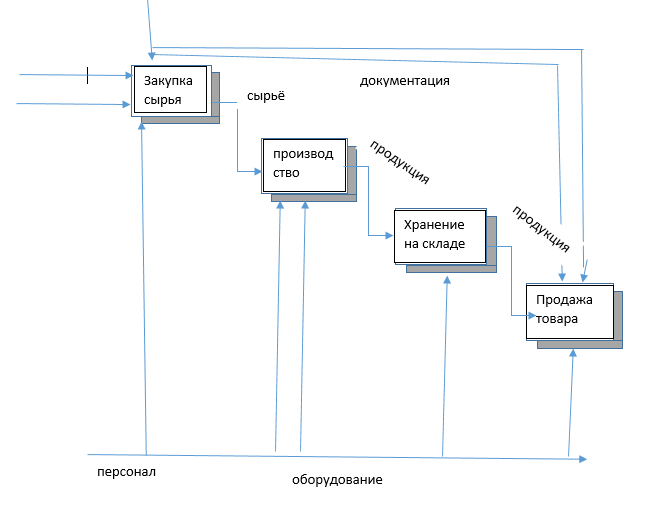
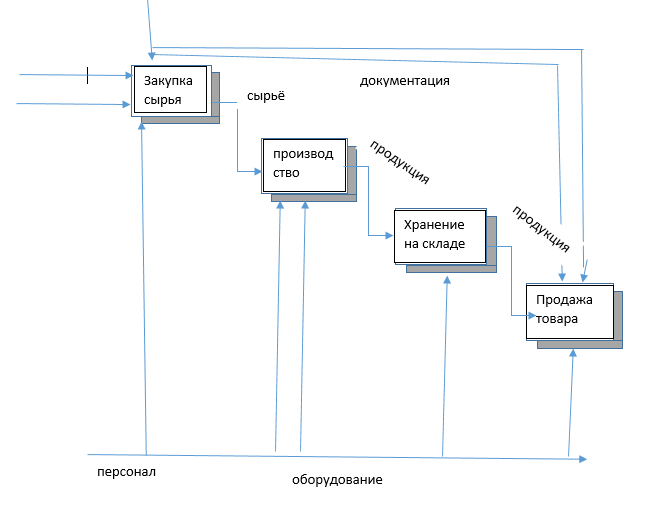
**Вариант 19**

**№1** диаграмма вариантов использования на тему Кондитерская фабрика ****

****

**№2** диаграмма классов на тему Кондитерская фабрика

**№3 Решение транспортной задачи для кондитерской фабрики**

Рассчитывается план с наименьшими затратами так как в билете не указано  
  
  
Стоимость доставки единицы груза из каждого пункта отправления в соответствующие пункты назначения задана матрицей тарифов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | B1 | B2 | B3 | B4 | Запасы |
| A1 | 7 | 12 | 28 | 13 | 320 |
| A2 | 12 | 14 | 35 | 28 | 250 |
| A3 | 11 | 16 | 30 | 17 | 340 |
| Потребности | 260 | 190 | 250 | 210 |  |

Проверим необходимое и достаточное условие разрешимости задачи.  
∑a = 320 + 250 + 340 = 910  
∑b = 260 + 190 + 250 + 210 = 910  
Условие баланса соблюдается. Запасы равны потребностям. Следовательно, модель транспортной задачи является закрытой.  
Занесем исходные данные в распределительную таблицу.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | B1 | B2 | B3 | B4 | Запасы |
| A1 | 7 | 12 | 28 | 13 | 320 |
| A2 | 12 | 14 | 35 | 28 | 250 |
| A3 | 11 | 16 | 30 | 17 | 340 |
| Потребности | 260 | 190 | 250 | 210 |  |

**Поиск первого опорного плана**.  
Искомый элемент равен c11=7. Для этого элемента запасы равны 320, потребности 260. Поскольку минимальным является 260, то вычитаем его.  
x11 = min(320,260) = 260.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **7** | 12 | 28 | 13 | **320 - 260 = 60** |
| x | 14 | 35 | 28 | 250 |
| x | 16 | 30 | 17 | 340 |
| **260 - 260 = 0** | 190 | 250 | 210 |  |

Искомый элемент равен c12=12. Для этого элемента запасы равны 60, потребности 190. Поскольку минимальным является 60, то вычитаем его.  
x12 = min(60,190) = 60.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 7 | **12** | x | x | **60 - 60 = 0** |
| x | 14 | 35 | 28 | 250 |
| x | 16 | 30 | 17 | 340 |
| 0 | **190 - 60 = 130** | 250 | 210 |  |

Искомый элемент равен c22=14. Для этого элемента запасы равны 250, потребности 130. Поскольку минимальным является 130, то вычитаем его.  
x22 = min(250,130) = 130.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 7 | 12 | x | x | 0 |
| x | **14** | 35 | 28 | **250 - 130 = 120** |
| x | x | 30 | 17 | 340 |
| 0 | **130 - 130 = 0** | 250 | 210 |  |

Искомый элемент равен c34=17. Для этого элемента запасы равны 340, потребности 210. Поскольку минимальным является 210, то вычитаем его.  
x34 = min(340,210) = 210.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 7 | 12 | x | x | 0 |
| x | 14 | 35 | x | 120 |
| x | x | 30 | **17** | **340 - 210 = 130** |
| 0 | 0 | 250 | **210 - 210 = 0** |  |

Искомый элемент равен c33=30. Для этого элемента запасы равны 130, потребности 250. Поскольку минимальным является 130, то вычитаем его.  
x33 = min(130,250) = 130.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 7 | 12 | x | x | 0 |
| x | 14 | 35 | x | 120 |
| x | x | **30** | 17 | **130 - 130 = 0** |
| 0 | 0 | **250 - 130 = 120** | 0 |  |

Искомый элемент равен c23=35. Для этого элемента запасы равны 120, потребности 120. Поскольку минимальным является 120, то вычитаем его.  
x23 = min(120,120) = 120.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 7 | 12 | x | x | 0 |
| x | 14 | **35** | x | **120 - 120 = 0** |
| x | x | 30 | 17 | 0 |
| 0 | 0 | **120 - 120 = 0** | 0 |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | B1 | B2 | B3 | B4 | Запасы |
| A1 | 7[260] | 12[60] | 28 | 13 | 320 |
| A2 | 12 | 14[130] | 35[120] | 28 | 250 |
| A3 | 11 | 16 | 30[130] | 17[210] | 340 |
| Потребности | 260 | 190 | 250 | 210 |  |

В результате получен первый опорный план, который является допустимым, так как все грузы из баз вывезены, потребность магазинов удовлетворена, а план соответствует системе ограничений транспортной задачи.  
2. Подсчитаем число занятых клеток таблицы, их 6, а должно быть m + n - 1 = 6. Следовательно, опорный план является *невырожденным*.  
Значение целевой функции для этого опорного плана равно:  
F(x) = 7\*260 + 12\*60 + 14\*130 + 35\*120 + 30\*130 + 17\*210 = 16030  
**Этап II. Улучшение опорного плана**.  
Проверим оптимальность опорного плана. Найдем *предварительные потенциалы* ui, vj. по занятым клеткам таблицы, в которых ui + vj = cij, полагая, что u1 = 0.  
u1 + v1 = 7; 0 + v1 = 7; v1 = 7  
u1 + v2 = 12; 0 + v2 = 12; v2 = 12  
u2 + v2 = 14; 12 + u2 = 14; u2 = 2  
u2 + v3 = 35; 2 + v3 = 35; v3 = 33  
u3 + v3 = 30; 33 + u3 = 30; u3 = -3  
u3 + v4 = 17; -3 + v4 = 17; v4 = 20

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | v1=7 | v2=12 | v3=33 | v4=20 |
| u1=0 | 7[260] | 12[60] | 28 | 13 |
| u2=2 | 12 | 14[130] | 35[120] | 28 |
| u3=-3 | 11 | 16 | 30[130] | 17[210] |

Опорный план не является оптимальным, так как существуют оценки свободных клеток, для которых ui + vj > cij  
(1;3): 0 + 33 > 28; ∆13 = 0 + 33 - 28 = 5 > 0  
(1;4): 0 + 20 > 13; ∆14 = 0 + 20 - 13 = 7 > 0  
max(5,7) = 7  
Выбираем максимальную оценку свободной клетки (1;4): 13  
Для этого в перспективную клетку (1;4) поставим знак «+», а в остальных вершинах многоугольника чередующиеся знаки «-», «+», «-».

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | Запасы |
| 1 | 7[260] | 12[60][-] | 28 | 13[+] | 320 |
| 2 | 12 | 14[130][+] | 35[120][-] | 28 | 250 |
| 3 | 11 | 16 | 30[130][+] | 17[210][-] | 340 |
| Потребности | 260 | 190 | 250 | 210 |  |

Цикл приведен в таблице (1,4 → 1,2 → 2,2 → 2,3 → 3,3 → 3,4).  
Из грузов хij стоящих в минусовых клетках, выбираем наименьшее, т.е. у = min (1, 2) = 60. Прибавляем 60 к объемам грузов, стоящих в плюсовых клетках и вычитаем 60 из Хij, стоящих в минусовых клетках. В результате получим новый опорный план.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | B1 | B2 | B3 | B4 | Запасы |
| A1 | 7[260] | 12 | 28 | 13[60] | 320 |
| A2 | 12 | 14[190] | 35[60] | 28 | 250 |
| A3 | 11 | 16 | 30[190] | 17[150] | 340 |
| Потребности | 260 | 190 | 250 | 210 |  |

Проверим оптимальность опорного плана. Найдем *предварительные потенциалы* ui, vj. по занятым клеткам таблицы, в которых ui + vj = cij, полагая, что u1 = 0.  
u1 + v1 = 7; 0 + v1 = 7; v1 = 7  
u1 + v4 = 13; 0 + v4 = 13; v4 = 13  
u3 + v4 = 17; 13 + u3 = 17; u3 = 4  
u3 + v3 = 30; 4 + v3 = 30; v3 = 26  
u2 + v3 = 35; 26 + u2 = 35; u2 = 9  
u2 + v2 = 14; 9 + v2 = 14; v2 = 5

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | v1=7 | v2=5 | v3=26 | v4=13 |
| u1=0 | 7[260] | 12 | 28 | 13[60] |
| u2=9 | 12 | 14[190] | 35[60] | 28 |
| u3=4 | 11 | 16 | 30[190] | 17[150] |

Опорный план не является оптимальным, так как существуют оценки свободных клеток, для которых ui + vj > cij  
(2;1): 9 + 7 > 12; ∆21 = 9 + 7 - 12 = 4 > 0  
Выбираем максимальную оценку свободной клетки (2;1): 12  
Для этого в перспективную клетку (2;1) поставим знак «+», а в остальных вершинах многоугольника чередующиеся знаки «-», «+», «-».

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | Запасы |
| 1 | 7[260][-] | 12 | 28 | 13[60][+] | 320 |
| 2 | 12[+] | 14[190] | 35[60][-] | 28 | 250 |
| 3 | 11 | 16 | 30[190][+] | 17[150][-] | 340 |
| Потребности | 260 | 190 | 250 | 210 |  |

Цикл приведен в таблице (2,1 → 2,3 → 3,3 → 3,4 → 1,4 → 1,1).  
Из грузов хij стоящих в минусовых клетках, выбираем наименьшее, т.е. у = min (2, 3) = 60. Прибавляем 60 к объемам грузов, стоящих в плюсовых клетках и вычитаем 60 из Хij, стоящих в минусовых клетках. В результате получим новый опорный план.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | B1 | B2 | B3 | B4 | Запасы |
| A1 | 7[200] | 12 | 28 | 13[120] | 320 |
| A2 | 12[60] | 14[190] | 35 | 28 | 250 |
| A3 | 11 | 16 | 30[250] | 17[90] | 340 |
| Потребности | 260 | 190 | 250 | 210 |  |

Проверим оптимальность опорного плана. Найдем *предварительные потенциалы* ui, vj. по занятым клеткам таблицы, в которых ui + vj = cij, полагая, что u1 = 0.  
u1 + v1 = 7; 0 + v1 = 7; v1 = 7  
u2 + v1 = 12; 7 + u2 = 12; u2 = 5  
u2 + v2 = 14; 5 + v2 = 14; v2 = 9  
u1 + v4 = 13; 0 + v4 = 13; v4 = 13  
u3 + v4 = 17; 13 + u3 = 17; u3 = 4  
u3 + v3 = 30; 4 + v3 = 30; v3 = 26

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | v1=7 | v2=9 | v3=26 | v4=13 |
| u1=0 | 7[200] | 12 | 28 | 13[120] |
| u2=5 | 12[60] | 14[190] | 35 | 28 |
| u3=4 | 11 | 16 | 30[250] | 17[90] |

Опорный план является оптимальным, так все оценки свободных клеток удовлетворяют условию ui + vj ≤ cij.  
Минимальные затраты составят: F(x) = 7\*200 + 13\*120 + 12\*60 + 14\*190 + 30\*250 + 17\*90 = 15370  
**Анализ оптимального плана**.  
Из 1-го склада необходимо груз направить в 1-й магазин (200 ед.), в 4-й магазин (120 ед.)  
Из 2-го склада необходимо груз направить в 1-й магазин (60 ед.), в 2-й магазин (190 ед.)  
Из 3-го склада необходимо груз направить в 3-й магазин (250 ед.), в 4-й магазин (90 ед.)