грузополучателями, каждого из которых может обслужить любой из трех модификаций, привлеченных для перевозок автомобилей. Сводная таблица грузопотоков и фактически сформированные маршруты представлены в таблице 24. Грузоподъемность ГАЗ-53 составляет 3 т; ГАЗ-3302 – 1,5 т; ГАЗ – 3307 – 4,5 т.

Таблица 24 – Сводная таблица грузопотоков в базовом варианте

Сектор развозки	Номер магазина	Номер рейса									Сумма, кг
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		Модель подвижного состава									
		ГАЗ 53	ГАЗ 3302	ГАЗ 3302	ГАЗ 53	ГАЗ 3302	ГАЗ 3307	ГАЗ 3307	ГАЗ 3307	ГАЗ 3302	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1				532						
	2				368						
	3				565						
	4				340						
2	5				490						
	6				328						
3	7						3 746	3 800			
4	8									667	
	9									587	
5	10								737		
	11								388		
	12								652		
	13								299		
	14								651		
	15								459		



Окончание таблицы 24

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	16	2 433									
7	17					124					
	18					101					
	19					383					
	20					182					
8	21			135							
	22			138							
	23			234							
	24			155							
9	25		776								
Сумма, кг											

Необходимо распределить автомобили по клиентам так, чтобы минимизировать суммарные затраты, связанные с выполнением перевозки, при условии, что можно ввести модификацию автомобиля МАЗ-5340 грузоподъемностью 8 т, сократив количество единиц подвижного состава.

Расчет фактических затрат на перевозку представлен в таблице 25.

Таблица 25 – Расчет фактических затрат на перевозку

Вид затрат	Номер рейса									Общие затраты, р.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	Модель подвижного состава									
	ГАЗ 53	ГАЗ 3302	ГАЗ 3302	ГАЗ 53	ГАЗ 3302	ГАЗ 3307	ГАЗ 3307	ГАЗ 3307	ГАЗ 3302	
Аренда автомобиля, р.	840	780	780	840	780	900	900	900	780	
Экспедирование, р.	545	545	545	545	545	545	545	545	545	
Затраты на рейс, р.										

Ход работы

Предположим, что имеется n грузополучателей или клиентов, каждого из которых может обслужить любой из m привлеченных для перевозок автомобилей. Стоимость обслуживания i -го клиента j -м автомобилем c_{ij} или теневая цена (это цена резервирования провозных возможностей, ее величина отражает максимальную цену, которую можно согласиться заплатить за обслуживание i -го клиента), рассчитывается следующим образом:

$$c_{ij} = \frac{Q_i}{q_j} \cdot s_j, \quad (28)$$



где Q_i – вес партии товара, доставленной i -му клиенту, кг;

q_j – грузоподъемность j -го автомобиля с учетом класса груза, кг;

s_j – затраты на рейс, выполненный j -м автомобилем, р. [4].

Необходимо распределить автомобили по клиентам так, чтобы минимизировать суммарные затраты, связанные с выполнением перевозки.

В исследовании операций задача, сформулированная выше, известна как задача о назначениях. Введем переменные x_{ij} , принимающие значение 1 в случае, когда i -го клиента обслуживает j -й автомобиль, и значение 0 во всех остальных случаях.

Тогда ограничение $\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, i = 1, \dots, n$ гарантирует обслуживание i -го

клиента лишь одним автомобилем, т. е. заказы клиентов разбивать нельзя, а

ограничение $\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq b_j, j = 1, \dots, m$, гарантирует, что каждый автомобиль будет

обслуживать не более b клиентов. Это означает, что мы пытаемся учесть ограничения по времени обслуживания клиентов еще на этапе решения задачи о назначениях.

Поскольку речь идет о формировании развозочных маршрутов, необходимо

учесть ограничения по грузоподъемности: $\sum_{j=1}^m Q_i x_{ij} \leq q_j, j = 1, \dots, m$, означа-

ющие, что фактическая нагрузка подвижного состава не должна превышать его грузоподъемности.

Стоимость решения, т. е. сумма теневых цен для обслуженных клиентов, должна быть минимизирована. Таким образом, задачу о назначениях подвижного состава можно записать следующим образом.

Задача о назначениях является частным случаем классической транспортной задачи. При этом условие $x_{ij} \in \{0, 1\}, i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m$ означает выполнение требования двоичности переменных x_{ij} , т. е. в допустимом целеисчислении значениями переменных могут быть только 0 и 1. Следовательно, для ее решения может быть использован эффективный вычислительный алгоритм симплексного метода, реализованный в средстве «Поиск решения» Microsoft Excel.

Пример решения задачи.

Допустим, необходимо сформировать развозочные маршруты для обслуживания пяти клиентов. Вес партии товара каждого из них колеблется в диапазоне от 0,8 до 1,45 т, а общий вес всех товаров составляет 5,9 т. В нашем распоряжении имеется семь автомобилей: пять автомобилей ГАЗ-3302 «Газель» грузоподъемностью 1,5 т и два автомобиля ГАЗ-53 грузоподъемностью 3 т. Стоимость аренды автомобиля ГАЗ-3302 «Газель» составляет 1 тыс. р., а автомобиля ГАЗ-53 – 1,5 тыс. р. Таким образом, имеется избыток грузовых возможностей, следовательно, необходимо определить подвижной состав, использование которого минимизирует транспортные издержки, и закрепить его за клиентами.

Для решения задачи на рабочем листе Excel разработаем модель рассматриваемой задачи. Разрабатываемую модель необходимо представить в виде трех таблиц: матрицы теневых цен c_{ij} , матрицы переменных x_{ij} и матрицы про-



изведения c_{ij} на x_{ij} . Для решения задачи необходимо связать значения таблиц формулами. Зависимости, связывающие переменные модели, представлены на рисунке 32.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
1	Зависимости, связывающие переменные в матрице теневых цен									Матрица произведения $c_{ij} \cdot x_{ij}$										
2	1	2	3	4	5	6	7													
3	Затраты на рейс, р.									Заказано, т										
4	1000	1000	1000	1000	1000	1500	1500			Клиенты	Номер рейса							Сумма		
5	1	=B5/B\$11*B\$4	=I5/C\$11*C\$4	=I5/D	=I5/E\$	=I5/F\$	=I5/G	=I5/H	0,8	1	=B18*B5	=C18*C5	=D18=E1	=F1=G1	=H1	=SUMMM(L5:R5)				
6	2	=I6/B\$11*B\$4	=I6/C\$11*C\$4	=I6/D	=I6/E\$	=I6/F\$	=I6/G	=I6/H	1,2	2	=B19*B6	=C19*C6	=D19=E19	=F19=G19	=H19	=SUMMM(L6:R6)				
7	3	=I7/B\$11*B\$4	=I7/C\$11*C\$4	=I7/D	=I7/E\$	=I7/F\$	=I7/G	=I7/H	1,45	3	=B20*B7	=C20*C7	=D20=E20	=F20=G20	=H20	=SUMMM(L7:R7)				
8	4	=I8/B\$11*B\$4	=I8/C\$11*C\$4	=I8/D	=I8/E\$	=I8/F\$	=I8/G	=I8/H	1,45	4	=B21*B8	=C21*C8	=D21=E21	=F21=G21	=H21	=SUMMM(L8:R8)				
9	5	=I9/B\$11*B\$4	=I9/C\$11*C\$4	=I9/D	=I9/E\$	=I9/F\$	=I9/G	=I9/H	1	5	=B22*B9	=C22*C9	=D22=E22	=F22=G22	=H22	=SUMMM(L9:R9)				
10	Загрузка, т	=СУММПРОИЗВ(\$I5:\$I9;B18:B22)	=СУММПРОИЗВ	=СУМ	=СУММ	=СУММ	=СУММ	=СУММ		Сумма	=СУММ(L5:L9)	=СУММ(M5:M9)	=СУМ	=СУМ	=СУМ	=СУММ(S5:S9)				
11	Грузоподъемность	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	3	3												
12																				
13																				
14	Зависимости, связывающие переменные в матрице переменных																			
15																				
16		Номер рейса							Сумма											
17	Клиенты	1	2	3	4	5	6	7												
18	1	0	0	0	0	0	0	0											=СУММ(B18:H18)	
19	2	0	0	0	0	0	0	0											=СУММ(B19:H19)	
20	3	0	0	0	0	0	0	0											=СУММ(B20:H20)	
21	4	0	0	0	0	0	0	0											=СУММ(B21:H21)	
22	5	0	0	0	0	0	0	0											=СУММ(B22:H22)	
23	Сумма	=СУММ(B18:B22)	=СУММ(C18:C22)	=СУМ	=СУММ	=СУММ	=СУММ	=СУММ												
24	Выбор	=ЕСЛИ(B23>=1;1;0)	=ЕСЛИ(C23>=1;	=ЕСЛИ	=ЕСЛИ	=ЕСЛИ	=ЕСЛИ	=ЕСЛИ												

Рисунок 32 – Модель задачи о назначениях

Теневые цены рассчитываются по формуле (28), для чего в ячейку B5 занесена формула $B5=(I5/B\$11)*B\4 , которая затем распространяется на весь диапазон ячеек B5:H9, содержащих теневые цены.

$$\left. \begin{aligned}
 & \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min; \\
 & \sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, i = 1, \dots, n; \\
 & \sum_{j=1}^m x_{ij} \leq b_j, j = 1, \dots, m; \\
 & \sum_{i=1}^n Q_i x_{ij} \leq q_j, i = 1, \dots, n; \\
 & x_{ij} \in \{0,1\}, i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m.
 \end{aligned} \right\} \quad (29)$$

Фактическую загрузку подвижного состава рассчитывают по формуле, которая занесена в ячейке B10 в виде =СУММПРОИЗВ (\$I5:\$I9;B18:B22). Аналогично данная формула распространяется на весь диапазон ячеек B10:H10, содержащих значения загрузки.

В матрице произведений в диапазоне L5:R9 содержатся изменяемые ячейки, формулы, занесенные в диапазон S5:S9, суммируют значения изменяемых ячеек по строкам, а занесенные в диапазон L10:R10 – по столбцам. Функция, занесенная в ячейки строки «Выбор», возвращает значение 1, если в ячейках строки «Сумма» находится значение, большее или равное 1, и значение 0 – в противном случае [4].

Обязательное условие для расчетов: в таблицах «Зависимости», связывающие переменные в матрице, и «Матрица произведения» нужно установить

числовой формат ячейки без знаков после запятой.

Представленные в таблице «Матрица произведений» формулы служат для вычисления целевой функции, т. е. суммы теневых цен для обслуженных клиентов.

В окно «Поиск решения» заносится целевая ячейка, диапазон изменяемых ячеек и ограничения. Свод параметров модели представлен в таблице 26.

Таблица 26 – Параметры надстройки MS Excel «Поиск решения»

Параметры задачи	Ячейка	Семантика
Результат	\$\$10	Цель – уменьшение общих транспортных затрат
Изменяемые данные	\$L5:\$R9	Количество транспортных средств, используемых при перевозках
Ограничения	\$B10:\$H10<= <=\$ B11:\$H11	Фактическая загрузка подвижного состава не должна превышать его грузоподъёмности
	\$L5:\$R9=двоичное	Двоичность переменных x_{ij} , т. е. значениями переменных могут быть только 0 и 1
	\$\$5:\$\$9=1	Ограничение гарантирует обслуживание клиента лишь одним автомобилем, т. е. заказы клиентов дробить нельзя

Список литературы

- 1 **Гаджинский, А. М.** Практикум по логистике / А. М. Гаджинский. – 9-е изд., перераб. и испр. – Москва: Дашков и К°, 2017. – 320 с.
- 2 Прогнозирование. Планирование. Управленческое решение. Практикум с использованием MS Excel для студентов строительных и экономических специальностей / Сост. С. И. Барайщук, Е. Ю. Рожина. – Омск: СибАДИ, 2008. – 72 с.
- 3 **Мамаев, Э. А.** Практикум по логистике / Э. А. Мамаев. – 2-е изд. – Ростов-на-Дону: Рост. гос. ун-т путей сообщения, 2009. – 74 с.
- 4 **Левкин, Г. Г.** Основы логистики / Г. Г. Левкин – Москва: Инфра-Инженерия, 2018. – 240 с.
- 5 Применение ABC-анализа в Microsoft Excel [Электронный ресурс] / Как работать в Excel – Режим доступа: <http://my-excel.ru/excel/abc-analiz-v-excel-primer.html>. – Дата доступа: 25.11.2019.
- 6 Анализ состояния складских запасов компании. Пример расчёта в Excel [Электронный ресурс] / Продукт-менеджмент – Режим доступа: http://s-tigers.com.ua/2012/03/01/primer_rasheta_analiz_sklada/. – Дата доступа: 25.11.2019.
- 7 **Ничипорук, А. О.** Методические основы определения стоимости транспортирования грузов, а также выбора оптимальной схемы и способа доставки груза с участием внутреннего водного транспорта [Электронный ресурс] / Научная электронная библиотека «Киберленка» – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskie-osnovy-opredeleniya-stoimosti-transportirovaniya-gruzov-a-takzhe-vybora-optimalnoy-shemy-i-sposoba-dostavki-gruza-s/viewer>. – Дата доступа: 25.11.2019.

