АЛГОРИТМ СИМПЛЕКС-МЕТОДА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ, УЧИТЫВАЮЩИЙ ОСОБЫЕ СЛУЧАИ

М.А. ПРИЩЕПОВ, д.т.н., доцент;
И.И. ГУРГЕНИДЗЕ, к.э.н., ст. науч. сотр.;
Е.М. ПРИЩЕПОВА, студентка (УО БГАТУ)

Универсальным методом решения задач линейного программирования (ЗЛП) (задач о наилучшем использовании ресурсов, выборе оптимальных технологий, смесях, раскрое материалов, размещении заказов, транспортной задачи и др.) является симплекс-метод.

Идея метода предложена более полувека тому назад и достаточно подробно изложена в различных источниках литературы, например [1, 2, 3, 4]. Кроме того, к настоящему времени в таких пакетах прикладных программ (ППП), как QUATTRO PRO, EXCEL, MATLAB, реализованы готовые процедуры, позволяющие решать ЗЛП. Однако несмотря на достаточную разработанность решения ЗЛП, при этом может встречаться ряд таких особенностей, как вырожденность решения, наличие альтернативных оптимальных решений, неограниченность области допустимых решений (ОДР), отсутствие допустимых решений. Как правило, при изложении симплекс-метода на эти особенности вообще не обращается внимание или обращается, но недостаточно, а программно реализованные процедуры решения ЗЛП в названных ППП не указывают на возникновение этих особенностей при решении, т.е. не указывают на наличие либо множества, либо вырожденности решения или промежуточной вырожденности, на отсутствие ограниченности ОДР, а также на отсутствие вообще допустимых решений, что очень важно с практической точки зрения.

Наличие вырожденности решения с практической точки зрения объясняется наличием в модели в точке оптимума по крайней мере одного избыточного ограничения, либо при наличии промежуточной вырожденности – избыточного ограничения в допускаемом базисном (опорном) решении, встречающемся при движении к оптимуму.

Когда прямая или плоскость (гиперплоскость), представляющая целевую функцию, параллельна прямой или плоскости (гиперплоскости), соответствующей какому-нибудь ограничению ОДР, целевая функция принимает одно и то же оптимальное значение в некоторой совокупности точек ОДР. Такие решения называются альтернативными оптимальными решениями. Информация о наличии альтернативных оптимумов оказывается очень полезной при решении практических задач, так как лицо, принимающее решение, получает возможность выбора альтернативного варианта, в наибольшей степени отвечающего сложившейся производственной ситуации, и при этом не будет ухудшения целевой функции.

Условия ограничений некоторых ЗЛП могут допускать бесконечное увеличение значений переменных без нарушения наложенных ограничений. Это свидетельствует о том, что ОДР по крайней мере в одном направлении не ограничена. В таких случаях целевую функцию можно сделать сколько угодно большой (в задаче максимизации) или сколь угодно малой (в задаче минимизации) и при этом, обычно говорят, что и ОДР и оптимальное значение целевой функции не ограничены. Неограниченность решения ЗЛП свидетельствует о недостаточной точности разработанной модели. Как правило, при этом не учтено одно или несколько ограничений, не являющиеся избыточными, либо не точно определены параметры (постоянные), фигурирующие в некоторых ограничениях.

Если ограничения модели одновременно выполняться не могут, то задача не имеет допустимых решений. С практической точки зрения отсутствие допустимых решений следует рассматривать как свидетельство того, что модель построена некорректно, так как введенные ограничения оказались противоречивыми. Возможно так же, что эти ограничения на самом деле и не должны выполняться одновременно. В этом случае необходимо построить модель, имеющую совершенно иную структуру и не предполагающую одновременного выполнения всех ограничений.

Поэтому важной с точки зрения постановщика ЗЛП является информация о наличии указанных особых случаев при решении задачи с целью ее дальнейшей корректировки при решении.

На рис.1 и рис.2 приведены блок-схемы алгоритмов симплекс-метода максимизации целевой функции и подпрограммы пересчета симплекс-таблицы, учитывающие указанные особые случаи решения ЗЛП.

Для того чтобы воспользоваться предложенным алгоритмом решения ЗЛП необходимо систему неравенств-ограничений привести к системе равенств-ограничений, для этого все неравенства, имеющие знак “ $\geq$ ”, умножаются на -1, т.е. у

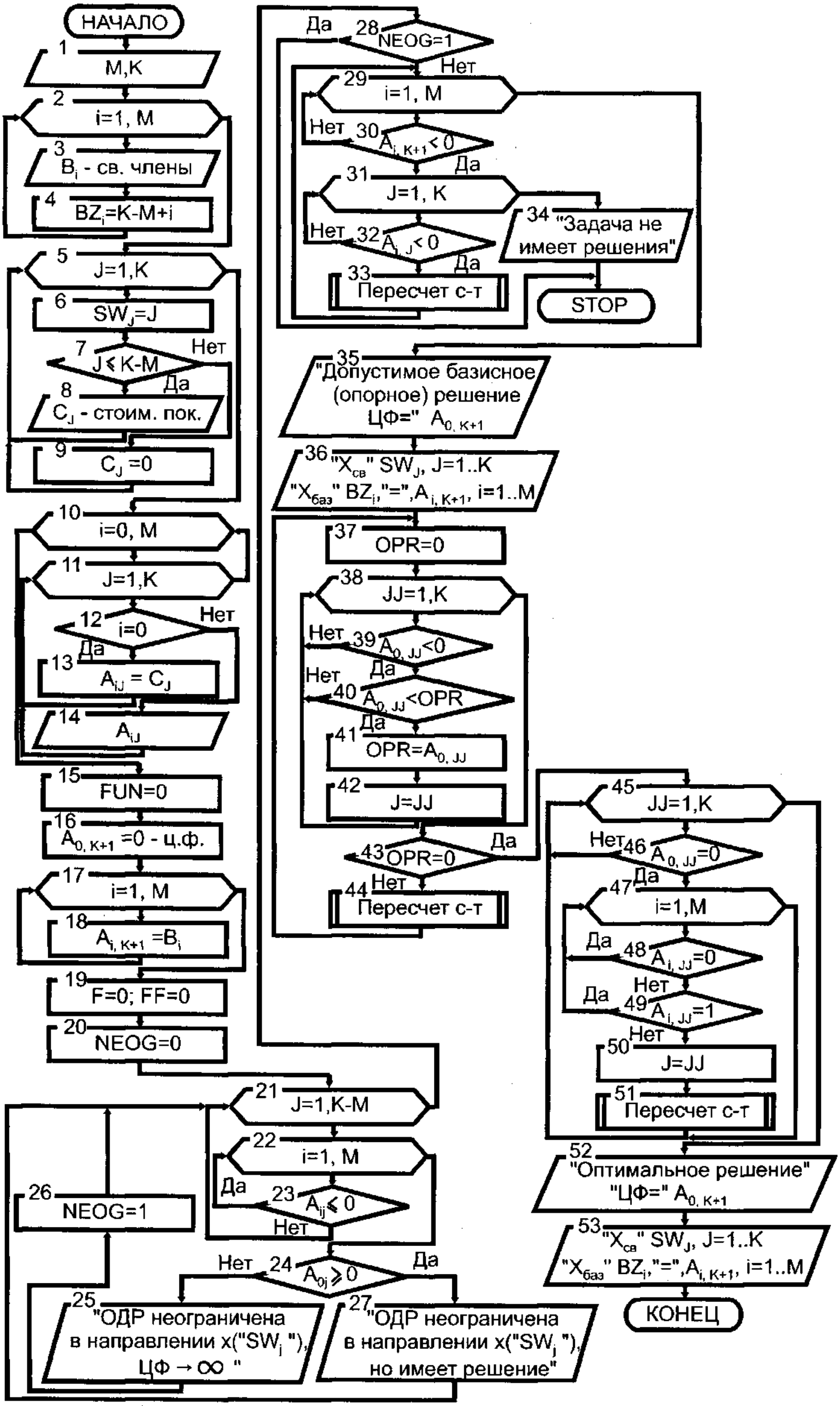

Рис. 1. Блок-схема алгоритма максимизации целевой функции ЗЛП симплекс-методом, учитывающая особые случаи решения.

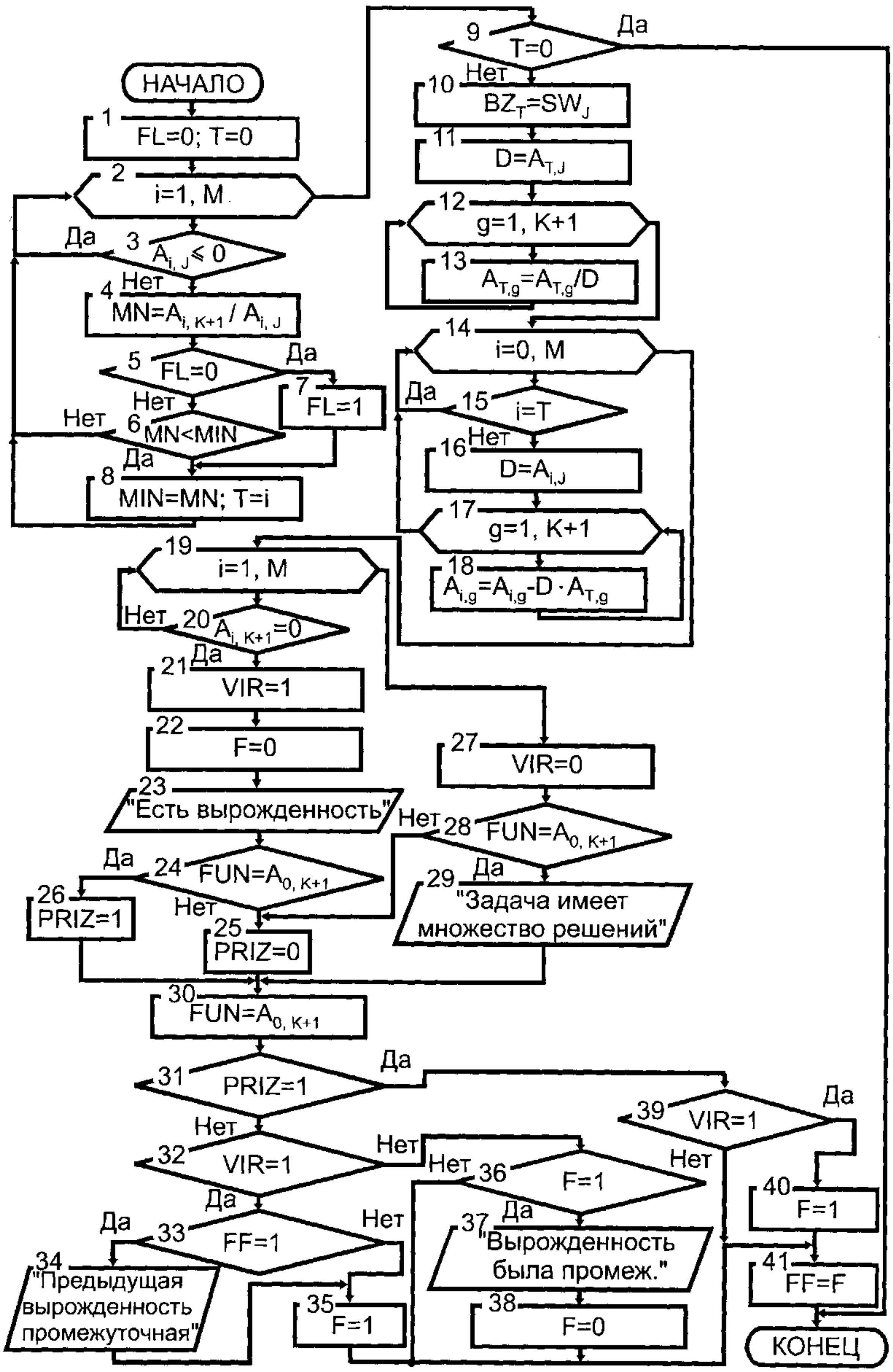

Рис. 2. Блок-схема алгоритма подпрограммы пересчёта симплекс-таблицы, учитывающая особые случаи решения.

всех коэффициентов левой части неравенства и у правой части меняются знаки на противоположные и меняется знак сравнения с "$\geq$" на "$\leq$", а затем к левой части всех неравенств прибавляют по одной дополнительной переменной, которые и будут образовывать базисное решение. При этом базисное решение будет допустимым или опорным, если столбец свободных членов, т.е. столбец (k+1) исходной симплекс-таблицы не будет иметь отрицательных элементов. Если же он будет иметь отрицательные элементы, то предложенный алгоритм сам проведет нахождение опорного решения и выведет соответствующее сообщение. Нулевая строка исходной симплекс-таблицы образовывается из стоимостных коэффициентов целевой функции, взятых с противоположным знаком, так как алгоритм симплекс-метода приведен для нахождения максимума целевой функции. Если же при решении ЗЛП необходимо провести минимизацию целевой функции, то знаки ее стоимостных коэффициентов не меняются, но при этом необходимо учитывать, что истинное значение целевой функции будет иметь противоположный знак. Тогда в блок-схеме алгоритма максимизации целевой функции ЗЛП симплекс-методом, учитывающей особые случаи решения (рис.1):

блок 1	– ввод количества уравнений M и неизвестных K;
блоки 2...4	– ввод свободных членов и определение базисных переменных;
блоки 5...9	– определение свободных переменных, ввод и определение стоимостных показателей;
блоки 10...14	– ввод коэффициентов равенств ограничений и формирование 0-ой строки стоимостных показателей;
блоки 15...18	– формирование (k+1)-го столбца, содержащего целевую функцию и свободные члены равенств-ограничений;
блок 19	– присваивание 0 признакам повторяемости вырожденности F и FF;
блок 20	– присваивание 0 признаку неограниченности области допустимых решений (ОДР) NEOG;
блоки 21...28	– определение неограниченности ОДР и остановка решения, если целевая функция стремится к ∞;
блоки 29...33	– определение допустимого базисного (опорного) решения, т.е. проверка (k+1) столбца на отсутствие отрицательных свободных членов ограничений-равенств;
блок 34	– вывод сообщения об отсутствии решения, в случае отсутствия в соответствующей строке с отрицательным свободным членом, стоящем в (k+1) столбце, отрицательных коэффициентов;
блоки 35...36	– распечатка допустимого базисного (опорного) решения;
блоки 37...44	– определение минимального отрицательного стоимостного показателя и пересчет симплекс-таблицы пока имеются отрицательные стоимостные показатели;
блоки 45...51	– определение наличия в столбцах с нулевыми стоимостными показателями коэффициентов не равных 0 и 1, наличие таких столбцов при постоянстве целевой функции свидетельствует о наличии множества решений;
блоки 52...53	– вывод результатов оптимизации.

В блок-схеме алгоритма подпрограммы пересчета симплекс-таблицы, учитывающей особые случаи решения (рис. 2):

блоки 1...8	– определение минимального отношения свободных членов к положительным коэффициентам определяющего столбца и запоминание номера строки с этим отношением под индексом T;
блок 9	– проверка на наличие в столбце коэффициентов больших 0,
блок 10	– переформирование массива базисных переменных;
блоки 11...18	– преобразования Жордана-Гаусса;
блоки 19...20	– проверка на наличие вырожденности решения;
блок 21	– присвоение 1 признаку вырожденности vir;
блок 27	– присвоение 0 признаку вырожденности vir;
блок 22	– присвоение 0 признаку повтора вырожденности F;
блок 23	– сообщение о наличии вырожденности решения;
блоки 24, 28	– контроль изменения целевой функции при пересчетах симплекс-таблицы;
блоки 25, 26	– присвоение 0 или 1 признаку постоянства целевой функции PRIZ;
блок 29	– сообщение о наличии множества решений;
блок 30	– перезапоминание последнего значения целевой функции;
блок 31..41	– анализ и печать информации о промежуточной вырожденности.

Более детально представленные алгоритмы можно пояснить ниже приведенными примерами ЗЛП с графическими и табличными решениями.

Пример 1. ***Вырожденное оптимальное решение. Рис. 3, таблица 1.***

Вырожденность объясняется идентификацией точки оптимума четырьмя плоскостями в трехмерном пространстве.

Отличительные признаки: Наличие 0 в (k+1) столбце при максимальном значении целевой функции.

Пример 2. ***Промежуточное вырожденное решение. Рис. 4, таблица 2.***

Промежуточная вырожденность объясняется идентификацией точки (0,5;0;0) четырьмя плоскостями в трехмерном пространстве.

Отличительные признаки: Наличие и исчезновение 0 в (k+1) столбце, при возрастании целевой функции.

Пример 3. Несколько вырожденных решений подряд. Рис. 5, таблица 3.

Промежуточная первая вырожденность объясняется идентификацией точки (0,5;0;0) четырьмя плоскостями в трехмерном пространстве. Аналогично объясняется и вторая вырожденность в точке (0,5;0,5;0).

Отличительные признаки: Наличие и исчезновение 0 в (k+1) столбце при неоднократном возрастании целевой функции.

Пример 4. Бесконечное множество решений. Рис. 6, таблица 4.

Бесконечное множество решений объясняется тем, что плоскость целевой функции S коснется всей плоскости симплекса, идентифицированной точками (0,5;0,5;0), (0,5;0,34;0,16), (0,23;0,5;0,27).

Отличительные признаки: В столбцах с нулевыми стоимостными показателями присутствуют коэффициенты, не равные 0 и 1, а целевая функция при этом не меняется.

Пример 5. Неограниченная целевая функция. Таблица 5.

Во всех ограничениях коэффициенты при x_3 либо отрицательные, либо равны 0. Это означает, что x_3 можно бесконечно увеличивать, не нарушая ни одного ограничения модели и бесконечно увеличивая значение целевой функции.

Пример 6. Пространство решений не ограничено, а оптималь-

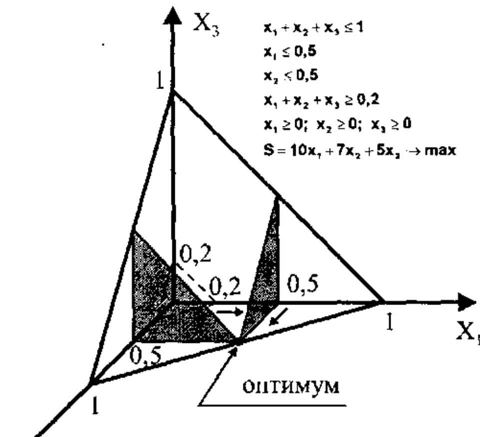

Рис. 1. ***Пример 1***. *Вырожденное оптимальное решение.*

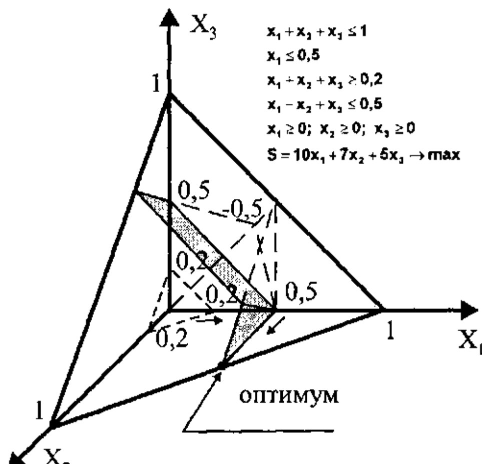

Рис. 4. ***Пример 2***. *Промежуточное вырожденное решение.*

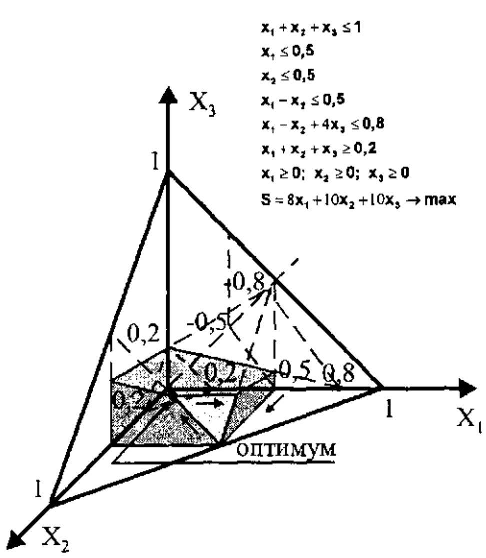

Рис 5. ***Пример 3***. *Несколько вырожденных решений подряд.*

Таблица 1

Итерация	Базисные переменные	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	Решение	Сообщение
0	S	-10	-7	-5	0	0	0	0	0	
	x_4	1	1	1	1	0	0	0	1	
	x_5	1	0	0	0	1	0	0	0,5	
	x_6	0	1	0	0	0	1	0	0,5	
	x_7	-1	-1	-1	0	0	0	1	-0,2	
1	S	0	-7	-5	0	10	0	0	5	Опорное решениее
	x_4	0	1	1	1	-1	0	0	0,5	VIR=0 PRIZ=0 F=0
	x_1	1	0	0	0	1	0	0	0,5	
	x_6	0	1	0	0	0	1	0	0,5	
	x_7	0	-1	-1	0	1	0	1	0,3	
2	S	0	0	2	7	3	0	0	8,5	Оптимум
	x_2	0	1	1	1	-1	0	0	0,5	VIR=1 PRIZ=0 F=1 Есть вырожденность
	x_1	1	0	0	0	1	0	0	0,5	
	x_6	0	0	-1	-1	1	1	0	0	
	x_7	0	0	0	1	0	0	1	0,8	

Таблица 2

Итерация	Базисные переменные	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	Решение	Сообщение
0	S	-10	-7	-5	0	0	0	0	0	
	x_4	1	1	1	1	0	0	0	1	
	x_5	1	0	0	0	1	0	0	0,5	
	x_6	-1	-1	-1	0	0	1	0	-0,2	
	x_7	1	-1	1	0	0	0	1	0,5	
1	S	0	-7	-5	0	10	0	0	5	Опорное решениее
	x_4	0	1	1	1	-1	0	0	0,5	VIR=1 PRIZ=0 F=1 Есть вырожденность
	x_1	1	0	0	0	1	0	0	0,5	
	x_6	0	-1	-1	0	1	1	0	0,3	
	x_7	0	-1	1	0	-1	0	1	0	
2	S	0	0	2	7	3	0	0	8,5	Оптимум
	x_2	0	1	1	1	-1	0	0	0,5	VIR=0 PRIZ=0 F=0 Вырожденность была промежуточной
	x_1	1	0	0	0	1	0	0	0,5	
	x_6	0	0	0	1	0	1	0	0,8	
	x_7	0	0	2	1	-2	0	1	0,5	

Таблица 3

Итерация	Базисные переменные	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	Решение	Сообщение
0	S	-8	-10	-10	0	0	0	0	0	0	0	
	x_4	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	
	x_5	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0,5	
	x_6	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0,5	
	x_7	1	-1	0	0	0	0	1	0	0	0,5	
	x_8	1	-1	4	0	0	0	0	1	0	0,8	
	x_9	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	1	-0,2	
1	S	0	-10	-10	0	8	0	0	0	0	4	Опорное решениее
	x_4	0	1	1	1	-1	0	0	0	0	0,5	VIR=1 PRIZ=0 F=1 Есть вырожденность
	x_1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0,5	
	x_6	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0,5	
	x_7	0	-1	0	0	-1	0	1	0	0	0	
	x_8	0	-1	4	0	-1	0	0	1	0	0,3	
	x_9	0	-1	-1	0	1	0	0	0	1	0,3	
2	S	0	0	0	10	-2	0	0	0	0	9	
	x_2	0	1	1	1	-1	0	0	0	0	0,5	VIR=1,PRIZ=0 F=1 Есть выр-сть, предыдущая вырожденность промежуточная
	x_1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0,5	
	x_6	0	0	-1	-1	1	1	0	0	0	0	
	x_7	0	0	1	1	-2	0	1	0	0	0,5	
	x_8	0	0	5	1	-2	0	0	1	0	0,8	
	x_9	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0,8	
3	S	0	0	-2	8	0	2	0	0	0	9	
	x_2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0,5	VIR=1 PRIZ=1 F=1 Есть вырожденность
	x_1	1	0	1	1	0	-1	0	0	0	0,5	
	x_5	0	0	-1	-1	1	1	0	0	0	0	
	x_7	0	0	-1	-1	0	2	1	0	0	0,5	
	x_8	0	0	3	-1	0	2	0	1	0	0,8	
	x_9	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0,8	
4	S	0	0	0	7,33	0	3,33	0	0,67	0	9,53	Оптимум
	x_2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0,5	VIR=0 PRIZ=0 F=0 Вырожденность была промежуточной
	x_1	1	0	0	1,33	0	-1,67	0	-0,33	0	0,23	
	x_5	0	0	0	-1,33	1	1,67	0	0,33	0	0.27	
	x_7	0	0	0	-1,33	0	2,67	1	0,33	0	0.77	
	x_3	0	0	1	-0,33	0	0,67	0	0,33	0	0,27	
	x_9	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0,8	

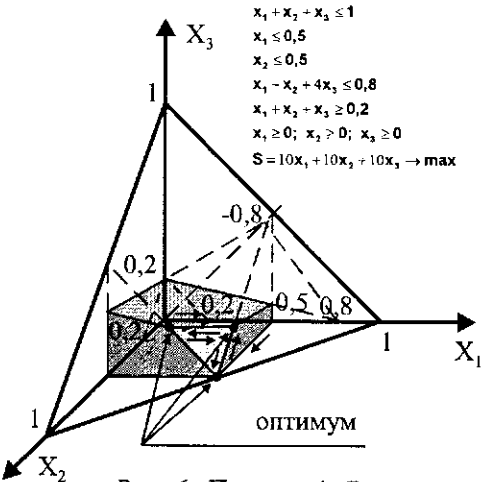

Рис. 6. ***Пример 4***. *Бесконечное множество решений.*

Таблица 4

Итерация	Базисные переменные	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	Решение	Сообщение
0	S	-10	-10	-10	0	0	0	0	0	0	
	x_4	1	1	1	1	0	0	0	0	1	
	x_5	1	0	0	0	1	0	0	0	0,5	
	x_6	0	1	0	0	0	1	0	0	0,5	
	x_7	1	-1	4	0	0	0	1	0	0,8	
	x_8	-1	-1	-1	0	0	0	0	1	-0,2	
1	S	0	-10	-10	0	10	0	0	0	5	Опорное решение
	x_4	0	1	1	1	-1	0	0	0	0,5	VIR=0 PRIZ=0 F=0
	x_1	1	0	0	0	1	0	0	0	0,5	
	x_6	0	1	0	0	0	1	0	0	0,5	
	x_7	0	-1	4	0	-1	0	1	0	0,3	
	x_8	0	-1	-1	0	1	0	0	1	0,3	
2	S	0	0	0	10	0	0	0	0	10	
	x_2	0	1	1	1	-1	0	0	0	0,5	VIR=1 PRIZ=0 F=1 Есть вырожденность
	x_1	1	0	0	0	1	0	0	0	0,5	
	x_6	0	0	-1	-1	1	1	0	0	0	
	x_7	0	0	5	1	-2	0	1	0	0,8	
	x_8	0	0	0	1	0	0	0	1	0,8	
3	S	0	0	0	10	0	0	0	0	10	Имеется множество решений
	x_2	0	1	0	0,8	-0,6	0	-0,2	0	0,34	VIR=0 PRIZ=0 F=0 Вырожденность была промежуточной
	x_1	1	0	0	0	1	0	0	0	0,5	
	x_6	0	0	0	-0,8	0,6	1	0,2	0	0,16	
	x_3	0	0	1	0,2	-0,4	0	0,2	0	0,16	
	x_8	0	0	0	1	0	0	0	1	0,8	
4	S	0	0	0	10	0	0	0	0	10	Имеется множество решений
	x_2	0	1	0	0	0	1	0	0	0,5	VIR=0 PRIZ=0 F=0
	x_1	1	0	0	1,33	0	-1,67	-0,33	0	0,23	
	x_5	0	0	0	-1,33	1	1,67	0,33	0	0,27	
	x_3	0	0	1	-0,33	0	0,67	0,33	0	0,27	
	x_8	0	0	0	1	0	0	0	1	0,8	
5	S	0	0	0	10	0	0	0	0	10	Имеется множество решений
	x_2	0	1	0	0,8	-0,6	0	-0,2	0	0,34	VIR=0 PRIZ=0 F=0
	x_1	1	0	0	0	1	0	0	0	0,5	
	x_6	0	0	0	-0,8	0,6	1	0,2	0	0,16	
	x_3	0	0	1	0,2	-0,4	0	0,2	0	0,16	
	x_8	0	0	0	1	0	0	0	1	0,8	
6	S	0	0	0	10	0	0	0	0	10	Имеется множество решений
	x_2	0	1	1	1	-1	0	0	0	0,5	VIR=0 PRIZ=0 F=0 Есть вырожденность
	x_1	1	0	0	0	1	0	0	0	0,5	
	x_6	0	0	-1	-1	1	1	0	0	0	
	x_7	0	0	5	1	-2	0	1	0	0,8	
	x_8	0	0	0	1	0	0	0	1	0,8	

$x_1 + x_2 \le 1$
$x_1 \le 0{,}5$
$x_2 \le 0{,}5$
$x_1 + x_2 + x_3 \ge 0{,}2$
$x_1 \ge 0;\ x_2 \ge 0;\ x_3 \ge 0$
$S = x_1 + 12x_2 + 10x_3 \to \max$

Пример 5. *Неограниченная целевая функция.*

Таблица 5

Итерация	Базисные переменные	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	Решение	Сообщение
0	S	-1	-12	-10	0	0	0	0	0	
	x_4	1	1	0	1	0	0	0	1	ОДР неограничена в направлении X_3, ЦФ → ∞
	x_5	1	0	0	0	1	0	0	0,5	
	x_6	0	1	0	0	0	1	0	0,5	
	x_7	-1	-1	-1	0	0	0	1	-0,2	

$x_1 + x_2 \le 1$
$x_1 \le 0{,}5$
$x_2 \le 0{,}5$
$x_1 + x_2 + x_3 \ge 0{,}2$
$x_1 \ge 0;\ x_2 \ge 0;\ x_3 \ge 0$
$S = 5x_1 + 12x_2 - 10x_3 \to \max$

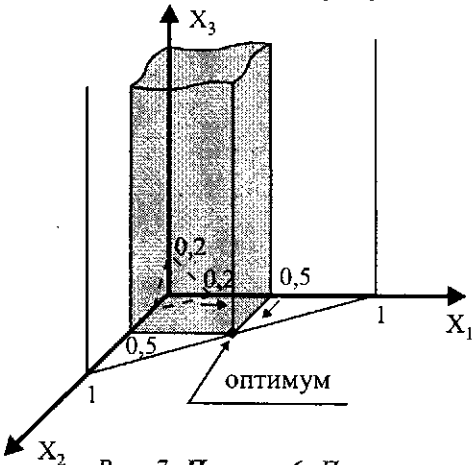

Рис. 7. ***Пример 6.*** *Пространство решений не ограничено, а оптимальное значение целевой функции конечно.*

Таблица 6

Итерация	Базисные переменные	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	Решение	Сообщение
0	S	-5	-12	10	0	0	0	0	0	
	x_4	1	1	0	1	0	0	0	1	
	x_5	1	0	0	0	1	0	0	0,5	
	x_6	0	1	0	0	0	1	0	0,5	
	x_7	-1	-1	-1	0	0	0	1	-0,2	
1	S	0	-12	10	0	5	0	0	2,5	Опорное решение
	x_4	0	1	0	1	-1	0	0	0,5	VIR=0, PRIZ=0, F=0 ОДР неограничена в направлении X_3, но решение имеется
	x_1	1	0	0	0	1	0	0	0,5	
	x_6	0	1	0	0	0	1	0	0,5	
	x_7	0	-1	-1	0	1	0	1	0,3	
2	S	0	0	10	12	-7	0	0	8,5	
	x_2	0	1	0	1	-1	0	0	0,5	VIR=1 PRIZ=0 F=1 Есть вырожденность
	x_1	1	0	0	0	1	0	0	0,5	
	x_6	0	0	0	-1	1	1	0	0	
	x_7	0	0	-1	1	0	0	1	0,8	
3	S	0	0	10	5	0	7	0	8,5	Оптимум
	x_2	0	1	0	0	0	1	0	0,5	VIR=1 PRIZ=1 F=1 Есть вырожденность
	x_1	1	0	0	1	0	-1	0	0,5	
	x_5	0	0	0	-1	1	1	0	0	
	x_7	0	0	-1	-1	0	0	1	0,8	

ное значение целевой функции конечно. Рис. 7, таблица 6.

Во всех ограничениях коэффициенты при x_3 либо отрицательные, либо равны 0, но так как значение стоимостного показателя при x_3 положительно, то целевая функция не может увеличиваться до бесконечности, т.е. она конечна.

Отличительные признаки: В столбцах с ненулевыми стоимостными показателями остальные коэффициенты либо отрицательные, либо равны 0, это означает что ОДР не ограничена в направлении свободной переменной, стоящей при этом стоимостном показателе. Если стоимостной показатель при этом будет отрицательным, то значение целевой функции стремится к бесконечности, если положительным – то целевая функция будет конечна.

Таким образом, формализация симплекс-таблиц особых случаев решения ЗЛП позволила разработать алгоритм симплекс-метода, идентифицирующий эти особые случаи.

ЛИТЕРАТУРА

1.Таха Х. Введение в исследование операций: В 2-х книгах. Кн.1. Пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 479с.

2.Кузнецов А.В. и др. Высшая математика: Мат. программир.: Учеб. /А.В.Кузнецов, В.А.Сакович, Н.И.Холод; Под общ. ред. А.В.Кузнецова. - Мн.: Выш. шк., 1994. - 286с.

3.Балашевич В.А. Основы математического программирования: [Учеб. пособие для инж.-эконом. и экон. спец.] – Мн.: Выш. шк., 1985. – 173 с.

4.Конюховский П.В. Математические методы исследования операций в экономике. – СПб.: Издательство "Питер", 2000. - 208 с.

ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЧЕСКИХ ПОИЛОК ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ТЕЛЯТ

И.Е. ГОЛУБЕЦ, к. с.-х. н., старший научный сотрудник;
П.Н. ШАГОВ, соискатель (РУП «Институт животноводства НАНБ»)

Получение и выращивание здорового, жизнеспособного молодняка сельскохозяйственных животных – одна из важнейших задач, стоящих перед работниками животноводства.

При высокой концентрации поголовья эта задача приобретает особое значение и решение ее возможно только лишь при нормальных гигиенических условиях кормления, содержания и ухода. Несмотря на то, что наукой и практикой достигнуты значительные успехи в разработке технологий производства молока, большой ущерб приносят заболеваемость и отход молодняка в первые месяцы жизни. [1]

Поэтому необходимость не только механизации, но и компьютеризации всех сельскохозяйственных процессов, особенно выращивания молодняка, назрела давно, так как при этом учитываются биологические особенности и оптимизируется технология производства. Например, автоматические поилки позволяют организовать выпойку телят по строго индивидуальным нормам в зависимости от возраста животных, их физиологического состояния и потребностей. Телятам можно давать цельное молоко, молозиво, ЗЦМ, обрат и др. в различных соотношениях, что закладывается в программу. Поддерживается постоянная температура смеси на уровне 38,5°С в миксере и 37°С на поильной станции. Конструкцией автопоилки предусмотрена и дача медикаментов, что позволяет лечить заболевших телят посредством ввода лекарства в молокопровод. Для каждого теленка закладывается программа его выпойки на определенный период, в которую заносятся данные о количествах выпаиваемого молока, перерывах между поениями и разовой дозы молока – ее минимуме и максимуме или время поения. [2]

Известно, что способность теленка давать привесы важно начать использовать как можно раньше, иначе в дальнейшем ее можно частично утратить. Для этого телятам, пока они еще маленькие, необходимо получать достаточно большие нормы корма. Поэтому изучение эффективности использования автоматических поилок для телят стало основной задачей наших исследований.

В эксперименте использовали автоматизированные поилки немецкой фирмы «Impulsa», рассчитанные на обслуживание 50 телят. Один дозирующий автомат работал одновременно с двумя станциями выпойки на 25 голов каждая. Нормирование осуществлялось на основе электронной идентификации животных, транспордер пассивного типа закреплялся на ошейнике. Антенна, активизирующая индивидуальный электронный чип и принимающая сигнал, размещалась на каждом месте выпойки. Конструкция автоматизированной поилки допускает возможность работы в двух вариантах: с использованием сухих заменителей цельного молока или же жидких молочных кормов, хранящихся в отдельном танке-охладителе. Дозирование осуществлялось с помощью компьютера. Возможно индивидуальное программирование разовой порции и кратности выдачи в зависимости от возраста, живой массы и планируемой интенсивности роста.

С этой целью были отобраны две группы телочек: контрольная и опытная, по методу пар-аналогов в возрасте 25дней. В контрольную группу отбирали телочек на комплек-