

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Тульский государственный университет»**

**Интернет-институт**

**ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ**  
**по дисциплине**  
**«Модели и методы анализа проектных решений 1»**  
**Семестр 6**

**Вариант 3**

**Выполнил: студент гр. ИБ262521-ф**  
**Артемов Александр Евгеньевич**  
**Проверил: канд. техн. наук, доц.**  
**Французова Юлия Вячеславовна**

**Тула 2025**

# Лабораторная работа № 1.

**Название работы:** Анализ и решение задач линейного программирования.

**Цели работы:** Приобретение навыков анализа и решения задач линейного программирования.

## Задание:

1. Решить задачу из примера геометрически. Для этого в осях  $x_1$  и  $x_2$  построить прямые ограничений и целевой функции.
2. Для заданного варианта задачи составить уравнения целевой функции и системы ограничений. Решить задачу численно симплекс методом.

## Выполнение лабораторной работы.

Изучены теоретические сведения лабораторной работы и методические указания к выполнению работы.

### 1. Решение задачи из примера геометрически.

Условие задачи из примера:

Завод выпускает два вида узлов  $Y_1$  и  $Y_2$  системы управления, используя для этой цели два вида технологических линеек  $ТЛ_1$  и  $ТЛ_2$ . На производство узла  $Y_1$  на  $ТЛ_1$  затрачивается 2 часа, а на  $ТЛ_2$  – 1 час; на изготовление одного узла  $Y_2$  затрачивается соответственно 1 и 2 часов. Завод может использовать  $ТЛ_1$  в течение 10, а  $ТЛ_2$  в течение 8 часов. Прибыль от реализации одного  $Y_1$ , составляет 5, а от реализации одного  $Y_2$  – 4 рублей. Определить количество  $x_1$  узлов  $Y_1$  и количество  $x_2$  узлов  $Y_2$ , которое необходимо выпустить заводу с тем, чтобы:

был полностью использован весь фонд времени двух технологических линеек;

завод получил максимальную прибыль.

Решение:

Представим условие задачи в табличном виде.

Технологическая линейка	Затраты времени на единицу продукции, н-час		Производственная мощность, н-час
	Узел $Y_1$	Узел $Y_2$	
$ТЛ_1$	2	1	10
$ТЛ_2$	1	2	8
Прибыль от реализации ед.	5	4	

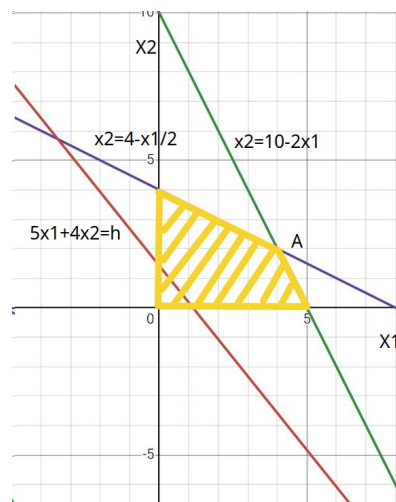
Из таблицы получаем целевую функцию  $Z = 5x_1 + 4x_2$  и систему ограничений, где  $x_1$  и  $x_2$  больше 0:

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 = 10 \\ x_1 + 2x_2 = 8 \end{cases}$$

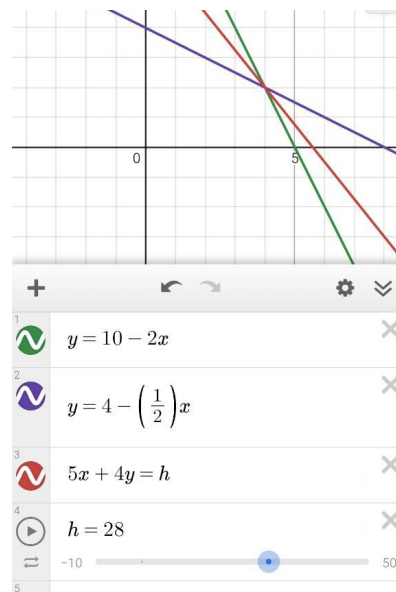
Выразим в ограничениях переменную  $x_2$  и построим прямые в системе координат  $x_1$  и  $x_2$ :

$$\begin{cases} x_2 = 10 - 2x_1 \\ x_2 = 8 - x_1/2 \end{cases}$$

На данном графике выделена и заштрихована желтым цветом область допустимых значений  $x_1$  и  $x_2$ .



При перемещении графика целевой функции параллельно самому себе (т. е. увеличении параметра  $h$ ) в области допустимых значений  $x_1$  и  $x_2$  окажется, что точка A является оптимальным решением задачи:  $x_1 = 4$ ,  $x_2 = 2$ ,  $5x_1 + 4x_2 = 5 \times 4 + 4 \times 2 = 28$  рублей — максимальная прибыль завода в день.



Проверяя решение задачи при помощи пакета Maple получаем аналогичные значения:

```

Текст  Неисполняемая математика  Математика  C 2D Input  Times New R
^
> restart; with(simplex) :
> cnsts := {2x + y ≤ 10, x + 2y ≤ 8} :
> obj := 5x + 4y :
> maximize(obj, cnsts union {x ≥ 0, y ≥ 0});
                                     {x = 4, y = 2}
> ]

```

Ответ:  $x_1 = 4$ ,  $x_2 = 2$ , 28 рублей — максимальная прибыль завода.

## 2. Условие задачи.

Для перевозок груза на трёх линиях могут быть использованы суда трёх типов. Производительность судов при использовании их на различных линиях характеризуются данными, приведёнными в таблице. В ней же указаны общее время, в течение которого суда каждого типа находятся в эксплуатации, и минимально необходимые объёмы перевозок на каждой линии. Определить, какие суда, на какой линии и в течение какого времени следует использовать, чтобы обеспечить максимальную загрузку судов с учётом возможного времени их эксплуатации.

Тип судна	Производительность судов на линии (млн. тонн-миль в сутки)			Общее время эксплуатации судов
	1	2	3	
1	8	14	11	300
2	6	15	13	300
3	12	12	4	300
Заданный объём перевозок (млн. тонн- миль)	3000	5400	3300	

### Решение:

Пусть  $i = 1, 2, 3$  — тип судна, а  $j = 1, 2, 3$  — линия.

Производительность судов:  $p_{ij}$  — объём перевозок судна типа  $i$  на линии  $j$  за единицу времени. Время эксплуатации судов:  $T_i$  — общее время, в течение которого судно типа  $i$  может быть использовано. Минимальные объёмы перевозок:  $Q_j$  — минимальный объём перевозок, который необходимо обеспечить на линии  $j$ . Переменная  $x_{ij}$  — время, в течение которого судно типа  $i$  используется на линии  $j$ .

Цель — максимизировать общую загрузку судов, т. е.:

$$Z = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 p_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \max, \text{ откуда}$$

$$Z = 8x_1 + 14x_2 + 11x_3 + 6x_4 + 15x_5 + 13x_6 + 12x_7 + 12x_8 + 4x_9 \rightarrow \max.$$

Ограничения:

Суммарное время использования судна конкретного типа на всех линиях не должно превышать его общего времени эксплуатации, т.е.  $\sum_{j=1}^3 x_{ij} \leq T_i$ .

Суммарный объём перевозок на каждой линии должен быть не меньше минимально необходимого, т.е.  $\sum_{i=1}^3 p_{ij} \cdot x_{ij} \geq Q_j$ . Так же помним про неотрицательность всех переменных  $x_{ij}$ . Получаем систему ограничений:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 \leq 300 \\ x_4 + x_5 + x_6 \leq 300 \\ x_7 + x_8 + x_9 \leq 300 \\ 8x_1 + 6x_4 + 12x_7 \geq 3000 \\ 14x_2 + 15x_5 + 12x_8 \geq 5400 \\ 11x_3 + 13x_6 + 4x_9 \geq 3300 \end{cases}$$

Для каждого ограничения с неравенством добавляем дополнительные переменные  $x_{10}, x_{11}, x_{12}$  — для ограничений времени,  $x_{13}, x_{14}, x_{15}$  — для ограничений на объём перевозок:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 + x_{10} = 300 \\ x_4 + x_5 + x_6 + x_{11} = 300 \\ x_7 + x_8 + x_9 + x_{12} = 300 \\ 8x_1 + 6x_4 + 12x_7 - x_{13} = 3000 \\ 14x_2 + 15x_5 + 12x_8 - x_{14} = 5400 \\ 11x_3 + 13x_6 + 4x_9 - x_{15} = 3300 \end{cases}$$

Составим начальную симплекс-таблицу, включая целевую функцию и все ограничения:

$C_j$	8	14	11	6	15	13	12	12	4	0	0	0	0	0	0	0
базис	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$	$x_{15}$	$b$
$x_{10}$	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	300
$x_{11}$	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	300
$x_{12}$	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	300
$?_1$	8	0	0	6	0	0	12	0	0	0	0	0	-1	0	0	3000
$?_2$	0	14	0	0	15	0	0	12	0	0	0	0	0	-1	0	5400
$?_3$	0	0	11	0	0	13	0	0	4	0	0	0	0	0	-1	3300

Дополнительные переменные  $x_{13}, x_{14}, x_{15}$  имеют отличный знак от свободного члена, поэтому для решения используем метод искусственного базиса. Для 4-ой, 5-ой и 6-ой строк добавляем искусственные переменные  $u_i$  и делаем их базисными. В целевую функцию добавляем искусственные переменные с коэффициентом  $-M$ , где  $M$  — очень большое число.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
$C_j$	8	14	11	6	15	13	12	12	4	0	0	0	0	0	0	-M	-M	-M	0
базис	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$	$x_{15}$	$u_1$	$u_2$	$u_3$	$b$
$x_{10}$	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	300
$x_{11}$	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	300
$x_{12}$	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	300
$u_1$	8	0	0	6	0	0	12	0	0	0	0	0	-1	0	0	1	0	0	3000
$u_2$	0	14	0	0	15	0	0	12	0	0	0	0	0	-1	0	0	1	0	5400
$u_3$	0	0	11	0	0	13	0	0	4	0	0	0	0	0	-1	0	0	1	3300

Перепишем условие задачи с учётом добавленных искусственных переменных:

$$Z = 8x_1 + 14x_2 + 11x_3 + 6x_4 + 15x_5 + 13x_6 + 12x_7 + 12x_8 + 4x_9 - Mu_1 - Mu_2 - Mu_3 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 + x_{10} = 300 \\ x_4 + x_5 + x_6 + x_{11} = 300 \\ x_7 + x_8 + x_9 + x_{12} = 300 \\ 8x_1 + 6x_4 + 12x_7 - x_{13} + u_1 = 3000 \\ 14x_2 + 15x_5 + 12x_8 - x_{14} + u_2 = 5400 \\ 11x_3 + 13x_6 + 4x_9 - x_{15} + u_3 = 3300 \end{cases}$$

Вычислим дельты для каждого столбца (19 столбцов) по формуле:

$$\Delta_i = C_{10}a_{1i} + C_{11}a_{2i} + C_{12}a_{3i} + C_{16}a_{4i} + C_{17}a_{5i} + C_{18}a_{6i} - C_i$$

$$\Delta_1 = C_{10}a_{11} + C_{11}a_{21} + C_{12}a_{31} + C_{16}a_{41} + C_{17}a_{51} + C_{18}a_{61} - C_1 = 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 8 - M \cdot 0 - M \cdot 0 - 8 = -8 - 8M$$

$$\Delta_2 = C_{10}a_{12} + C_{11}a_{22} + C_{12}a_{32} + C_{16}a_{42} + C_{17}a_{52} + C_{18}a_{62} - C_2 = 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot 14 - M \cdot 0 - 14 = -14 - 14M$$

$$\Delta_3 = C_{10}a_{13} + C_{11}a_{23} + C_{12}a_{33} + C_{16}a_{43} + C_{17}a_{53} + C_{18}a_{63} - C_3 = 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot 11 - 11 = -11 - 11M$$

$$\Delta_4 = C_{10}a_{14} + C_{11}a_{24} + C_{12}a_{34} + C_{16}a_{44} + C_{17}a_{54} + C_{18}a_{64} - C_4 = 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 - M \cdot 6 - M \cdot 0 - M \cdot 0 - 6 = -6 - 6M$$

$$\Delta_5 = C_{10}a_{15} + C_{11}a_{25} + C_{12}a_{35} + C_{16}a_{45} + C_{17}a_{55} + C_{18}a_{65} - C_5 = 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot 15 - M \cdot 0 - 15 = -15 - 15M$$

$$\Delta_6 = C_{10}a_{16} + C_{11}a_{26} + C_{12}a_{36} + C_{16}a_{46} + C_{17}a_{56} + C_{18}a_{66} - C_6 = 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot 13 - 13 = -13 - 13M$$

$$\Delta_7 = C_{10}a_{17} + C_{11}a_{27} + C_{12}a_{37} + C_{16}a_{47} + C_{17}a_{57} + C_{18}a_{67} - C_7 = 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 - M \cdot 12 - M \cdot 0 - M \cdot 0 - 12 = -12 - 12M$$

$$\Delta_8 = C_{10}a_{18} + C_{11}a_{28} + C_{12}a_{38} + C_{16}a_{48} + C_{17}a_{58} + C_{18}a_{68} - C_8 = 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 - M \cdot 0 - M \cdot 12 - M \cdot 0 - 12 = -12 - 12M$$

$$\Delta_9 = C_{10}a_{19} + C_{11}a_{29} + C_{12}a_{39} + C_{16}a_{49} + C_{17}a_{59} + C_{18}a_{69} - C_9 = 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 - M \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot 4 - 4 = -4 - 4M$$

$$\Delta_{10} = C_{10}a_{1_{10}} + C_{11}a_{2_{10}} + C_{12}a_{3_{10}} + C_{16}a_{4_{10}} + C_{17}a_{5_{10}} + C_{18}a_{6_{10}} - C_{10} = 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot 0 - 0 = 0$$

$$\Delta_{11} = C_{10}a_{1_{11}} + C_{11}a_{2_{11}} + C_{12}a_{3_{11}} + C_{16}a_{4_{11}} + C_{17}a_{5_{11}} + C_{18}a_{6_{11}} - C_{11} = 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot 0 - 0 = 0$$

$$\Delta_{12} = C_{10} a_{1\_12} + C_{11} a_{2\_12} + C_{12} a_{3\_12} + C_{16} a_{4\_12} + C_{17} a_{5\_12} + C_{18} a_{6\_12} - C_{12} = 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 - M \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot 0 - 0 = 0$$

$$\Delta_{13} = C_{10} a_{1\_13} + C_{11} a_{2\_13} + C_{12} a_{3\_13} + C_{16} a_{4\_13} + C_{17} a_{5\_13} + C_{18} a_{6\_13} - C_{13} = 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot (-1) - M \cdot 0 - M \cdot 0 - 0 = M$$

$$\Delta_{14} = C_{10} a_{1\_14} + C_{11} a_{2\_14} + C_{12} a_{3\_14} + C_{16} a_{4\_14} + C_{17} a_{5\_14} + C_{18} a_{6\_14} - C_{14} = 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot (-1) - M \cdot 0 - 0 = M$$

$$\Delta_{15} = C_{10} a_{1\_15} + C_{11} a_{2\_15} + C_{12} a_{3\_15} + C_{16} a_{4\_15} + C_{17} a_{5\_15} + C_{18} a_{6\_15} - C_{15} = 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot (-1) - 0 = M$$

$$\Delta_{16} = C_{10} a_{1\_16} + C_{11} a_{2\_16} + C_{12} a_{3\_16} + C_{16} a_{4\_16} + C_{17} a_{5\_16} + C_{18} a_{6\_16} - C_{16} = 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 1 - M \cdot 0 - M \cdot 0 - (-M) = 0$$

$$\Delta_{17} = C_{10} a_{1\_17} + C_{11} a_{2\_17} + C_{12} a_{3\_17} + C_{17} a_{4\_17} + C_{17} a_{5\_17} + C_{18} a_{6\_17} - C_{17} = 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot 1 - M \cdot 0 - (-M) = 0$$

$$\Delta_{18} = C_{10} a_{1\_18} + C_{11} a_{2\_18} + C_{12} a_{3\_18} + C_{18} a_{4\_18} + C_{17} a_{5\_18} + C_{18} a_{6\_18} - C_{18} = 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot 1 - (-M) = 0$$

$$\Delta_b = C_{10} b_1 + C_{11} b_2 + C_{12} b_3 + C_{16} b_4 + C_{17} b_5 + C_{18} b_6 - C_{19} = 0 \cdot 300 + 0 \cdot 300 + 0 \cdot 300 - M \cdot 3000 - M \cdot 5400 - M \cdot 3300 - 0 = -11700M$$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
$C_j$	8	14	11	6	15	13	12	12	4	0	0	0	0	0	0	-M	-M	-M	0
$B$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$	$x_{15}$	$u_1$	$u_2$	$u_3$	$b_i$
$x_{10}$	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	300
$x_{11}$	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	300
$x_{12}$	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	300
$u_1$	8	0	0	6	0	0	12	0	0	0	0	0	-1	0	0	1	0	0	3000
$u_2$	0	14	0	0	15	0	0	12	0	0	0	0	0	-1	0	0	1	0	5400
$u_3$	0	0	11	0	0	13	0	0	4	0	0	0	0	0	-1	0	0	1	3300
$\Delta_i$	-8-8M	-14-14M	-11-11M	-6-6M	-15-15M	-13-13M	-12-12M	-12-12M	-4-4M	0	0	0	M	M	M	0	0	0	-11700M

План оптимален, если в таблице отсутствуют отрицательные дельты. Данный план не оптимален, т. к. первая же дельта  $-8-8M$  отрицательна (помним, что  $M$  — это очень большое число). План оптимален, если в таблице отсутствуют отрицательные дельты.

Определяем разрешающий столбец — столбец, в котором находится минимальная дельта: 5,  $\Delta_5$ :  $-15-15M$ . Находим симплекс-отношения  $Q$ , путём деления коэффициентов  $b_i$  на соответствующие значения столбца 5. В найденном столбце ищем строку с наименьшим значением  $Q$ :  $Q_{min} = 300$ , строка 2. На пересечении найденных строки и столбца находится разрешающий элемент: 1. В качестве базисной переменной  $x_{11}$  берём  $x_5$ . Пересчитываем таблицу.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
$C_j$	8	14	11	6	15	13	12	12	4	0	0	0	0	0	0	-M	-M	-M	0
$B$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$	$x_{15}$	$u_1$	$u_2$	$u_3$	$b_i$
$x_{10}$	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	300
$x_5$	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	300
$x_{12}$	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	300
$u_1$	8	0	0	6	0	0	12	0	0	0	0	0	-1	0	0	1	0	0	3000
$u_2$	0	14	0	-15	0	-15	0	12	0	0	-15	0	0	-1	0	0	1	0	900
$u_3$	0	0	11	0	0	13	0	0	4	0	0	0	0	0	-1	0	0	1	3300

Пересчитываем дельты для каждого столбца (19 столбцов) по формуле:

$$\Delta_i = C_{10} a_{1i} + C_5 a_{2i} + C_{12} a_{3i} + C_{16} a_{4i} + C_{17} a_{5i} + C_{18} a_{6i} - C_i$$

$$\Delta_1 = C_{10} a_{11} + C_5 a_{21} + C_{12} a_{31} + C_{16} a_{41} + C_{17} a_{51} + C_{18} a_{61} - C_1 = 0 \cdot 1 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 8 - M \cdot 0 - M \cdot 0 - 8 = -8 - 8M$$

$$\Delta_2 = C_{10} a_{12} + C_5 a_{22} + C_{12} a_{32} + C_{16} a_{42} + C_{17} a_{52} + C_{18} a_{62} - C_2 = 0 \cdot 1 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot 14 - M \cdot 0 - 14 = -14 - 14M$$

$$\Delta_3 = C_{10} a_{13} + C_5 a_{23} + C_{12} a_{33} + C_{16} a_{43} + C_{17} a_{53} + C_{18} a_{63} - C_3 = 0 \cdot 1 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot 11 - 11 = -11 - 11M$$

$$\Delta_4 = C_{10} a_{14} + C_5 a_{24} + C_{12} a_{34} + C_{16} a_{44} + C_{17} a_{54} + C_{18} a_{64} - C_4 = 0 \cdot 0 + 15 \cdot 1 + 0 \cdot 0 - M \cdot 6 - M \cdot (-15) - M \cdot 0 - 6 = 9 + 9M$$

$$\Delta_5 = C_{10} a_{15} + C_5 a_{25} + C_{12} a_{35} + C_{16} a_{45} + C_{17} a_{55} + C_{18} a_{65} - C_5 = 0 \cdot 0 + 15 \cdot 1 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot 0 - 15 = 0$$

$$\Delta_6 = C_{10} a_{16} + C_5 a_{26} + C_{12} a_{36} + C_{16} a_{46} + C_{17} a_{56} + C_{18} a_{66} - C_6 = 0 \cdot 0 + 15 \cdot 1 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot (-15) - M \cdot 13 - 13 = 2 + 2M$$

$$\Delta_7 = C_{10} a_{17} + C_5 a_{27} + C_{12} a_{37} + C_{16} a_{47} + C_{17} a_{57} + C_{18} a_{67} - C_7 = 0 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 1 - M \cdot 12 - M \cdot 0 - M \cdot 0 - 12 = -12 - 12M$$

$$\Delta_8 = C_{10} a_{18} + C_5 a_{28} + C_{12} a_{38} + C_{16} a_{48} + C_{17} a_{58} + C_{18} a_{68} - C_8 = 0 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 1 - M \cdot 0 - M \cdot 12 - M \cdot 0 - 12 = -12 - 12M$$

$$\Delta_9 = C_{10} a_{19} + C_5 a_{29} + C_{12} a_{39} + C_{16} a_{49} + C_{17} a_{59} + C_{18} a_{69} - C_9 = 0 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 1 - M \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot 4 - 4 = -4 - 4M$$

$$\Delta_{10} = C_{10} a_{1_{10}} + C_5 a_{2_{10}} + C_{12} a_{3_{10}} + C_{16} a_{4_{10}} + C_{17} a_{5_{10}} + C_{18} a_{6_{10}} - C_{10} = 0 \cdot 1 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot 0 - 0 = 0$$

$$\Delta_{11} = C_{10} a_{1_{11}} + C_5 a_{2_{11}} + C_{12} a_{3_{11}} + C_{16} a_{4_{11}} + C_{17} a_{5_{11}} + C_{18} a_{6_{11}} - C_{11} = 0 \cdot 0 + 15 \cdot 1 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot (-15) - M \cdot 0 - 0 = 15 - 15M$$

$$\Delta_{12} = C_{10} a_{1_{12}} + C_5 a_{2_{12}} + C_{12} a_{3_{12}} + C_{16} a_{4_{12}} + C_{17} a_{5_{12}} + C_{18} a_{6_{12}} - C_{12} = 0 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 1 - M \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot 0 - 0 = 0$$

$$\Delta_{13} = C_{10} a_{1_{13}} + C_5 a_{2_{13}} + C_{12} a_{3_{13}} + C_{16} a_{4_{13}} + C_{17} a_{5_{13}} + C_{18} a_{6_{13}} - C_{13} = 0 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot (-1) - M \cdot 0 - M \cdot 0 - 0 = M$$

$$\Delta_{14} = C_{10} a_{1_{14}} + C_5 a_{2_{14}} + C_{12} a_{3_{14}} + C_{16} a_{4_{14}} + C_{17} a_{5_{14}} + C_{18} a_{6_{14}} - C_{14} = 0 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot (-1) - M \cdot 0 - 0 = M$$

$$\Delta_{15} = C_{10} a_{1_{15}} + C_5 a_{2_{15}} + C_{12} a_{3_{15}} + C_{16} a_{4_{15}} + C_{17} a_{5_{15}} + C_{18} a_{6_{15}} - C_{15} = 0 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot (-1) - 0 = M$$

$$\Delta_{16} = C_{10} a_{1_{16}} + C_5 a_{2_{16}} + C_{12} a_{3_{16}} + C_{16} a_{4_{16}} + C_{17} a_{5_{16}} + C_{18} a_{6_{16}} - C_{16} = 0 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 1 - M \cdot 0 - M \cdot 0 - (-M) = 0$$



$$\Delta_{17} = C_{10} a_{1\_17} + C_5 a_{2\_17} + C_{12} a_{3\_17} + C_{17} a_{4\_17} + C_{17} a_{5\_17} + C_{18} a_{6\_17} - C_{17} = 0 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot 1 - M \cdot 0 - (-M) = 0$$

$$\Delta_{18} = C_{10} a_{1\_18} + C_5 a_{2\_18} + C_{12} a_{3\_18} + C_{18} a_{4\_18} + C_{17} a_{5\_18} + C_{18} a_{6\_18} - C_{18} = 0 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot 0 - M \cdot 1 - (-M) = 0$$

$$\Delta_b = C_{10} b_1 + C_5 b_2 + C_{12} b_3 + C_{16} b_4 + C_{17} b_5 + C_{18} b_6 - C_{19} = 0 \cdot 300 + 15 \cdot 300 + 0 \cdot 300 - M \cdot 3000 - M \cdot 900 - M \cdot 3300 - 0 = 4500 - 7200M$$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
$C_j$	8	14	11	6	15	13	12	12	4	0	0	0	0	0	0	-M	-M	-M	0
$B$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$	$x_{15}$	$u_1$	$u_2$	$u_3$	$b_i$
$\Delta_i$	-8-8M	-14-14M	-11-11M	9+9M	0	2+2M	-12-12M	-12-12M	-4-4M	0	15+15M	0	M	M	M	0	0	0	4500-7200M

План не оптимален, т. к. первая же дельта  $-8-8M$  отрицательна. Определяем разрешающий столбец — столбец, в котором находится минимальная дельта: 2,  $\Delta_2$ :  $-14-14M$ . Находим симплекс-отношения  $Q$ , путём деления коэффициентов  $b_i$  на соответствующие значения столбца 5. В найденном столбце ищем строку с наименьшим значением  $Q$ :  $Q_{min} = 64.28571$ , строка 5. На пересечении найденных строки и столбца находится разрешающий элемент: 14. В качестве базисной переменной  $u_2$  берём  $x_2$ . Пересчитываем таблицу.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
$C_j$	8	14	11	6	15	13	12	12	4	0	0	0	0	0	0	-M	-M	-M	0
$B$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$	$x_{15}$	$u_1$	$u_2$	$u_3$	$b_i$
$x_{10}$	1	0	1	1,0714	0	1,0714	0	-0,8571	0	1	1,0714	0	0	0,0714	0	0	-0,0714	0	235,7143
$x_5$	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	300
$x_{12}$	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	300
$u_1$	8	0	0	6	0	0	12	0	0	0	0	0	-1	0	0	1	0	0	3000
$x_2$	0	1	0	-1,0714	0	-1,0714	0	0,8571	0	0	-1,0714	0	0	-0,0714	0	0	0,0714	0	64,2857
$u_3$	0	0	11	0	0	13	0	0	4	0	0	0	0	0	-1	0	0	1	3300

Пересчитываем дельты для каждого столбца (19 столбцов) по формуле:

$$\Delta_i = C_{10} a_{1i} + C_5 a_{2i} + C_{12} a_{3i} + C_{16} a_{4i} + C_2 a_{5i} + C_{18} a_{6i} - C_i$$

$$\Delta_1 = C_{10} a_{11} + C_5 a_{21} + C_{12} a_{31} + C_{16} a_{41} + C_2 a_{51} + C_{18} a_{61} - C_1 = 0 \cdot 1 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 8 + 14 \cdot 0 - M \cdot 0 - 8 = -8-8M$$

$$\Delta_2 = C_{10} a_{12} + C_5 a_{22} + C_{12} a_{32} + C_{16} a_{42} + C_2 a_{52} + C_{18} a_{62} - C_2 = 0 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 + 14 \cdot 1 - M \cdot 0 - 14 = 0$$

$$\Delta_3 = C_{10} a_{13} + C_5 a_{23} + C_{12} a_{33} + C_{16} a_{43} + C_2 a_{53} + C_{18} a_{63} - C_3 = 0 \cdot 1 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 + 14 \cdot 0 - M \cdot 11 - 11 = -11-11M$$

$$\Delta_4 = C_{10} a_{14} + C_5 a_{24} + C_{12} a_{34} + C_{16} a_{44} + C_2 a_{54} + C_{18} a_{64} - C_4 = 0 \cdot 1,0714 + 15 \cdot 1 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 + 14 \cdot (-1,0714) - M \cdot 0 - 6 = -6-6M$$

$$\Delta_5 = C_{10} a_{15} + C_5 a_{25} + C_{12} a_{35} + C_{16} a_{45} + C_2 a_{55} + C_{18} a_{65} - C_5 = 0 \cdot 0 + 15 \cdot 1 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 + 14 \cdot 0 - M \cdot 0 - 15 = 0$$

$$\Delta_6 = C_{10} a_{16} + C_5 a_{26} + C_{12} a_{36} + C_{16} a_{46} + C_2 a_{56} + C_{18} a_{66} - C_6 = 0 \cdot 1,0714 + 15 \cdot 1 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 + 14 \cdot (-1,0714) - M \cdot 13 - 13 = -13 - 13M$$

$$\Delta_7 = C_{10} a_{17} + C_5 a_{27} + C_{12} a_{37} + C_{16} a_{47} + C_2 a_{57} + C_{18} a_{67} - C_7 = 0 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 1 - M \cdot 12 + 14 \cdot 0 - M \cdot 0 - 12 = -12 - 12M$$

$$\Delta_8 = C_{10} a_{18} + C_5 a_{28} + C_{12} a_{38} + C_{16} a_{48} + C_2 a_{58} + C_{18} a_{68} - C_8 = 0 \cdot (-0,8571) + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 1 - M \cdot 0 + 14 \cdot 0,8571 - M \cdot 0 - 12 = 0$$

$$\Delta_9 = C_{10} a_{19} + C_5 a_{29} + C_{12} a_{39} + C_{16} a_{49} + C_2 a_{59} + C_{18} a_{69} - C_9 = 0 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 1 - M \cdot 0 + 14 \cdot 0 - M \cdot 4 - 4 = -4 - 4M$$

$$\Delta_{10} = C_{10} a_{1_{10}} + C_5 a_{2_{10}} + C_{12} a_{3_{10}} + C_{16} a_{4_{10}} + C_2 a_{5_{10}} + C_{18} a_{6_{10}} - C_{10} = 0 \cdot 1 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 + 14 \cdot 0 - M \cdot 0 - 0 = 0$$

$$\Delta_{11} = C_{10} a_{1_{11}} + C_5 a_{2_{11}} + C_{12} a_{3_{11}} + C_{16} a_{4_{11}} + C_2 a_{5_{11}} + C_{18} a_{6_{11}} - C_{11} = 0 \cdot 1,0714 + 15 \cdot 1 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 + 14 \cdot (-1,0714) - M \cdot 0 - 0 = 0$$

$$\Delta_{12} = C_{10} a_{1_{12}} + C_5 a_{2_{12}} + C_{12} a_{3_{12}} + C_{16} a_{4_{12}} + C_2 a_{5_{12}} + C_{18} a_{6_{12}} - C_{12} = 0 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 1 - M \cdot 0 + 14 \cdot 0 - M \cdot 0 - 0 = 0$$

$$\Delta_{13} = C_{10} a_{1_{13}} + C_5 a_{2_{13}} + C_{12} a_{3_{13}} + C_{16} a_{4_{13}} + C_2 a_{5_{13}} + C_{18} a_{6_{13}} - C_{13} = 0 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot (-1) + 14 \cdot 0 - M \cdot 0 - 0 = M$$

$$\Delta_{14} = C_{10} a_{1_{14}} + C_5 a_{2_{14}} + C_{12} a_{3_{14}} + C_{16} a_{4_{14}} + C_2 a_{5_{14}} + C_{18} a_{6_{14}} - C_{14} = 0 \cdot 0,0714 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 + 14 \cdot (-0,0714) - M \cdot 0 - 0 = -1$$

$$\Delta_{15} = C_{10} a_{1_{15}} + C_5 a_{2_{15}} + C_{12} a_{3_{15}} + C_{16} a_{4_{15}} + C_2 a_{5_{15}} + C_{18} a_{6_{15}} - C_{15} = 0 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 + 14 \cdot 0 - M \cdot (-1) - 0 = M$$

$$\Delta_{16} = C_{10} a_{1_{16}} + C_5 a_{2_{16}} + C_{12} a_{3_{16}} + C_{16} a_{4_{16}} + C_2 a_{5_{16}} + C_{18} a_{6_{16}} - C_{16} = 0 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 1 + 14 \cdot 0 - M \cdot 0 - (-M) = 0$$

$$\Delta_{17} = C_{10} a_{1_{17}} + C_5 a_{2_{17}} + C_{12} a_{3_{17}} + C_2 a_{4_{17}} + C_2 a_{5_{17}} + C_{18} a_{6_{17}} - C_{17} = 0 \cdot (-0,0714) + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 + 14 \cdot 0,0714 - M \cdot 0 - (-M) = 1 + M$$

$$\Delta_{18} = C_{10} a_{1_{18}} + C_5 a_{2_{18}} + C_{12} a_{3_{18}} + C_{18} a_{4_{18}} + C_2 a_{5_{18}} + C_{18} a_{6_{18}} - C_{18} = 0 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 + 14 \cdot 0 - M \cdot 1 - (-M) = 0$$

$$\Delta_b = C_{10} b_1 + C_5 b_2 + C_{12} b_3 + C_{16} b_4 + C_2 b_5 + C_{18} b_6 - C_{19} = 0 \cdot 235,7123 + 15 \cdot 300 + 0 \cdot 300 - M \cdot 3000 + 14 \cdot 64,2857 - M \cdot 3300 - 0 = 5400 - 6300M$$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
$C_j$	8	14	11	6	15	13	12	12	4	0	0	0	0	0	0	-M	-M	-M	0
$B$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$	$x_{15}$	$u_1$	$u_2$	$u_3$	$b_i$
$\Delta_i$	-8-8M	0	-11-11M	-6-6M	0	-13-13M	-12-12M	0	-4-4M	0	0	0	M	-1	M	0	1+M	0	5400-6300M

План не оптимален, т. к. первая же дельта  $-8-8M$  отрицательна. Определяем разрешающий столбец — столбец, в котором находится минимальная дельта: 6,  $\Delta_6$ :  $-13-13M$ . Находим симплекс-отношения  $Q$ , путём деления коэффициентов  $b_i$  на соответствующие значения столбца 5. В найденном столбце ищем строку с наименьшим значением  $Q$ :  $Q_{min} = 220$ , строка 1. На пересечении найденных строки и столбца находится разрешающий элемент: 1,0714. В качестве базисной переменной  $x_{10}$  берём  $x_6$ . Пересчитываем таблицу.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
$C_j$	8	14	11	6	15	13	12	12	4	0	0	0	0	0	0	-M	-M	-M	0
$B$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$	$x_{15}$	$u_1$	$u_2$	$u_3$	$b_i$
$x_6$	0,9333	0	0,9333	1	0	1	0	-0,8	0	0,9333	1	0	0	0,0667	0	0	-0,0667	0	220
$x_5$	-0,9333	0	-0,9333	0	1	0	0	0,8	0	-0,9333	0	0	0	-0,0667	0	0	0,0667	0	80
$x_{12}$	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	300
$u_1$	8	0	0	6	0	0	12	0	0	0	0	0	-1	0	0	1	0	0	3000
$x_2$	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	300
$u_3$	-12,1333	0	-1,1333	-13	0	0	0	10,4	4	-12,1333	-13	0	0	-0,8667	-1	0	0,8667	1	440

Пересчитываем дельты для каждого столбца (19 столбцов) по формуле:

$$\Delta_i = C_6 a_{1i} + C_5 a_{2i} + C_{12} a_{3i} + C_{16} a_{4i} + C_2 a_{5i} + C_{18} a_{6i} - C_i$$

$$\Delta_1 = C_6 a_{11} + C_5 a_{21} + C_{12} a_{31} + C_{16} a_{41} + C_2 a_{51} + C_{18} a_{61} - C_1 = 13 \cdot 0,9333 + 15 \cdot (-0,9333) + 0 \cdot 0 - M \cdot 8 + 14 \cdot 1 - M \cdot (-12,1333) - 8 = 4,1333 + 4,1333M$$

$$\Delta_2 = C_6 a_{12} + C_5 a_{22} + C_{12} a_{32} + C_{16} a_{42} + C_2 a_{52} + C_{18} a_{62} - C_2 = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 + 14 \cdot 1 - M \cdot 0 - 14 = 0$$

$$\Delta_3 = C_6 a_{13} + C_5 a_{23} + C_{12} a_{33} + C_{16} a_{43} + C_2 a_{53} + C_{18} a_{63} - C_3 = 13 \cdot 0,9333 + 15 \cdot (-0,9333) + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 + 14 \cdot 1 - M \cdot (-1,1333) - 11 = 1,1333 + 1,1333M$$

$$\Delta_4 = C_6 a_{14} + C_5 a_{24} + C_{12} a_{34} + C_{16} a_{44} + C_2 a_{54} + C_{18} a_{64} - C_4 = 13 \cdot 1 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 6 + 14 \cdot 0 - M \cdot (-13) - 6 = 7 + 7M$$

$$\Delta_5 = C_6 a_{15} + C_5 a_{25} + C_{12} a_{35} + C_{16} a_{45} + C_2 a_{55} + C_{18} a_{65} - C_5 = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 1 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 + 14 \cdot 0 - M \cdot 0 - 15 = 0$$

$$\Delta_6 = C_6 a_{16} + C_5 a_{26} + C_{12} a_{36} + C_{16} a_{46} + C_2 a_{56} + C_{18} a_{66} - C_6 = 13 \cdot 1 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 + 14 \cdot 0 - M \cdot 0 - 13 = 0$$

$$\Delta_7 = C_6 a_{17} + C_5 a_{27} + C_{12} a_{37} + C_{16} a_{47} + C_2 a_{57} + C_{18} a_{67} - C_7 = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 1 - M \cdot 12 + 14 \cdot 0 - M \cdot 0 - 12 = -12 - 12M$$

$$\Delta_8 = C_6 a_{18} + C_5 a_{28} + C_{12} a_{38} + C_{16} a_{48} + C_2 a_{58} + C_{18} a_{68} - C_8 = 13 \cdot (-0,8) + 15 \cdot 0,8 + 0 \cdot 1 - M \cdot 0 + 14 \cdot 0 - M \cdot 10,4 - 12 = -10,4 - 10,4M$$

$$\Delta_9 = C_6 a_{19} + C_5 a_{29} + C_{12} a_{39} + C_{16} a_{49} + C_2 a_{59} + C_{18} a_{69} - C_9 = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 1 - M \cdot 0 + 14 \cdot 0 - M \cdot 4 - 4 = -4 - 4M$$

$$\Delta_{10} = C_6 a_{1_{10}} + C_5 a_{2_{10}} + C_{12} a_{3_{10}} + C_{16} a_{4_{10}} + C_2 a_{5_{10}} + C_{18} a_{6_{10}} - C_{10} = 13 \cdot 0,9333 + 15 \cdot (-0,9333) + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 + 14 \cdot 1 - M \cdot (-12,1333) - 0 = 12,1333 + 12,1333M$$

$$\Delta_{11} = C_6 a_{1_{11}} + C_5 a_{2_{11}} + C_{12} a_{3_{11}} + C_{16} a_{4_{11}} + C_2 a_{5_{11}} + C_{18} a_{6_{11}} - C_{11} = 13 \cdot 1 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 + 14 \cdot 0 - M \cdot (-13) - 0 = 13 + 13M$$

$$\Delta_{12} = C_6 a_{1_{12}} + C_5 a_{2_{12}} + C_{12} a_{3_{12}} + C_{16} a_{4_{12}} + C_2 a_{5_{12}} + C_{18} a_{6_{12}} - C_{12} = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 1 - M \cdot 0 + 14 \cdot 0 - M \cdot 0 - 0 = 0$$

$$\Delta_{13} = C_6 a_{1_{13}} + C_5 a_{2_{13}} + C_{12} a_{3_{13}} + C_{16} a_{4_{13}} + C_2 a_{5_{13}} + C_{18} a_{6_{13}} - C_{13} = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot (-1) + 14 \cdot 0 - M \cdot 0 - 0 = M$$

$$\Delta_{14} = C_6 a_{1_{14}} + C_5 a_{2_{14}} + C_{12} a_{3_{14}} + C_{16} a_{4_{14}} + C_2 a_{5_{14}} + C_{18} a_{6_{14}} - C_{14} = 13 \cdot 0,0667 + 15 \cdot (-0,0667) + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 + 14 \cdot 0 - M \cdot (-0,8667) - 0 = -0,1333 - 0,8667M$$

$$\Delta_{15} = C_6 a_{1_{15}} + C_5 a_{2_{15}} + C_{12} a_{3_{15}} + C_{16} a_{4_{15}} + C_2 a_{5_{15}} + C_{18} a_{6_{15}} - C_{15} = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 + 14 \cdot 0 - M \cdot (-1) - 0 = M$$

$$\Delta_{16} = C_6 a_{1\_16} + C_5 a_{2\_16} + C_{12} a_{3\_16} + C_{16} a_{4\_16} + C_2 a_{5\_16} + C_{18} a_{6\_16} - C_{16} = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 1 + 14 \cdot 0 - M \cdot 0 - (-M) = 0$$

$$\Delta_{17} = C_6 a_{1\_17} + C_5 a_{2\_17} + C_{12} a_{3\_17} + C_2 a_{4\_17} + C_2 a_{5\_17} + C_{18} a_{6\_17} - C_{17} = 13 \cdot (-0,0667) + 15 \cdot 0,0667 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 + 14 \cdot 0 - M \cdot 0,8667 - (-M) = 0,1333 + 0,1333M$$

$$\Delta_{18} = C_6 a_{1\_18} + C_5 a_{2\_18} + C_{12} a_{3\_18} + C_{18} a_{4\_18} + C_2 a_{5\_18} + C_{18} a_{6\_18} - C_{18} = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - M \cdot 0 + 14 \cdot 0 - M \cdot 1 - (-M) = 0$$

$$\Delta_b = C_6 b_1 + C_5 b_2 + C_{12} b_3 + C_{16} b_4 + C_2 b_5 + C_{18} b_6 - C_{19} = 13 \cdot 220 + 15 \cdot 80 + 0 \cdot 300 - M \cdot 3000 + 14 \cdot 300 - M \cdot 440 - 0 = 8260 - 3440M$$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
$C_j$	8	14	11	6	15	13	12	12	4	0	0	0	0	0	0	-M	-M	-M	0
$B$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$	$x_{15}$	$u_1$	$u_2$	$u_3$	$b_i$
$\Delta_i$	$4,1333+1333M$	0	$1,1333+1,1333M$	$7+7M$	0	0	$-12-12M$	$-10,4-10,4M$	$-4-4M$	$12,1333+12,1333M$	$13+13M$	0	M	$-0,1333-0,8667M$	M	0	$0,1333+0,1333M$	0	$8260-3440M$

План не оптимален, т. к. дельта  $\Delta_7 = -12-12M$  отрицательна. Определяем разрешающий столбец — столбец, в котором находится минимальная дельта: 7,  $\Delta_7: -12-12M$ . Находим симплекс-отношения  $Q$ , путём деления коэффициентов  $b_i$  на соответствующие значения столбца 7. В найденном столбце ищем строку с наименьшим значением  $Q$ :  $Q_{min} = 250$ , строка 4. На пересечении найденных строки и столбца находится разрешающий элемент: 12. В качестве базисной переменной  $u_1$  берём  $x_7$ . Пересчитываем таблицу.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
$C_j$	8	14	11	6	15	13	12	12	4	0	0	0	0	0	0	-M	-M	-M	0
$B$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$	$x_{15}$	$u_1$	$u_2$	$u_3$	$b_i$
$x_6$	0,9333	0	0,9333	1	0	1	0	-0,8	0	0,9333	1	0	0	0,0667	0	0	-0,0667	0	220
$x_5$	-0,9333	0	-0,9333	0	1	0	0	0,8	0	-0,9333	0	0	0	-0,0667	0	0	0,0667	0	80
$x_{12}$	-0,6667	0	0	-0,5	0	0	0	1	1	0	0	1	0,0833	0	0	-0,0833	0	0	50
$x_7$	0,6667	0	0	0,5	0	0	1	0	0	0	0	0	-0,0833	0	0	0,0833	0	0	250
$x_2$	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	300
$u_3$	-12,1333	0	-1,1333	-13	0	0	0	10,4	4	-12,1333	-13	0	0	-0,8667	-1	0	0,8667	1	440

Пересчитываем дельты для каждого столбца (19 столбцов) по формуле:

$$\Delta_i = C_6 a_{1i} + C_5 a_{2i} + C_{12} a_{3i} + C_7 a_{4i} + C_2 a_{5i} + C_{18} a_{6i} - C_i$$

$$\Delta_1 = C_6 a_{11} + C_5 a_{21} + C_{12} a_{31} + C_7 a_{41} + C_2 a_{51} + C_{18} a_{61} - C_1 = 13 \cdot 0,9333 + 15 \cdot (-0,9333) + 0 \cdot (-0,6667) + 12 \cdot 0,6667 + 14 \cdot 1 - M \cdot (-12,1333) - 8 = 12,1333 + 12,1333M$$

$$\Delta_2 = C_6 a_{12} + C_5 a_{22} + C_{12} a_{32} + C_7 a_{42} + C_2 a_{52} + C_{18} a_{62} - C_2 = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 12 \cdot 0 + 14 \cdot 1 - M \cdot 0 - 14 = 0$$

$$\Delta_3 = C_6 a_{13} + C_5 a_{23} + C_{12} a_{33} + C_7 a_{43} + C_2 a_{53} + C_{18} a_{63} - C_3 = 13 \cdot 0,9333 + 15 \cdot (-0,9333) + 0 \cdot 0 + 12 \cdot 0 + 14 \cdot 1 - M \cdot (-1,1333) - 11 = 1,1333 + 1,1333M$$

$$\Delta_4 = C_6 a_{14} + C_5 a_{24} + C_{12} a_{34} + C_7 a_{44} + C_2 a_{54} + C_{18} a_{64} - C_4 = 13 \cdot 1 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot (-0,5) + 12 \cdot 0,5 + 14 \cdot 0 - M \cdot (-13) - 6 = 13 + 13M$$

$$\Delta_5 = C_6 a_{15} + C_5 a_{25} + C_{12} a_{35} + C_7 a_{45} + C_2 a_{55} + C_{18} a_{65} - C_5 = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 12 \cdot 0 + 14 \cdot 0 - M \cdot 0 - 15 = 0$$

$$\Delta_6 = C_6 a_{16} + C_5 a_{26} + C_{12} a_{36} + C_7 a_{46} + C_2 a_{56} + C_{18} a_{66} - C_6 = 13 \cdot 1 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 12 \cdot 0 + 14 \cdot 0 - M \cdot 0 - 13 = 0$$

$$\Delta_7 = C_6 a_{17} + C_5 a_{27} + C_{12} a_{37} + C_7 a_{47} + C_2 a_{57} + C_{18} a_{67} - C_7 = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 12 \cdot 1 + 14 \cdot 0 - M \cdot 0 - 12 = 0$$

$$\Delta_8 = C_6 a_{18} + C_5 a_{28} + C_{12} a_{38} + C_7 a_{48} + C_2 a_{58} + C_{18} a_{68} - C_8 = 13 \cdot (-0,8) + 15 \cdot 0,8 + 0 \cdot 1 + 12 \cdot 0 + 14 \cdot 0 - M \cdot 10,4 - 12 = -10,4 - 10,4M$$

$$\Delta_9 = C_6 a_{19} + C_5 a_{29} + C_{12} a_{39} + C_7 a_{49} + C_2 a_{59} + C_{18} a_{69} - C_9 = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 12 \cdot 0 + 14 \cdot 0 - M \cdot 4 - 4 = -4 - 4M$$

$$\Delta_{10} = C_6 a_{1\_10} + C_5 a_{2\_10} + C_{12} a_{3\_10} + C_7 a_{4\_10} + C_2 a_{5\_10} + C_{18} a_{6\_10} - C_{10} = 13 \cdot 0,9333 + 15 \cdot (-0,9333) + 0 \cdot 0 + 12 \cdot 0 + 14 \cdot 1 - M \cdot (-12,1333) - 0 = 12,1333 + 12,1333M$$

$$\Delta_{11} = C_6 a_{1\_11} + C_5 a_{2\_11} + C_{12} a_{3\_11} + C_7 a_{4\_11} + C_2 a_{5\_11} + C_{18} a_{6\_11} - C_{11} = 13 \cdot 1 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 12 \cdot 0 + 14 \cdot 0 - M \cdot (-13) - 0 = 13 + 13M$$

$$\Delta_{12} = C_6 a_{1\_12} + C_5 a_{2\_12} + C_{12} a_{3\_12} + C_7 a_{4\_12} + C_2 a_{5\_12} + C_{18} a_{6\_12} - C_{12} = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 12 \cdot 0 + 14 \cdot 0 - M \cdot 0 - 0 = 0$$

$$\Delta_{13} = C_6 a_{1\_13} + C_5 a_{2\_13} + C_{12} a_{3\_13} + C_7 a_{4\_13} + C_2 a_{5\_13} + C_{18} a_{6\_13} - C_{13} = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0,0833 + 12 \cdot (-0,0833) + 14 \cdot 0 - M \cdot 0 - 0 = -1$$

$$\Delta_{14} = C_6 a_{1\_14} + C_5 a_{2\_14} + C_{12} a_{3\_14} + C_7 a_{4\_14} + C_2 a_{5\_14} + C_{18} a_{6\_14} - C_{14} = 13 \cdot 0,0667 + 15 \cdot (-0,0667) + 0 \cdot 0 + 12 \cdot 0 + 14 \cdot 0 - M \cdot (-0,8667) - 0 = -0,1333 - 0,8667M$$

$$\Delta_{15} = C_6 a_{1\_15} + C_5 a_{2\_15} + C_{12} a_{3\_15} + C_7 a_{4\_15} + C_2 a_{5\_15} + C_{18} a_{6\_15} - C_{15} = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 12 \cdot 0 + 14 \cdot 0 - M \cdot (-1) - 0 = M$$

$$\Delta_{16} = C_6 a_{1\_16} + C_5 a_{2\_16} + C_{12} a_{3\_16} + C_7 a_{4\_16} + C_2 a_{5\_16} + C_{18} a_{6\_16} - C_{16} = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot (-0,0833) + 12 \cdot 0,0833 + 14 \cdot 0 - M \cdot 0 - (-M) = 1 + M$$

$$\Delta_{17} = C_6 a_{1\_17} + C_5 a_{2\_17} + C_{12} a_{3\_17} + C_2 a_{4\_17} + C_2 a_{5\_17} + C_{18} a_{6\_17} - C_{17} = 13 \cdot (-0,0667) + 15 \cdot 0,0667 + 0 \cdot 0 + 12 \cdot 0 + 14 \cdot 0 - M \cdot 0,8667 - (-M) = 0,1333 + 0,1333M$$

$$\Delta_{18} = C_6 a_{1\_18} + C_5 a_{2\_18} + C_{12} a_{3\_18} + C_{18} a_{4\_18} + C_2 a_{5\_18} + C_{18} a_{6\_18} - C_{18} = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 12 \cdot 0 + 14 \cdot 0 - M \cdot 1 - (-M) = 0$$

$$\Delta_b = C_6 b_1 + C_5 b_2 + C_{12} b_3 + C_7 b_4 + C_2 b_5 + C_{18} b_6 - C_{19} = 13 \cdot 220 + 15 \cdot 80 + 0 \cdot 50 + 12 \cdot 250 + 14 \cdot 300 - M \cdot 440 - 0 = 11260 - 440M$$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
$C_j$	8	14	11	6	15	13	12	12	4	0	0	0	0	0	0	-M	-M	-M	0
$B$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$	$x_{15}$	$u_1$	$u_2$	$u_3$	$b_i$
$\Delta_i$	$12,1333+12,1333M$	0	$1,1333+1,1333M$	$13+13M$	0	0	0	$-10,4-10,4M$	$-4-4M$	$12,1333+12,1333M$	$13+13M$	0	-1	$-0,1333-0,8667M$	M	$1+M$	$0,1333+0,1333M$	0	$11260-440M$

План не оптимален, т. к. дельта  $\Delta_8 = -10,4-10,4M$  отрицательна. Определяем разрешающий столбец — столбец, в котором находится минимальная дельта: 8,  $\Delta_7: -10,4-10,4M$ . Находим симплекс-отношения  $Q$ , путём деления коэффициентов  $b_i$  на соответствующие значения столбца 8. В найденном столбце ищем строку с наименьшим значением  $Q$ :  $Q_{min} = 42,3077$ , строка 6. На пересечении найденных строки и столбца находится разрешающий элемент: 10,4. В качестве базисной переменной  $u_3$  берём  $x_8$ . Пересчитываем таблицу.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
$C_j$	8	14	11	6	15	13	12	12	4	0	0	0	0	0	0	-M	-M	-M	0
$B$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$	$x_{15}$	$u_1$	$u_2$	$u_3$	$b_i$
$x_6$	0	0	0,8462	0	0	1	0	0	0,3077	0	0	0	0	0	-0,0769	0	0	0,0769	253,8462
$x_5$	0	0	-0,8462	1	1	0	0	0	-0,3077	0	1	0	0	0	0,0769	0	0	-0,0769	46,1538
$x_{12}$	0,5	0	0,109	0,75	0	0	0	0	0,6154	1,1667	1,25	1	0,0833	0,0833	0,0962	-0,0833	-0,0833	-0,0962	7,6923
$x_7$	0,6667	0	0	0,5	0	0	1	0	0	0	0	0	-0,0833	0	0	0,0833	0	0	250
$x_2$	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	300
$x_8$	-1,1667	0	-0,109	-1,25	0	0	0	1	0,3846	-1,1667	-1,25	0	0	-0,0833	-0,0962	0	0,0833	0,0962	43,3077

Пересчитываем дельты для каждого столбца (19 столбцов) по формуле:

$$\Delta_i = C_6 a_{1i} + C_5 a_{2i} + C_{12} a_{3i} + C_7 a_{4i} + C_2 a_{5i} + C_8 a_{6i} - C_i$$

$$\Delta_1 = C_6 a_{11} + C_5 a_{21} + C_{12} a_{31} + C_7 a_{41} + C_2 a_{51} + C_8 a_{61} - C_1 = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0,5 + 12 \cdot 0,6667 + 14 \cdot 1 + 12 \cdot (-1,1667) - 8 = 0$$

$$\Delta_2 = C_6 a_{12} + C_5 a_{22} + C_{12} a_{32} + C_7 a_{42} + C_2 a_{52} + C_8 a_{62} - C_2 = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 12 \cdot 0 + 14 \cdot 1 + 12 \cdot 0 - 14 = 0$$

$$\Delta_3 = C_6 a_{13} + C_5 a_{23} + C_{12} a_{33} + C_7 a_{43} + C_2 a_{53} + C_8 a_{63} - C_3 = 13 \cdot 0,8462 + 15 \cdot (-0,8462) + 0 \cdot 0,109 + 12 \cdot 0 + 14 \cdot 1 + 12 \cdot (-0,109) - 11 = 0$$

$$\Delta_4 = C_6 a_{14} + C_5 a_{24} + C_{12} a_{34} + C_7 a_{44} + C_2 a_{54} + C_8 a_{64} - C_4 = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 1 + 0 \cdot 0,75 + 12 \cdot 0,5 + 14 \cdot 0 + 12 \cdot (-1,25) - 6 = 0$$

$$\Delta_5 = C_6 a_{15} + C_5 a_{25} + C_{12} a_{35} + C_7 a_{45} + C_2 a_{55} + C_8 a_{65} - C_5 = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 12 \cdot 0 + 14 \cdot 0 + 12 \cdot 0 - 15 = 0$$

$$\Delta_6 = C_6 a_{16} + C_5 a_{26} + C_{12} a_{36} + C_7 a_{46} + C_2 a_{56} + C_8 a_{66} - C_6 = 13 \cdot 1 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 12 \cdot 0 + 14 \cdot 0 + 12 \cdot 0 - 13 = 0$$

$$\Delta_7 = C_6 a_{17} + C_5 a_{27} + C_{12} a_{37} + C_7 a_{47} + C_2 a_{57} + C_8 a_{67} - C_7 = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 12 \cdot 1 + 14 \cdot 0 + 12 \cdot 0 - 12 = 0$$

$$\Delta_8 = C_6 a_{18} + C_5 a_{28} + C_{12} a_{38} + C_7 a_{48} + C_2 a_{58} + C_8 a_{68} - C_8 = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 12 \cdot 0 + 14 \cdot 0 + 12 \cdot 1 - 12 = 0$$

$$\Delta_9 = C_6 a_{19} + C_5 a_{29} + C_{12} a_{39} + C_7 a_{49} + C_2 a_{59} + C_8 a_{69} - C_9 = 13 \cdot 0,3077 + 15 \cdot (-0,3077) + 0 \cdot 0,6154 + 12 \cdot 0 + 14 \cdot 0 + 12 \cdot 0,3846 - 4 = 0$$

$$\Delta_{10} = C_6 a_{1_{10}} + C_5 a_{2_{10}} + C_{12} a_{3_{10}} + C_7 a_{4_{10}} + C_2 a_{5_{10}} + C_8 a_{6_{10}} - C_{10} = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 1,1667 + 12 \cdot 0 + 14 \cdot 1 + 12 \cdot (-1,1667) - 0 = 0$$

$$\Delta_{11} = C_6 a_{1_{11}} + C_5 a_{2_{11}} + C_{12} a_{3_{11}} + C_7 a_{4_{11}} + C_2 a_{5_{11}} + C_8 a_{6_{11}} - C_{11} = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 1 + 0 \cdot 1,25 + 12 \cdot 0 + 14 \cdot 0 + 12 \cdot (-1,25) - 0 = 0$$

$$\Delta_{12} = C_6 a_{1_{12}} + C_5 a_{2_{12}} + C_{12} a_{3_{12}} + C_7 a_{4_{12}} + C_2 a_{5_{12}} + C_8 a_{6_{12}} - C_{12} = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 12 \cdot 0 + 14 \cdot 0 + 12 \cdot 0 - 0 = 0$$

$$\Delta_{13} = C_6 a_{1_{13}} + C_5 a_{2_{13}} + C_{12} a_{3_{13}} + C_7 a_{4_{13}} + C_2 a_{5_{13}} + C_8 a_{6_{13}} - C_{13} = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0,0833 + 12 \cdot (-0,0833) + 14 \cdot 0 + 12 \cdot 0 - 0 = -1$$

$$\Delta_{14} = C_6 a_{1_{14}} + C_5 a_{2_{14}} + C_{12} a_{3_{14}} + C_7 a_{4_{14}} + C_2 a_{5_{14}} + C_8 a_{6_{14}} - C_{14} = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0,0833 + 12 \cdot 0 + 14 \cdot 0 + 12 \cdot (-0,0833) - 0 = -1$$

$$\Delta_{15} = C_6 a_{1_{15}} + C_5 a_{2_{15}} + C_{12} a_{3_{15}} + C_7 a_{4_{15}} + C_2 a_{5_{15}} + C_8 a_{6_{15}} - C_{15} = 13 \cdot (-0,0769) + 15 \cdot 0,0769 + 0 \cdot 0,0962 + 12 \cdot 0 + 14 \cdot 0 + 12 \cdot (-0,0962) - 0 = -1$$

$$\Delta_{16} = C_6 a_{1_{16}} + C_5 a_{2_{16}} + C_{12} a_{3_{16}} + C_7 a_{4_{16}} + C_2 a_{5_{16}} + C_8 a_{6_{16}} - C_{16} = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot (-0,0833) + 12 \cdot 0,0833 + 14 \cdot 0 + 12 \cdot 0 - (-M) = 1+M$$

$$\Delta_{17} = C_6 a_{1_{17}} + C_5 a_{2_{17}} + C_{12} a_{3_{17}} + C_7 a_{4_{17}} + C_2 a_{5_{17}} + C_8 a_{6_{17}} - C_{17} = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot (-0,0833) + 12 \cdot 0 + 14 \cdot 0 + 12 \cdot 0,0833 - (-M) = 1+M$$

$$\Delta_{18} = C_6 a_{1_{18}} + C_5 a_{2_{18}} + C_{12} a_{3_{18}} + C_7 a_{4_{18}} + C_2 a_{5_{18}} + C_8 a_{6_{18}} - C_{18} = 13 \cdot 0,0769 + 15 \cdot (-0,0769) + 0 \cdot (-0,0962) + 12 \cdot 0 + 14 \cdot 0 + 12 \cdot 0,0962 - (-M) = 1+M$$

$$\Delta_b = C_6 b_1 + C_5 b_2 + C_{12} b_3 + C_7 b_4 + C_2 b_5 + C_8 b_6 - C_{19} = 13 \cdot 253,8462 + 15 \cdot 46,1538 + 0 \cdot 7,6923 + 12 \cdot 250 + 14 \cdot 300 + 12 \cdot 42,3077 - 0 = 11700$$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
$C_j$	8	14	11	6	15	13	12	12	4	0	0	0	0	0	0	-M	-M	-M	0
$B$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$	$x_{15}$	$u_1$	$u_2$	$u_3$	$b_i$
$\Delta_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	1+M	1+M	1+M	11700

План не оптимален, т. к. дельта  $\Delta_{13} = -1$  отрицательна. Определяем разрешающий столбец — столбец, в котором находится минимальная дельта: 13,  $\Delta_{13}$ : -1. Находим симплекс-отношения  $Q$ , путём деления коэффициентов  $b_i$  на соответствующие значения столбца 8. В найденном столбце ищем строку с наименьшим значением  $Q$ :  $Q_{min} = 92,3077$ , строка 3. На пересечении найденных строки и столбца находится разрешающий элемент: 0,0833. В качестве базисной переменной  $x_{12}$  берём  $x_{13}$ . Пересчитываем таблицу.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
$C_j$	8	14	11	6	15	13	12	12	4	0	0	0	0	0	0	-M	-M	-M	0
$B$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$	$x_{15}$	$u_1$	$u_2$	$u_3$	$b_i$
$x_6$	0	0	0,8462	0	0	1	0	0	0,3077	0	0	0	0	0	-0,0769	0	0	0,0769	253,8462
$x_5$	0	0	-0,8462	1	1	0	0	0	-0,3077	0	1	0	0	0	0,0769	0	0	-0,0769	46,1538
$x_{13}$	6	0	1,3077	9	0	0	0	0	7,3846	14	15	12	1	1	1,1538	-1	-1	-1,1538	92,3077
$x_7$	1,1667	0	0,109	1,25	0	0	1	0	0,6154	1,1667	1,25	0	0	0,0833	0,0962	0	-0,0833	-0,0962	257,6923
$x_2$	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	300
$x_8$	-1,1667	0	-0,109	-1,25	0	0	0	1	0,3846	-1,1667	-1,25	0	0	-0,0833	-0,0962	0	0,0833	0,0962	43,3077

Пересчитываем дельты для каждого столбца (19 столбцов) по формуле:

$$\Delta_i = C_6 a_{1i} + C_5 a_{2i} + C_{13} a_{3i} + C_7 a_{4i} + C_2 a_{5i} + C_8 a_{6i} - C_i$$

$$\Delta_1 = C_6 a_{11} + C_5 a_{21} + C_{13} a_{31} + C_7 a_{41} + C_2 a_{51} + C_8 a_{61} - C_1 = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 6 + 12 \cdot 1,1667 + 14 \cdot 1 + 12 \cdot (-1,1667) - 8 = 6$$

$$\Delta_2 = C_6 a_{12} + C_5 a_{22} + C_{13} a_{32} + C_7 a_{42} + C_2 a_{52} + C_8 a_{62} - C_2 = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 12 \cdot 0 + 14 \cdot 1 + 12 \cdot 0 - 14 = 0$$

$$\Delta_3 = C_6 a_{13} + C_5 a_{23} + C_{13} a_{33} + C_7 a_{43} + C_2 a_{53} + C_8 a_{63} - C_3 = 13 \cdot 0,8462 + 15 \cdot (-0,8462) + 0 \cdot 1,3077 + 12 \cdot 0,109 + 14 \cdot 1 + 12 \cdot (-0,109) - 11 = 1,3077$$

$$\Delta_4 = C_6 a_{14} + C_5 a_{24} + C_{13} a_{34} + C_7 a_{44} + C_2 a_{54} + C_8 a_{64} - C_4 = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 1 + 0 \cdot 9 + 12 \cdot 1,25 + 14 \cdot 0 + 12 \cdot (-1,25) - 6 = 9$$

$$\Delta_5 = C_6 a_{15} + C_5 a_{25} + C_{13} a_{35} + C_7 a_{45} + C_2 a_{55} + C_8 a_{65} - C_5 = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 12 \cdot 0 + 14 \cdot 0 + 12 \cdot 0 - 15 = 0$$

$$\Delta_6 = C_6 a_{16} + C_5 a_{26} + C_{13} a_{36} + C_7 a_{46} + C_2 a_{56} + C_8 a_{66} - C_6 = 13 \cdot 1 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 12 \cdot 0 + 14 \cdot 0 + 12 \cdot 0 - 13 = 0$$

$$\Delta_7 = C_6 a_{17} + C_5 a_{27} + C_{13} a_{37} + C_7 a_{47} + C_2 a_{57} + C_8 a_{67} - C_7 = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 12 \cdot 1 + 14 \cdot 0 + 12 \cdot 0 - 12 = 0$$

$$\Delta_8 = C_6 a_{18} + C_5 a_{28} + C_{13} a_{38} + C_7 a_{48} + C_2 a_{58} + C_8 a_{68} - C_8 = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 12 \cdot 0 + 14 \cdot 0 + 12 \cdot 1 - 12 = 0$$

$$\Delta_9 = C_6 a_{19} + C_5 a_{29} + C_{13} a_{39} + C_7 a_{49} + C_2 a_{59} + C_8 a_{69} - C_9 = 13 \cdot 0,3077 + 15 \cdot (-0,3077) + 0 \cdot 7,3846 + 12 \cdot 0,6154 + 14 \cdot 0 + 12 \cdot 0,3846 - 4 = 7,3846$$

$$\Delta_{10} = C_6 a_{1_{10}} + C_5 a_{2_{10}} + C_{13} a_{3_{10}} + C_7 a_{4_{10}} + C_2 a_{5_{10}} + C_8 a_{6_{10}} - C_{10} = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 14 + 12 \cdot 1,1667 + 14 \cdot 1 + 12 \cdot (-1,1667) - 0 = 14$$

$$\Delta_{11} = C_6 a_{1_{11}} + C_5 a_{2_{11}} + C_{13} a_{3_{11}} + C_7 a_{4_{11}} + C_2 a_{5_{11}} + C_8 a_{6_{11}} - C_{11} = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 1 + 0 \cdot 15 + 12 \cdot 1,25 + 14 \cdot 0 + 12 \cdot (-1,25) - 0 = 15$$

$$\Delta_{12} = C_6 a_{1_{12}} + C_5 a_{2_{12}} + C_{13} a_{3_{12}} + C_7 a_{4_{12}} + C_2 a_{5_{12}} + C_8 a_{6_{12}} - C_{12} = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 12 + 12 \cdot 1 + 14 \cdot 0 + 12 \cdot 0 - 0 = 12$$

$$\Delta_{13} = C_6 a_{1_{13}} + C_5 a_{2_{13}} + C_{13} a_{3_{13}} + C_7 a_{4_{13}} + C_2 a_{5_{13}} + C_8 a_{6_{13}} - C_{13} = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 12 \cdot 0 + 14 \cdot 0 + 12 \cdot 0 - 0 = 0$$

$$\Delta_{14} = C_6 a_{1_{14}} + C_5 a_{2_{14}} + C_{13} a_{3_{14}} + C_7 a_{4_{14}} + C_2 a_{5_{14}} + C_8 a_{6_{14}} - C_{14} = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 12 \cdot 0,0833 + 14 \cdot 0 + 12 \cdot (-0,0833) - 0 = 0$$

$$\Delta_{15} = C_6 a_{1_{15}} + C_5 a_{2_{15}} + C_{13} a_{3_{15}} + C_7 a_{4_{15}} + C_2 a_{5_{15}} + C_8 a_{6_{15}} - C_{15} = 13 \cdot (-0,0769) + 15 \cdot 0,0769 + 0 \cdot 1,1538 + 12 \cdot 0,0962 + 14 \cdot 0 + 12 \cdot (-0,0962) - 0 = 0,1538$$

$$\Delta_{16} = C_6 a_{1_{16}} + C_5 a_{2_{16}} + C_{13} a_{3_{16}} + C_7 a_{4_{16}} + C_2 a_{5_{16}} + C_8 a_{6_{16}} - C_{16} = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot (-1) + 12 \cdot 0 + 14 \cdot 0 + 12 \cdot 0 - (-M) = M$$

$$\Delta_{17} = C_6 a_{1_{17}} + C_5 a_{2_{17}} + C_{13} a_{3_{17}} + C_7 a_{4_{17}} + C_2 a_{5_{17}} + C_8 a_{6_{17}} - C_{17} = 13 \cdot 0 + 15 \cdot 0 + 0 \cdot (-1) + 12 \cdot (-0,0833) + 14 \cdot 0 + 12 \cdot 0,0833 - (-M) = M$$

$$\Delta_{18} = C_6 a_{1_{18}} + C_5 a_{2_{18}} + C_{13} a_{3_{18}} + C_7 a_{4_{18}} + C_2 a_{5_{18}} + C_8 a_{6_{18}} - C_{18} = 13 \cdot 0,0769 + 15 \cdot (-0,0769) + 0 \cdot (-1,1538) + 12 \cdot (-0,0962) + 14 \cdot 0 + 12 \cdot 0,0962 - (-M) = -0,1538 + M$$

$$\Delta_b = C_6 b_1 + C_5 b_2 + C_{13} b_3 + C_7 b_4 + C_2 b_5 + C_8 b_6 - C_{19} = 13 \cdot 253,8462 + 15 \cdot 46,1538 + 0 \cdot 92,3077 + 12 \cdot 257,6923 + 14 \cdot 300 + 12 \cdot 42,3077 - 0 = 11792,3077$$



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
$C_j$	8	14	11	6	15	13	12	12	4	0	0	0	0	0	0	-M	-M	-M	0
$B$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$	$x_{15}$	$u_1$	$u_2$	$u_3$	$b_i$
$\Delta_i$	0	0	1,3077	0	0	0	0	0	7,3846	14	15	12	0	0	0,1538	M	M	-0,1538+M	11792,3077

Отрицательные дельты отсутствуют, следовательно план оптимален.

Переменные целевой функции, попавшие в базис:

$$x_2 = 300, x_5 = 46,1538, x_6 = 253,8462, x_7 = 257,6923, x_8 = 42,3077.$$

Следовательно, имеем такой оптимальный план:  $x_1 = 0, x_2 = 300, x_3 = 0, x_4 = 0, x_5 = 46,1538, x_6 = 253,8462, x_7 = 257,6923, x_8 = 42,3077, x_9 = 0$ , при которых целевая функция имеет значение  $Z = 8 \cdot 0 + 14 \cdot 300 + 11 \cdot 0 + 6 \cdot 0 + 15 \cdot 46,1538 + 13 \cdot 253,8462 + 12 \cdot 257,6923 + 12 \cdot 42,3077 + 4 \cdot 0 = 11792,3077$ .

Данное решение проверено при помощи онлайн-калькулятора симплекс-метода на странице <https://programforyou.ru/calculators/simplex-method>.

**Ответ:**  $x_1 = 0, x_2 = 300, x_3 = 0, x_4 = 0, x_5 = 46,1538, x_6 = 253,8462, x_7 = 257,6923, x_8 = 42,3077, x_9 = 0, Z = 11792,3077$ .