**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 *x1* и *x2* 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 *Y1* и *Y2* системы управления, используя для этой цели два вида технологических линеек *ТЛ1* и *ТЛ2*. На производство узла *Y1* на *ТЛ1* затрачивается 2 часа, а на *ТЛ2* – 1 час; на изготовление одного узла *Y2* затрачивается соответственно 1 и 2 часов. Завод может использовать *ТЛ1* в течение 10, а *ТЛ2* в течение 8 часов. Прибыль от реализации одного *Y1*, составляет 5, а от реализации одного *Y2* – 4 рублей. Определить количество *x1* узлов *Y1* и количество *x2* узлов *Y2*, которое необходимо выпустить заводу с тем, чтобы:

был полностью использован весь фонд времени двух технологических линеек;

завод получил максимальную прибыль.

Решение:

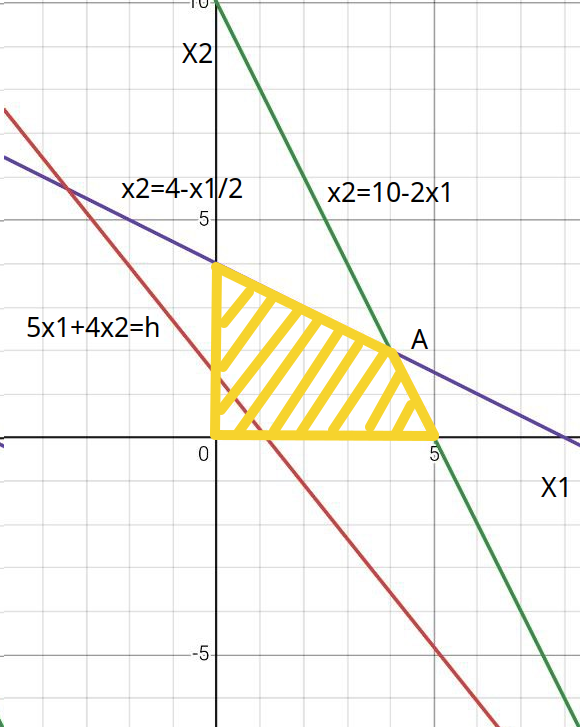
Представим условие задачи в табличном виде.

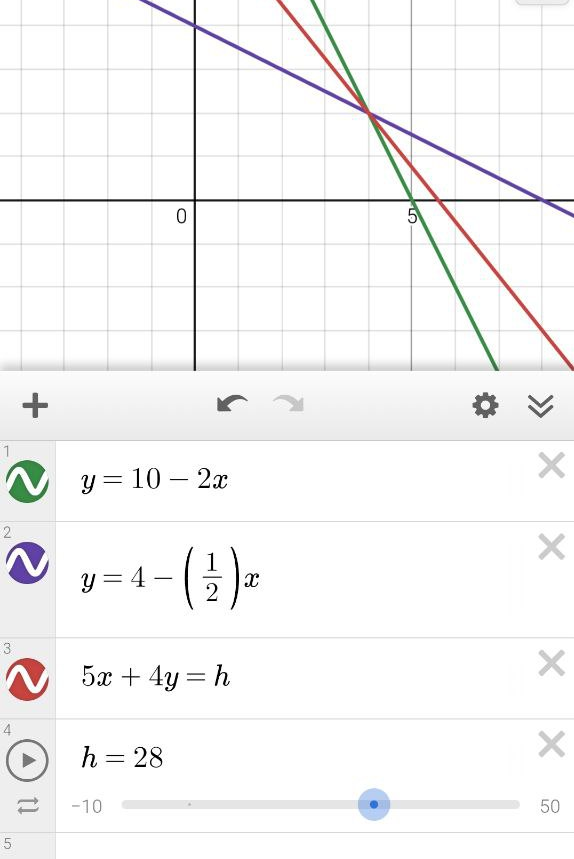
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Технологическая линейка | Затраты времени на единицу продукции, н-час | | Производственная мощность, н-час |
| Узел *Y1* | Узел *Y2* |
| *ТЛ1* | 2 | 1 | 10 |
| *ТЛ2* | 1 | 2 | 8 |
| Прибыль от реализации ед. | 5 | 4 |  |

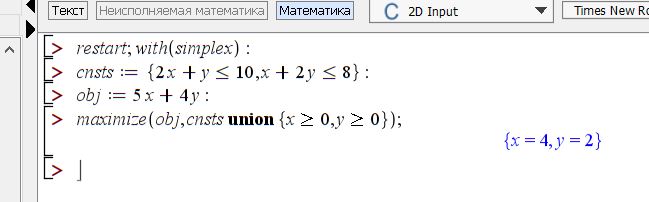
Из таблицы получаем целевую функцию и систему ограничений, где *x1* и *x2*  больше *0*:

Выразим в ограничениях переменную *x2* и построим прямые в системе координат *x1* и *x2*:

На данном графике выделена и заштрихована желтым цветом область допустимых значений *x1* и *x2*.

При перемещении графика целевой функции параллельно самому себе (т. е. увеличении параметра *h*) в области допустимых значений *x1* и *x2* окажется, что точка А является оптимальным решением задачи: *x1 = 4, x2 = 2, 5x1 + 4x2 = 5×4 + 4 × 2 = 28* рублей — максимальная прибыль завода в день.

Проверяя решение задачи при помощи пакета Maple получаем аналогичные значения:



Ответ: *x1 = 4, x2 = 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: pij — объём перевозок судна типа *i* на линии *j* за единицу времени. Время эксплуатации судов: *Ti* — общее время, в течение которого судно типа *i* может быть использовано. Минимальные объёмы перевозок: *Qj* — минимальный объём перевозок, который необходимо обеспечить на линии *j*. Переменная *xij* — время, в течение которого судно типа *i* используется на линии *j*.

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

, откуда

.

Ограничения:

Суммарное время использования судна конкретного типа на всех линиях не должно превышать его общего времени эксплуатации, т.е. .

Суммарный объём перевозок на каждой линии должен быть не меньше минимально необходимого, т.е. . Так же помним про неотрицательность всех переменных *xij.* Получаем систему ограничений:

Для каждого ограничения с неравенством добавляем дополнительные переменные *x10, x11, x12* — для ограничений времени, *x13, x14, x15* — для ограничений на объем перевозок:

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

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Cj* | *8* | *14* | *11* | *6* | *15* | *13* | *12* | *12* | *4* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* |
| *базис* | ***x1*** | ***x2*** | ***x3*** | ***x4*** | ***x5*** | ***x6*** | ***x7*** | ***x8*** | ***x9*** | ***x10*** | ***x11*** | ***x12*** | ***x13*** | ***x14*** | ***x15*** | ***b*** |
| ***x10*** | *1* | *1* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *300* |
| ***x11*** | *0* | *0* | *0* | *1* | *1* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *300* |
| ***x12*** | *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 *x13, x14, x15* 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 *ui* 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* |
| *Cj* | *8* | *14* | *11* | *6* | *15* | *13* | *12* | *12* | *4* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *-M* | *-M* | *-M* | *0* |
| *базис* | ***x1*** | ***x2*** | ***x3*** | ***x4*** | ***x5*** | ***x6*** | ***x7*** | ***x8*** | ***x9*** | ***x10*** | ***x11*** | ***x12*** | ***x13*** | ***x14*** | ***x15*** | ***u1*** | ***u2*** | ***u3*** | ***b*** |
| ***x10*** | *1* | *1* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *300* |
| ***x11*** | *0* | *0* | *0* | *1* | *1* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *300* |
| ***x12*** | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *1* | *1* | *1* | *0* | *0* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *300* |
| ***u1*** | *8* | *0* | *0* | *6* | *0* | *0* | *12* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *-1* | *0* | *0* | *1* | *0* | *0* | *3000* |
| ***u2*** | *0* | *14* | *0* | *0* | *15* | *0* | *0* | *12* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *-1* | *0* | *0* | *1* | *0* | *5400* |
| ***u3*** | *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:

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

*Δi = C10 a1i + C11 a2i + C12 a3i + C16 a4i + C17 a5i +C18 a6i − Ci*

*Δ1 = C10 a11 + C11 a21 + C12 a31 + C16 a41 + C17 a51 +C18 a61 − C1 = 0·1 + 0·0 + 0·0 − M·8 − M·0 − M·0 − 8 = −8 − 8M*

*Δ2 = C10 a12 + C11 a22 + C12 a32 + C16 a42 + C17 a52 +C18 a62 − C2 = 0·1 + 0·0 + 0·0 − M·0 − M·14 − M·0 − 14 = −14 − 14M*

*Δ3 = C10 a13 + C11 a23 + C12 a33 + C16 a43 + C17 a53 +C18 a63 − C3 = 0·1 + 0·0 + 0·0 − M·0 − M·0 − M·11 − 11 = −11 − 11M*

*Δ4 = C10 a14 + C11 a24 + C12 a34 + C16 a44 + C17 a54 +C18 a64 − C4 = 0·0 + 0·1 + 0·0 − M·6 − M·0 − M·0 − 6 = −6 − 6M*

*Δ5 = C10 a15 + C11 a25 + C12 a35 + C16 a45 + C17 a55 +C18 a65 − C5 = 0·0 + 0·1 + 0·0 − M·0 − M·15 − M·0 − 15 = −15 − 15M*

*Δ6 = C10 a16 + C11 a26 + C12 a36 + C16 a46 + C17 a56 +C18 a66 − C6 = 0·0 + 0·1 + 0·0 − M·0 − M·0 − M·13 − 13 = −13 − 13M*

*Δ7 = C10 a17 + C11 a27 + C12 a37 + C16 a47 + C17 a57 +C18 a67 − C7 = 0·0 + 0·0 + 0·1 − M·12 − M·0 − M·0 − 12 = −12 − 12M*

*Δ8 = C10 a18 + C11 a28 + C12 a38 + C16 a48 + C17 a58 +C18 a68 − C8 = 0·0 + 0·0 + 0·1 − M·0 − M·12 − M·0 − 12 = −12 − 12M*

*Δ9 = C10 a19 + C11 a29 + C12 a39 + C16 a49 + C17 a59 +C18 a69 − C9 = 0·0 + 0·0 + 0·1 − M·0 − M·0 − M·4 − 4 = −4 − 4M*

*Δ10 = C10 a1\_10 + C11 a2\_10 + C12 a3\_10 + C16 a4\_10 + C17 a5\_10 +C18 a6\_10 − C10 = 0·1 + 0·0 + 0·0 − M·0 − M·0 − M·0 − 0 = 0*

*Δ11 = C10 a1\_11 + C11 a2\_11 + C12 a3\_11 + C16 a4\_11 + C17 a5\_11 +C18 a6\_11 − C11 = 0·0 + 0·1 + 0·0 − M·0 − M·0 − M·0 − 0 = 0*

*Δ12 = C10 a1\_12 + C11 a2\_12 + C12 a3\_12 + C16 a4\_12 + C17 a5\_12 +C18 a6\_12 − C12 = 0·0 + 0·0 + 0·1 − M·0 − M·0 − M·0 − 0 = 0*

*Δ13 = C10 a1\_13 + C11 a2\_13 + C12 a3\_13 + C16 a4\_13 + C17 a5\_13 +C18 a6\_13 − C13 = 0·0 + 0·0 + 0·0 − M·(−1) − M·0 − M·0 − 0 = M*

*Δ14 = C10 a1\_14 + C11 a2\_14 + C12 a3\_14 + C16 a4\_14 + C17 a5\_14 +C18 a6\_14 − C14 = 0·0 + 0·0 + 0·0 − M·0 − M·(−1) − M·0 − 0 = M*

*Δ15 = C10 a1\_15 + C11 a2\_15 + C12 a3\_15 + C16 a4\_15 + C17 a5\_15 +C18 a6\_15 − C15 = 0·0 + 0·0 + 0·0 − M·0 − M·0 − M·(−1) − 0 = M*

*Δ16 = C10 a1\_16 + C11 a2\_16 + C12 a3\_16 + C16 a4\_16 + C17 a5\_16 +C18 a6\_16 − C16 = 0·0 + 0·0 + 0·0 − M·1 − M·0 − M·0− (−M) = 0*

*Δ17 = C10 a1\_17 + C11 a2\_17 + C12 a3\_17 + C17 a4\_17 + C17 a5\_17 +C18 a6\_17 − C17 = 0·0 + 0·0 + 0·0 − M·0 − M·1 − M·0− (−M) = 0*

*Δ18 = C10 a1\_18 + C11 a2\_18 + C12 a3\_18 + C18 a4\_18 + C17 a5\_18 +C18 a6\_18 − C18 = 0·0 + 0·0 + 0·0 − M·0 − M·0 − M·1− (−M) = 0*

*Δb = C10 b1 + C11 b2 + C12 b3 + C16 b4 + C17 b5 +C18 b6 − C19 = 0·300 + 0·300 + 0·300 − M·3000 − M·5400 − M·3300 − 0 = −11700M*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* | *9* | *10* | *11* | *12* | *13* | *14* | *15* | *16* | *17* | *18* | *19* |
| *Cj* | *8* | *14* | *11* | *6* | *15* | *13* | *12* | *12* | *4* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *-M* | *-M* | *-M* | *0* |
| *Б* | ***x1*** | ***x2*** | ***x3*** | ***x4*** | ***x5*** | ***x6*** | ***x7*** | ***x8*** | ***x9*** | ***x10*** | ***x11*** | ***x12*** | ***x13*** | ***x14*** | ***x15*** | ***u1*** | ***u2*** | ***u3*** | ***bi*** |
| ***x10*** | *1* | *1* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *300* |
| ***x11*** | *0* | *0* | *0* | *1* | *1* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *300* |
| ***x12*** | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *1* | *1* | *1* | *0* | *0* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *300* |
| ***u1*** | *8* | *0* | *0* | *6* | *0* | *0* | *12* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *-1* | *0* | *0* | *1* | *0* | *0* | *3000* |
| ***u2*** | *0* | *14* | *0* | *0* | *15* | *0* | *0* | *12* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *-1* | *0* | *0* | *1* | *0* | *5400* |
| ***u3*** | *0* | *0* | *11* | *0* | *0* | *13* | *0* | *0* | *4* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *-1* | *0* | *0* | *1* | *3300* |
| *Δi* | *-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 не оптимален, т. к. первая же дельта *−8−8М* отрицательна (помним, что *М* — это очень большое число). План оптимален, если в таблице отсутствуют отрицательные дельты.

Определяем разрешающий столбец — столбец, в котором находится минимальная дельта: *5*, *Δ5: −15 − 15M*. Находим симплекс-отношения *Q*, путём деления коэффициентов *bi* на соответствующие значения столбца *5*. В найденном столбце ищем строку с наименьшим значением *Q: Qmin = 300*, строка *2*. На пересечении найденных строки и столбца находится разрешающий элемент: *1*. В качестве базисной переменной  *x11* берём *x5*. Пересчитываем таблицу.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* | *9* | *10* | *11* | *12* | *13* | *14* | *15* | *16* | *17* | *18* | *19* |
| *Cj* | *8* | *14* | *11* | *6* | *15* | *13* | *12* | *12* | *4* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *-M* | *-M* | *-M* | *0* |
| *Б* | ***x1*** | ***x2*** | ***x3*** | ***x4*** | ***x5*** | ***x6*** | ***x7*** | ***x8*** | ***x9*** | ***x10*** | ***x11*** | ***x12*** | ***x13*** | ***x14*** | ***x15*** | ***u1*** | ***u2*** | ***u3*** | ***bi*** |
| ***x10*** | *1* | *1* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *300* |
| ***x5*** | *0* | *0* | *0* | *1* | *1* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *300* |
| ***x12*** | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *1* | *1* | *1* | *0* | *0* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *300* |
| ***u1*** | *8* | *0* | *0* | *6* | *0* | *0* | *12* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *-1* | *0* | *0* | *1* | *0* | *0* | *3000* |
| ***u2*** | *0* | *14* | *0* | *-15* | *0* | *-15* | *0* | *12* | *0* | *0* | *-15* | *0* | *0* | *-1* | *0* | *0* | *1* | *0* | *900* |
| ***u3*** | *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:

*Δi = C10 a1i + C5 a2i + C12 a3i + C16 a4i + C17 a5i +C18 a6i − Ci*

*Δ1 = C10 a11 + C5 a21 + C12 a31 + C16 a41 + C17 a51 +C18 a61 − C1 = 0·1 + 15·0 + 0·0 − M·8 − M·0 − M·0 − 8 = −8 − 8M*

*Δ2 = C10 a12 + C5 a22 + C12 a32 + C16 a42 + C17 a52 +C18 a62 − C2 = 0·1 + 15·0 + 0·0 − M·0 − M·14 − M·0 − 14 = −14 − 14M*

*Δ3 = C10 a13 + C5 a23 + C12 a33 + C16 a43 + C17 a53 +C18 a63 − C3 = 0·1 + 15·0 + 0·0 − M·0 − M·0 − M·11 − 11 = −11 − 11M*

*Δ4 = C10 a14 + C5 a24 + C12 a34 + C16 a44 + C17 a54 +C18 a64 − C4 = 0·0 + 15·1 + 0·0 − M·6 − M·(−15) − M·0 − 6 = 9 + 9M*

*Δ5 = C10 a15 + C5 a25 + C12 a35 + C16 a45 + C17 a55 +C18 a65 − C5 = 0·0 + 15·1 + 0·0 − M·0 − M·0 − M·0 − 15 = 0*

*Δ6 = C10 a16 + C5 a26 + C12 a36 + C16 a46 + C17 a56 +C18 a66 − C6 = 0·0 + 15·1 + 0·0 − M·0 − M·(−15) − M·13 − 13 = 2 + 2M*

*Δ7 = C10 a17 + C5 a27 + C12 a37 + C16 a47 + C17 a57 +C18 a67 − C7 = 0·0 + 15·0 + 0·1 − M·12 − M·0 − M·0 − 12 = −12 − 12M*

*Δ8 = C10 a18 + C5 a28 + C12 a38 + C16 a48 + C17 a58 +C18 a68 − C8 = 0·0 + 15·0 + 0·1 − M·0 − M·12 − M·0 − 12 = −12 − 12M*

*Δ9 = C10 a19 + C5 a29 + C12 a39 + C16 a49 + C17 a59 +C18 a69 − C9 = 0·0 + 15·0 + 0·1 − M·0 − M·0 − M·4 − 4 = −4 − 4M*

*Δ10 = C10 a1\_10 + C5 a2\_10 + C12 a3\_10 + C16 a4\_10 + C17 a5\_10 +C18 a6\_10 − C10 = 0·1 + 15·0 + 0·0 − M·0 − M·0 − M·0 − 0 = 0*

*Δ11 = C10 a1\_11 + C5 a2\_11 + C12 a3\_11 + C16 a4\_11 + C17 a5\_11 +C18 a6\_11 − C5 = 0·0 + 15·1 + 0·0 − M·0 − M·(−15) − M·0 − 0 = 15 − 15M*

*Δ12 = C10 a1\_12 + C5 a2\_12 + C12 a3\_12 + C16 a4\_12 + C17 a5\_12 +C18 a6\_12 − C12 = 0·0 + 15·0 + 0·1 − M·0 − M·0 − M·0 − 0 = 0*

*Δ13 = C10 a1\_13 + C5 a2\_13 + C12 a3\_13 + C16 a4\_13 + C17 a5\_13 +C18 a6\_13 − C13 = 0·0 + 15·0 + 0·0 − M·(−1) − M·0 − M·0 − 0 = M*

*Δ14 = C10 a1\_14 + C5 a2\_14 + C12 a3\_14 + C16 a4\_14 + C17 a5\_14 +C18 a6\_14 − C14 = 0·0 + 15·0 + 0·0 − M·0 − M·(−1) − M·0 − 0 = M*

*Δ15 = C10 a1\_15 + C5 a2\_15 + C12 a3\_15 + C16 a4\_15 + C17 a5\_15 +C18 a6\_15 − C15 = 0·0 + 15·0 + 0·0 − M·0 − M·0 − M·(−1) − 0 = M*

*Δ16 = C10 a1\_16 + C5 a2\_16 + C12 a3\_16 + C16 a4\_16 + C17 a5\_16 +C18 a6\_16 − C16 = 0·0 + 15·0 + 0·0 − M·1 − M·0 − M·0− (−M) = 0*

*Δ17 = C10 a1\_17 + C5 a2\_17 + C12 a3\_17 + C17 a4\_17 + C17 a5\_17 +C18 a6\_17 − C17 = 0·0 + 15·0 + 0·0 − M·0 − M·1 − M·0− (−M) = 0*

*Δ18 = C10 a1\_18 + C5 a2\_18 + C12 a3\_18 + C18 a4\_18 + C17 a5\_18 +C18 a6\_18 − C18 = 0·0 + 15·0 + 0·0 − M·0 − M·0 − M·1− (−M) = 0*

*Δb = C10 b1 + C5 b2 + C12 b3 + C16 b4 + C17 b5 +C18 b6 − C19 = 0·300 + 15·300 + 0·300 − M·3000 − M·900 − M·3300 − 0 = 4500−7200M*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* | *9* | *10* | *11* | *12* | *13* | *14* | *15* | *16* | *17* | *18* | *19* |
| *Cj* | *8* | *14* | *11* | *6* | *15* | *13* | *12* | *12* | *4* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *-M* | *-M* | *-M* | *0* |
| *Б* | *x1* | *x2* | *x3* | *x4* | *x5* | *x6* | *x7* | *x8* | *x9* | *x10* | *x11* | *x12* | *x13* | *x14* | *x15* | *u1* | *u2* | *u3* | *bi* |
| *Δi* | *-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*, *Δ2: −14−14M*. Находим симплекс-отношения *Q*, путём деления коэффициентов *bi* на соответствующие значения столбца *5*. В найденном столбце ищем строку с наименьшим значением *Q: Qmin = 64.28571*, строка *5*. На пересечении найденных строки и столбца находится разрешающий элемент: *14*. В качестве базисной переменной *u2* берём *x2*. Пересчитываем таблицу.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* | *9* | *10* | *11* | *12* | *13* | *14* | *15* | *16* | *17* | *18* | *19* |
| *Cj* | *8* | *14* | *11* | *6* | *15* | *13* | *12* | *12* | *4* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *-M* | *-M* | *-M* | *0* |
| *Б* | ***x1*** | ***x2*** | ***x3*** | ***x4*** | ***x5*** | ***x6*** | ***x7*** | ***x8*** | ***x9*** | ***x10*** | ***x11*** | ***x12*** | ***x13*** | ***x14*** | ***x15*** | ***u1*** | ***u2*** | ***u3*** | ***bi*** |
| ***x10*** | *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* |
| ***x5*** | *0* | *0* | *0* | *1* | *1* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *300* |
| ***x12*** | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *1* | *1* | *1* | *0* | *0* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *300* |
| ***u1*** | *8* | *0* | *0* | *6* | *0* | *0* | *12* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *-1* | *0* | *0* | *1* | *0* | *0* | *3000* |
| ***x2*** | *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* |
| ***u3*** | *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:

*Δi = C10 a1i + C5 a2i + C12 a3i + C16 a4i + C2 a5i +C18 a6i − Ci*

*Δ1 = C10 a11 + C5 a21 + C12 a31 + C16 a41 + C2 a51 +C18 a61 − C1 = 0·1 + 15·0 + 0·0 − M·8 + 14·0 − M·0 − 8 = −8−8M*

*Δ2 = C10 a12 + C5 a22 + C12 a32 + C16 a42 + C2 a52 +C18 a62 − C2 = 0·0 + 15·0 + 0·0 − M·0 + 14·1 − M·0 − 14 = 0*

*Δ3 = C10 a13 + C5 a23 + C12 a33 + C16 a43 + C2 a53 +C18 a63 − C3 = 0·1 + 15·0 + 0·0 − M·0 + 14·0 − M·11 − 11 = −11−11M*

*Δ4 = C10 a14 + C5 a24 + C12 a34 + C16 a44 + C2 a54 +C18 a64 − C4 = 0· 1,0714 + 15·1 + 0·0 − M·0 + 14·(−1,0714) − M·0 − 6 = − 6−6M*

*Δ5 = C10 a15 + C5 a25 + C12 a35 + C16 a45 + C2 a55 +C18 a65 − C5 = 0·0 + 15·1 + 0·0 − M·0 + 14·0 − M·0 − 15 = 0*

*Δ6 = C10 a16 + C5 a26 + C12 a36 + C16 a46 + C2 a56 +C18 a66 − C6 = 0· 1,0714 + 15·1 + 0·0 − M·0 + 14·(−1,0714) − M·13 − 13 = − 13−13M*

*Δ7 = C10 a17 + C5 a27 + C12 a37 + C16 a47 + C2 a57 +C18 a67 − C7 = 0·0 + 15·0 + 0·1 − M·12 + 14·0 − M·0 − 12 = −12 − 12M*

*Δ8 = C10 a18 + C5 a28 + C12 a38 + C16 a48 + C2 a58 +C18 a68 − C8 = 0·(-0,8571) + 15·0 + 0·1 − M·0 + 14· 0,8571 − M·0 − 12 = 0*

*Δ9 = C10 a19 + C5 a29 + C12 a39 + C16 a49 + C2 a59 +C18 a69 − C9 = 0·0 + 15·0 + 0·1 − M·0 + 14·0 − M·4 − 4 = −4 − 4M*

*Δ10 = C10 a1\_10 + C5 a2\_10 + C12 a3\_10 + C16 a4\_10 + C2 a5\_10 +C18 a6\_10 − C10 = 0·1 + 15·0 + 0·0 − M·0 + 14·0 − M·0 − 0 = 0*

*Δ11 = C10 a1\_11 + C5 a2\_11 + C12 a3\_11 + C16 a4\_11 + C2 a5\_11 +C18 a6\_11 − C5 = 0· 1,0714 + 15·1 + 0·0 − M·0 + 14·(−1,0714) − M·0 − 0 = 0*

*Δ12 = C10 a1\_12 + C5 a2\_12 + C12 a3\_12 + C16 a4\_12 + C2 a5\_12 +C18 a6\_12 − C12 = 0·0 + 15·0 + 0·1 − M·0 + 14·0 − M·0 − 0 = 0*

*Δ13 = C10 a1\_13 + C5 a2\_13 + C12 a3\_13 + C16 a4\_13 + C2 a5\_13 +C18 a6\_13 − C13 = 0·0 + 15·0 + 0·0 − M·(−1) + 14·0 − M·0 − 0 = M*

*Δ14 = C10 a1\_14 + C5 a2\_14 + C12 a3\_14 + C16 a4\_14 + C2 a5\_14 +C18 a6\_14 − C14 = 0·0,0714 + 15·0 + 0·0 − M·0 + 14·(−0,0714) − M·0 − 0 = −1*

*Δ15 = C10 a1\_15 + C5 a2\_15 + C12 a3\_15 + C16 a4\_15 + C2 a5\_15 +C18 a6\_15 − C15 = 0·0 + 15·0 + 0·0 − M·0 + 14·0 − M·(−1) − 0 = M*

*Δ16 = C10 a1\_16 + C5 a2\_16 + C12 a3\_16 + C16 a4\_16 + C2 a5\_16 +C18 a6\_16 − C16 = 0·0 + 15·0 + 0·0 − M·1 + 14·0 − M·0− (−M) = 0*

*Δ17 = C10 a1\_17 + C5 a2\_17 + C12 a3\_17 + C2 a4\_17 + C2 a5\_17 +C18 a6\_17 − C2 = 0·(−0,0714) + 15·0 + 0·0 − M·0 + 14· 0,0714 − M·0− (−M) = 1+M*

*Δ18 = C10 a1\_18 + C5 a2\_18 + C12 a3\_18 + C18 a4\_18 + C2 a5\_18 +C18 a6\_18 − C18 = 0·0 + 15·0 + 0·0 − M·0 + 14·0 − M·1− (−M) = 0*

*Δb = C10 b1 + C5 b2 + C12 b3 + C16 b4 + C2 b5 +C18 b6 − C19 = 0·235,7123 + 15·300 + 0·300 − M·3000 + 14·64,2857 − M·3300 − 0 = 5400−6300M*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* | *9* | *10* | *11* | *12* | *13* | *14* | *15* | *16* | *17* | *18* | *19* |
| *Cj* | *8* | *14* | *11* | *6* | *15* | *13* | *12* | *12* | *4* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *-M* | *-M* | *-M* | *0* |
| *Б* | *x1* | *x2* | *x3* | *x4* | *x5* | *x6* | *x7* | *x8* | *x9* | *x10* | *x11* | *x12* | *x13* | *x14* | *x15* | *u1* | *u2* | *u3* | *bi* |
| *Δi* | *-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*, *Δ6: −13−13M*. Находим симплекс-отношения *Q*, путём деления коэффициентов *bi* на соответствующие значения столбца *5*. В найденном столбце ищем строку с наименьшим значением *Q: Qmin = 220*, строка *1*. На пересечении найденных строки и столбца находится разрешающий элемент: *1,0714*. В качестве базисной переменной *x10* берём *x6*. Пересчитываем таблицу.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* | *9* | *10* | *11* | *12* | *13* | *14* | *15* | *16* | *17* | *18* | *19* |
| *Cj* | *8* | *14* | *11* | *6* | *15* | *13* | *12* | *12* | *4* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *-M* | *-M* | *-M* | *0* |
| *Б* | ***x1*** | ***x2*** | ***x3*** | ***x4*** | ***x5*** | ***x6*** | ***x7*** | ***x8*** | ***x9*** | ***x10*** | ***x11*** | ***x12*** | ***x13*** | ***x14*** | ***x15*** | ***u1*** | ***u2*** | ***u3*** | ***bi*** |
| ***x6*** | *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* |
| ***x5*** | *-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* |
| ***x12*** | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *1* | *1* | *1* | *0* | *0* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *300* |
| ***u1*** | *8* | *0* | *0* | *6* | *0* | *0* | *12* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *-1* | *0* | *0* | *1* | *0* | *0* | *3000* |
| ***x2*** | *1* | *1* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *300* |
| ***u3*** | *-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:

*Δi = C6 a1i + C5 a2i + C12 a3i + C16 a4i + C2 a5i +C18 a6i − Ci*

*Δ1 = C6 a11 + C5 a21 + C12 a31 + C16 a41 + C2 a51 +C18 a61 − C1 = 13·0,9333 + 15·(−0,9333) + 0·0 − M·8 + 14·1 − M·(−12,1333) − 8 = 4,1333+4,1333M*

*Δ2 = C6 a12 + C5 a22 + C12 a32 + C16 a42 + C2 a52 +C18 a62 − C2 = 13·0 + 15·0 + 0·0 − M·0 + 14·1 − M·0 − 14 = 0*

*Δ3 = C6 a13 + C5 a23 + C12 a33 + C16 a43 + C2 a53 +C18 a63 − C3 = 13·0,9333 + 15·(−0,9333) + 0·0 − M·0 + 14·1 − M·(−1,1333) − 11 = 1,1333+1,1333M*

*Δ4 = C6 a14 + C5 a24 + C12 a34 + C16 a44 + C2 a54 +C18 a64 − C4 = 13·1 + 15·0 + 0·0 − M·6 + 14·0 − M·(-13) − 6 = 7+7M*

*Δ5 = C6 a15 + C5 a25 + C12 a35 + C16 a45 + C2 a55 +C18 a65 − C5 = 13·0 + 15·1 + 0·0 − M·0 + 14·0 − M·0 − 15 = 0*

*Δ6 = C6 a16 + C5 a26 + C12 a36 + C16 a46 + C2 a56 +C18 a66 − C6 = 13·1 + 15·0 + 0·0 − M·0 + 14·0 − M·0 − 13 = 0*

*Δ7 = C6 a17 + C5 a27 + C12 a37 + C16 a47 + C2 a57 +C18 a67 − C7 = 13·0 + 15·0 + 0·1 − M·12 + 14·0 − M·0 − 12 = −12 − 12M*

*Δ8 = C6 a18 + C5 a28 + C12 a38 + C16 a48 + C2 a58 +C18 a68 − C8 = 13·(-0,8) + 15·0,8 + 0·1 − M·0 + 14·0 − M·10,4 − 12 = −10,4−10,4M*

*Δ9 = C6 a19 + C5 a29 + C12 a39 + C16 a49 + C2 a59 +C18 a69 − C9 = 13·0 + 15·0 + 0·1 − M·0 + 14·0 − M·4 − 4 = −4 − 4M*

*Δ10 = C6 a1\_10 + C5 a2\_10 + C12 a3\_10 + C16 a4\_10 + C2 a5\_10 +C18 a6\_10 − C6 = 13·0,9333 + 15·(−0,9333) + 0·0 − M·0 + 14·1 − M·(−12,1333) − 0 = 12,1333+12,1333M*

*Δ11 = C6 a1\_11 + C5 a2\_11 + C12 a3\_11 + C16 a4\_11 + C2 a5\_11 +C18 a6\_11 − C5 = 13·1 + 15·0 + 0·0 − M·0 + 14·0 − M·(−13) − 0 = 13+13M*

*Δ12 = C6 a1\_12 + C5 a2\_12 + C12 a3\_12 + C16 a4\_12 + C2 a5\_12 +C18 a6\_12 − C12 = 13·0 + 15·0 + 0·1 − M·0 + 14·0 − M·0 − 0 = 0*

*Δ13 = C6 a1\_13 + C5 a2\_13 + C12 a3\_13 + C16 a4\_13 + C2 a5\_13 +C18 a6\_13 − C13 = 13·0 + 15·0 + 0·0 − M·(−1) + 14·0 − M·0 − 0 = M*

*Δ14 = C6 a1\_14 + C5 a2\_14 + C12 a3\_14 + C16 a4\_14 + C2 a5\_14 +C18 a6\_14 − C14 = 13·0,0667 + 15·(−0,0667) + 0·0 − M·0 + 14·0 − M·(−0,8667) − 0 = −0,1333−0,8667M*

*Δ15 = C6 a1\_15 + C5 a2\_15 + C12 a3\_15 + C16 a4\_15 + C2 a5\_15 +C18 a6\_15 − C15 = 13·0 + 15·0 + 0·0 − M·0 + 14·0 − M·(−1) − 0 = M*

*Δ16 = C6 a1\_16 + C5 a2\_16 + C12 a3\_16 + C16 a4\_16 + C2 a5\_16 +C18 a6\_16 − C16 = 13·0 + 15·0 + 0·0 − M·1 + 14·0 − M·0− (−M) = 0*

*Δ17 = C6 a1\_17 + C5 a2\_17 + C12 a3\_17 + C2 a4\_17 + C2 a5\_17 +C18 a6\_17 − C2 = 13·(−0,0667) + 15·0,0667 + 0·0 − M·0 + 14·0 − M·0,8667 − (−M) = 0,1333+0,1333M*

*Δ18 = C6 a1\_18 + C5 a2\_18 + C12 a3\_18 + C18 a4\_18 + C2 a5\_18 +C18 a6\_18 − C18 = 13·0 + 15·0 + 0·0 − M·0 + 14·0 − M·1− (−M) = 0*

*Δb = C6 b1 + C5 b2 + C12 b3 + C16 b4 + C2 b5 +C18 b6 − C19 = 13·220 + 15·80 + 0·300 − M·3000 + 14·300 − M·440 − 0 = 8260−3440M*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* | *9* | *10* | *11* | *12* | *13* | *14* | *15* | *16* | *17* | *18* | *19* |
| *Cj* | *8* | *14* | *11* | *6* | *15* | *13* | *12* | *12* | *4* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *-M* | *-M* | *-M* | *0* |
| *Б* | *x1* | *x2* | *x3* | *x4* | *x5* | *x6* | *x7* | *x8* | *x9* | *x10* | *x11* | *x12* | *x13* | *x14* | *x15* | *u1* | *u2* | *u3* | *bi* |
| *Δi* | *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 *Δ7 = −12−12M* отрицательна. Определяем разрешающий столбец — столбец, в котором находится минимальная дельта: *7*, *Δ7: −12−12M*. Находим симплекс-отношения *Q*, путём деления коэффициентов *bi* на соответствующие значения столбца *7*. В найденном столбце ищем строку с наименьшим значением *Q: Qmin = 250*, строка *4*. На пересечении найденных строки и столбца находится разрешающий элемент: *12*. В качестве базисной переменной *u1* берём *x7*. Пересчитываем таблицу.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* | *9* | *10* | *11* | *12* | *13* | *14* | *15* | *16* | *17* | *18* | *19* |
| *Cj* | *8* | *14* | *11* | *6* | *15* | *13* | *12* | *12* | *4* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *-M* | *-M* | *-M* | *0* |
| *Б* | ***x1*** | ***x2*** | ***x3*** | ***x4*** | ***x5*** | ***x6*** | ***x7*** | ***x8*** | ***x9*** | ***x10*** | ***x11*** | ***x12*** | ***x13*** | ***x14*** | ***x15*** | ***u1*** | ***u2*** | ***u3*** | ***bi*** |
| ***x6*** | *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* |
| ***x5*** | *-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* |
| ***x12*** | *-0,6667* | *0* | *0* | *-0,5* | *0* | *0* | *0* | *1* | *1* | *0* | *0* | *1* | *0,0833* | *0* | *0* | *-0,0833* | *0* | *0* | *50* |
| ***x7*** | *0,6667* | *0* | *0* | *0,5* | *0* | *0* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *-0,0833* | *0* | *0* | *0,0833* | *0* | *0* | *250* |
| ***x2*** | *1* | *1* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *300* |
| ***u3*** | *-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:

*Δi = C6 a1i + C5 a2i + C12 a3i + C7 a4i + C2 a5i +C18 a6i − Ci*

*Δ1 = C6 a11 + C5 a21 + C12 a31 + C7 a41 + C2 a51 +C18 a61 − C1 = 13·0,9333 + 15·(−0,9333) + 0·(−0,6667) + 12·0,6667 + 14·1 − M·(−12,1333) − 8 = 12,1333+12,1333M*

*Δ2 = C6 a12 + C5 a22 + C12 a32 + C7 a42 + C2 a52 +C18 a62 − C2 = 13·0 + 15·0 + 0·0 + 12·0 + 14·1 − M·0 − 14 = 0*

*Δ3 = C6 a13 + C5 a23 + C12 a33 + C7 a43 + C2 a53 +C18 a63 − C3 = 13·0,9333 + 15·(−0,9333) + 0·0 + 12·0 + 14·1 − M·(−1,1333) − 11 = 1,1333+1,1333M*

*Δ4 = C6 a14 + C5 a24 + C12 a34 + C7 a44 + C2 a54 +C18 a64 − C4 = 13·1 + 15·0 + 0·(−0,5) + 12·0,5 + 14·0 − M·(−13) − 6 = 13+13M*

*Δ5 = C6 a15 + C5 a25 + C12 a35 + C7 a45 + C2 a55 +C18 a65 − C5 = 13·0 + 15·1 + 0·0 + 12·0 + 14·0 − M·0 − 15 = 0*

*Δ6 = C6 a16 + C5 a26 + C12 a36 + C7 a46 + C2 a56 +C18 a66 − C6 = 13·1 + 15·0 + 0·0 + 12·0 + 14·0 − M·0 − 13 = 0*

*Δ7 = C6 a17 + C5 a27 + C12 a37 + C7 a47 + C2 a57 +C18 a67 − C7 = 13·0 + 15·0 + 0·1 + 12·1 + 14·0 − M·0 − 12 = 0*

*Δ8 = C6 a18 + C5 a28 + C12 a38 + C7 a48 + C2 a58 +C18 a68 − C8 = 13·(-0,8) + 15·0,8 + 0·1 + 12·0 + 14·0 − M·10,4 − 12 = −10,4−10,4M*

*Δ9 = C6 a19 + C5 a29 + C12 a39 + C7 a49 + C2 a59 +C18 a69 − C9 = 13·0 + 15·0 + 0·1 + 12·0 + 14·0 − M·4 − 4 = −4 − 4M*

*Δ10 = C6 a1\_10 + C5 a2\_10 + C12 a3\_10 + C7 a4\_10 + C2 a5\_10 +C18 a6\_10 − C6 = 13·0,9333 + 15·(−0,9333) + 0·0 + 12·0 + 14·1 − M·(−12,1333) − 0 = 12,1333+12,1333M*

*Δ11 = C6 a1\_11 + C5 a2\_11 + C12 a3\_11 + C7 a4\_11 + C2 a5\_11 +C18 a6\_11 − C5 = 13·1 + 15·0 + 0·0 + 12·0 + 14·0 − M·(−13) − 0 = 13+13M*

*Δ12 = C6 a1\_12 + C5 a2\_12 + C12 a3\_12 + C7 a4\_12 + C2 a5\_12 +C18 a6\_12 − C12 = 13·0 + 15·0 + 0·1 + 12·0 + 14·0 − M·0 − 0 = 0*

*Δ13 = C6 a1\_13 + C5 a2\_13 + C12 a3\_13 + C7 a4\_13 + C2 a5\_13 +C18 a6\_13 − C13 = 13·0 + 15·0 + 0·0,0833 + 12·(−0,0833) + 14·0 − M·0 − 0 = −1*

*Δ14 = C6 a1\_14 + C5 a2\_14 + C12 a3\_14 + C7 a4\_14 + C2 a5\_14 +C18 a6\_14 − C14 = 13·0,0667 + 15·(−0,0667) + 0·0 + 12·0 + 14·0 − M·(−0,8667) − 0 = −0,1333−0,8667M*

*Δ15 = C6 a1\_15 + C5 a2\_15 + C12 a3\_15 + C7 a4\_15 + C2 a5\_15 +C18 a6\_15 − C15 = 13·0 + 15·0 + 0·0 + 12·0 + 14·0 − M·(−1) − 0 = M*

*Δ16 = C6 a1\_16 + C5 a2\_16 + C12 a3\_16 + C7 a4\_16 + C2 a5\_16 +C18 a6\_16 − C7 = 13·0 + 15·0 + 0·(−0,0833) + 12·0,0833 + 14·0 − M·0− (−M) = 1+M*

*Δ17 = C6 a1\_17 + C5 a2\_17 + C12 a3\_17 + C2 a4\_17 + C2 a5\_17 +C18 a6\_17 − C2 = 13·(−0,0667) + 15·0,0667 + 0·0 + 12·0 + 14·0 − M·0,8667 − (−M) = 0,1333+0,1333M*

*Δ18 = C6 a1\_18 + C5 a2\_18 + C12 a3\_18 + C18 a4\_18 + C2 a5\_18 +C18 a6\_18 − C18 = 13·0 + 15·0 + 0·0 + 12·0 + 14·0 − M·1− (−M) = 0*

*Δb = C6 b1 + C5 b2 + C12 b3 + C7 b4 + C2 b5 +C18 b6 − C19 = 13·220 + 15·80 + 0·50 + 12·250 + 14·300 − M·440 − 0 = 11260−440M*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* | *9* | *10* | *11* | *12* | *13* | *14* | *15* | *16* | *17* | *18* | *19* |
| *Cj* | *8* | *14* | *11* | *6* | *15* | *13* | *12* | *12* | *4* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *-M* | *-M* | *-M* | *0* |
| *Б* | *x1* | *x2* | *x3* | *x4* | *x5* | *x6* | *x7* | *x8* | *x9* | *x10* | *x11* | *x12* | *x13* | *x14* | *x15* | *u1* | *u2* | *u3* | *bi* |
| *Δi* | *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 *Δ8* = *−10,4−10,4M* отрицательна. Определяем разрешающий столбец — столбец, в котором находится минимальная дельта: *8, Δ7: −10,4−10,4M*. Находим симплекс-отношения Q, путём деления коэффициентов *bi* на соответствующие значения столбца *8*. В найденном столбце ищем строку с наименьшим значением *Q: Qmin = 42,3077*, строка *6*. На пересечении найденных строки и столбца находится разрешающий элемент: *10,4*. В качестве базисной переменной *u3* берём *x8*. Пересчитываем таблицу.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* | *9* | *10* | *11* | *12* | *13* | *14* | *15* | *16* | *17* | *18* | *19* |
| *Cj* | *8* | *14* | *11* | *6* | *15* | *13* | *12* | *12* | *4* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *-M* | *-M* | *-M* | *0* |
| *Б* | ***x1*** | ***x2*** | ***x3*** | ***x4*** | ***x5*** | ***x6*** | ***x7*** | ***x8*** | ***x9*** | ***x10*** | ***x11*** | ***x12*** | ***x13*** | ***x14*** | ***x15*** | ***u1*** | ***u2*** | ***u3*** | ***bi*** |
| ***x6*** | *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* |
| ***x5*** | *-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* |
| ***x12*** | *-0,6667* | *0* | *0* | *-0,5* | *0* | *0* | *0* | *1* | *1* | *0* | *0* | *1* | *0,0833* | *0* | *0* | *-0,0833* | *0* | *0* | *50* |
| ***x7*** | *0,6667* | *0* | *0* | *0,5* | *0* | *0* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *-0,0833* | *0* | *0* | *0,0833* | *0* | *0* | *250* |
| ***x2*** | *1* | *1* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *300* |
| ***u3*** | *-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* |