



РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. А. И. ГЕРЦЕНА

Кафедра управления образованием и кадрового менеджмента

---

# Симплекс-метод

Выполнила студентка гр. ЗМВО 5-18:  
Остапенко К.В.

## Симплекс-метод

- Данный метод является методом целенаправленного перебора опорных решений задачи линейного программирования. Он позволяет за конечное число шагов либо найти оптимальное решение, либо установить, что оптимальное решение отсутствует.

# Историческая справка

- В работе Л. В. Канторовича «Математические методы организации и планирования производства» (1939) были впервые изложены принципы новой отрасли математики, которая позднее получила название линейного программирования.
- Исторически общая задача линейного программирования была впервые поставлена в 1947 году Джорджем Бернардом Данцигом, Маршаллом Вудом и их сотрудниками в департаменте военно-воздушных сил США. В то время эта группа занималась исследованием возможности использования математических и смежных с ними методов для военных задач и проблем планирования. В дальнейшем для развития этих идей в ВВС была организована исследовательская группа под названием Project SCOOP. Первое успешное решение задачи линейного программирования на ЭВМ SEAC было проведено в январе 1952 года.

# Основное содержание симплексного метода заключается в следующем:

1. Указать способ нахождения оптимального опорного решения;
2. Указать способ перехода от одного опорного решения к другому, на котором значение целевой функции будет ближе к оптимальному, т.е. указать способ улучшения опорного решения;
3. Задать критерии, которые позволяют своевременно прекратить перебор опорных решений на оптимальном решении или сделать заключение об отсутствии оптимального решения.

Для того, чтобы решить задачу  
симплексным методом необходимо  
выполнить следующий алгоритм:

1. Привести задачу к каноническому виду;
2. Найти начальное опорное решение с "единичным базисом" (если опорное решение отсутствует, то задача не имеет решение ввиду несовместимости системы ограничений);
3. Вычислить оценки разложений векторов по базису опорного решения и заполнить таблицу симплексного метода;
4. Если выполняется признак единственности оптимального решения, то решение задачи заканчивается;
5. Если выполняется условие существования множества оптимальных решений, то путем простого перебора находят все оптимальные решения.

- Симплекс-метод включает в себя целую группу алгоритмов и способов решения задач линейного программирования. Один из таких способов, предусматривающий запись исходных данных и их пересчет в специальной таблице, носит наименование табличного симплекс-метода.
- Рассмотрим алгоритм табличного симплекс-метода на примере решения производственной задачи, которая сводится к нахождению производственного плана обеспечивающего максимальную прибыль.



## Исходные данные для решения задачи симплекс-методом:

- Предприятие выпускает 4 вида изделий, обрабатывая их на 3-х станках. Нормы времени (мин./шт.) на обработку изделий на станках, заданы матрицей A:

$$A = \begin{pmatrix} 6 & 3 & 1 & 4 \\ 2 & 4 & 5 & 1 \\ 1 & 2 & 4 & 3 \end{pmatrix}$$

- Фонд времени работы станков (мин.) задан в матрице В:

$$B = \begin{pmatrix} 252 \\ 144 \\ 80 \end{pmatrix}$$

- Прибыль от продажи каждой единицы изделия (руб./шт.) задана матрицей С:

$$C = (48 \quad 33 \quad 16 \quad 22)$$

- Целью данной задачи является составление такого плана производства, при котором прибыль предприятия будет максимальной.



## Проводим вычисления с помощью табличного симплекс-метода:

1. Обозначим  $X_1, X_2, X_3, X_4$  планируемое количество изделий каждого вида. Тогда искомый план:  $(X_1, X_2, X_3, X_4)$
2. Запишем ограничения плана в виде системы уравнений:

$$\begin{cases} 6X_1 + 3X_2 + X_3 + 4X_4 \leq 252 \\ 2X_1 + 4X_2 + 5X_3 + X_4 \leq 144 \\ X_1 + 2X_2 + 4X_3 + 3X_4 \leq 80 \\ X_1, X_2, X_3, X_4 \geq 0 \end{cases}$$

### 3. Тогда целевая прибыль:

$$P(X) = 48X_1 + 33X_2 + 16X_3 + 22X_4 \rightarrow \max$$

- То есть прибыль от выполнения производственного плана должна быть максимальной.

4. Для решения получившейся задачи на условный экстремум, заменим систему неравенств системой линейных уравнений путем ввода в нее дополнительных неотрицательных переменных ( $X_5, X_6, X_7$ ).

$$\begin{cases} 6X_1 + 3X_2 + X_3 + 4X_4 + X_5 = 252 \\ 2X_1 + 4X_2 + 5X_3 + X_4 + X_6 = 144 \\ X_1 + 2X_2 + 4X_3 + 3X_4 + X_7 = 80 \\ X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7 \geq 0 \end{cases}$$

5. Примем следующий опорный план:

$$X_1 = 0, X_2 = 0, X_3 = 0, X_4 = 0, X_5 = 252, X_6 = 144, X_7 = 80$$

6. Занесем данные в симплекс-таблицу:

Базис	Н	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$b$
$X_5$	252	6	3	1	4	1	0	0	
$X_6$	144	2	4	5	1	0	1	0	
$X_7$	80	1	2	4	3	0	0	1	
$c$		-48	-33	-16	-22	0	0	0	

- ! В последнюю строку заносим коэффициенты при целевой функции и само ее значение с обратным знаком;

7. Выбираем в последней строке наибольшее (по модулю) отрицательное число.

- Вычислим  $b = H / \text{Элементы\_выбранного\_столбца}$

Базис	H	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$b$
$X_5$	252	6	3	1	4	1	0	0	42
$X_6$	144	2	4	5	1	0	1	0	72
$X_7$	80	1	2	4	3	0	0	1	80
$c$		-48	-33	-16	-22	0	0	0	

- Среди вычисленных значений  $b$  выбираем наименьшее.



- Пересечение выбранных столбца и строки даст нам разрешающий элемент. Меняем базис на переменную соответствующую разрешающему элементу ( $X5$  на  $X1$ ).

Базис	Н	$X1$	$X2$	$X3$	$X4$	$X5$	$X6$	$X7$	$b$
$X1$	252	6	3	1	4	1	0	0	42
$X6$	144	2	4	5	1	0	1	0	72
$X7$	80	1	2	4	3	0	0	1	80
$c$		-48	-33	-16	-22	0	0	0	



- 8. Теперь необходимо пересчитать все элементы симплекс-таблицы, кроме столбца  $b$ . Вот как это можно сделать:
- Сам разрешающий элемент обращается в 1.
- Для элементов разрешающей строки –  $a_{ij}^{(*)} = a_{ij} / PЭ$  (то есть каждый элемент делим на значение разрешающего элемента и получаем новые данные).
- Для элементов разрешающего столбца – они просто обнуляются.
- Остальные элементы таблицы пересчитываем по правилу прямоугольника.

<i>PЭ</i>	...	<i>A</i>
...	...	...
<i>B</i>	...	<i>a<sub>ij</sub></i>

$$A_{ij}^{(*)} = A_{ij} - (A * B / PЭ)$$

- Берем текущую пересчитываемую ячейку и ячейку с разрешающим элементом. Они образуют противоположные углы прямоугольника. Далее перемножаем значения из ячеек 2-х других углов этого прямоугольника. Это произведение ( $A * B$ ) делим на разрешающий элемент ( $PЭ$ ). И вычитаем из текущей пересчитываемой ячейки ( $a_{ij}$ ) то, что получилось. Получаем новое значение -  $a_{ij}^{(*)}$ .

Базис	Н	$X1$	$X2$	$X3$	$X4$	$X5$	$X6$	$X7$	$b$
$X1$	42	1	1/2	1/6	2/3	1/6	0	0	
$X6$	60	0	3	14/3	-1/3	-1/3	1	0	
$X7$	38	0	3/2	23/6	7/3	-1/6	0	1	
$c$		0	-9	-8	10	8	0	0	

- 9. Вновь проверяем последнюю строку ( $c$ ) на наличие отрицательных чисел. Если их нет – оптимальный план найден, переходим к последнему этапу решения задачи. Если есть – план еще не оптимален, и симплекс-таблицу вновь нужно пересчитать.
- Так как у нас в последней строке снова имеются отрицательные числа, начинаем новую итерацию вычислений.

Базис	Н	$X1$	$X2$	$X3$	$X4$	$X5$	$X6$	$X7$	$b$
$X1$	42	1	1/2	1/6	2/3	1/6	0	0	84
$X6$	60	0	3	14/3	-1/3	-1/3	1	0	20
$X7$	38	0	3/2	23/6	7/3	-1/6	0	1	76/3
$c$		0	-9	-8	10	8	0	0	

  

Базис	Н	$X1$	$X2$	$X3$	$X4$	$X5$	$X6$	$X7$	$b$
$X1$	32	1	0	-11/18	13/18	2/9	-1/6	0	
$X2$	20	0	1	14/9	-1/9	-1/3	1/3	0	
$X7$	8	0	0	3/2	15/6	0	-1/2	1	
$P$	2 196	0	0	6	9	7	3	0	

- 10. Так как в последней строке нет отрицательных элементов, это означает, что нами найден оптимальный план производства! А именно: выпускать мы будем те изделия, которые перешли в колонку «Базис» -  $X_1$  и  $X_2$ . Прибыль от производства каждой единицы продукции нам известна (матрица  $C$ ). Осталось перемножить найденные объемы выпуска изделий 1 и 2 с прибылью на 1 шт., получим итоговую (максимальную!) прибыль при данном плане производства.
- ОТВЕТ:
- $X_1 = 32$  шт.,  $X_2 = 20$  шт.,  $X_3 = 0$  шт.,  $X_4 = 0$  шт.
- $P = 48 * 32 + 33 * 20 = 2\,196$  руб.



**Спасибо за внимание!**