

## ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СОЧЕТАНИЯ ОТРАСЛЕЙ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

А. Г. ЯКУШЕВ, В. Н. АЙДИН

(Москва)

При традиционных методах планирования бывает очень трудно, а зачастую и невозможно учесть влияние множества факторов на сельскохозяйственное производство и нет уверенности, что выбранный вариант — наилучший.

Оптимальный вариант сочетания отраслей сельскохозяйственного производства можно найти, применив в планировании методы оптимального программирования и электронно-вычислительную технику.

Расчеты по определению оптимального сочетания отраслей (на ближайшую перспективу) проводились нами на примере совхоза «Петровский» Ленинградской области, расположенного на Карельском перешейке. За совхозом закреплено 2470 га сельскохозяйственных угодий, из которых пашни — 1502 га, естественных сенокосов — 277 га, пастбищ — 191 га, залежей и перелогов — 495 га.

На начало 1965 г. в совхозе было 1172 головы крупного рогатого скота, в том числе 600 коров (51,2%) и произведено по 644 ц молока и 81,5 ц мяса всех видов скота в живом весе на 100 га сельскохозяйственных угодий.

В перспективном плане совхоза намечено производить ежегодно не менее 10 000 ц картофеля и 3 800 ц овощей. Хозяйство располагает достаточным количеством техники, трудовыми ресурсами в количестве 108 000 человеко-дней, в том числе в осенний напряженный период работ — 46 000 человеко-дней.

Исходя из конкретных условий производства, мы поставили цель: определить оптимальное сочетание отраслей и специализацию совхоза, при которых за счет более рационального использования производственных ресурсов — земли, затрат труда, финансовых средств и т. д. — будет получено максимальное количество продукции и прибыли. В исследованиях были использованы работы по оптимальному планированию кормопроизводства и животноводства [1—3].

**Постановка задачи.** Введем следующие обозначения переменных величин:

$x_j$  — размер  $j$ -й отрасли растениеводства (га);  $y_j$  — увеличение урожайности  $j$ -й культуры свыше  $y_j^0$  ( $y_j$  определяется только для тех  $j$ , при которых  $x_j > 0$ );  $x_k$  — размер  $k$ -й отрасли животноводства (поголовье);  $u_{sk}$  — увеличение продуктивности животных за год  $k$ -й отрасли по  $s$ -му продукту свыше  $u_{sk}^0$  ( $u_{sk}$  определяется только для тех  $k$ , при которых  $x_k > 0$ );  $x_n$  — размер трансформации угодий из одного вида в другой по  $n$ -му способу;  $v_{ip}$  — количество приобретаемых  $i$ -х ресурсов  $p$ -м способом;  $w_q$  — количество приобретаемых кормов;  $\eta_{mk}$  — количество годовой дачи кормов (в кормовых единицах)  $k$ -й отрасли за счет  $m$ -й группы кормов свыше минимальной нормы  $\left[ \left( a_{mk} + \sum_a \varphi_{msk} \right) x_k \right]$ ;  $z$  — сумма денежно-материальных затрат

на производство в хозяйстве.

Основные постоянные величины обозначены:  $j$  — номер отрасли растениеводства ( $j = 1, \dots, J_1$ );  $k$  — номер отрасли животноводства ( $k = J_1 + 1, \dots, J$ );  $i$  — номер ресурса производства (без сельскохозяйственных угодий и кормов) ( $i = 1, \dots, I$ );  $m$  — номер группы кормовых средств ( $m = 1, \dots, M$ );  $\bar{m}$  — номер товарной продукции растениеводства ( $\bar{m} = 1, \dots, \bar{M}$ );  $q$  — номер покупного корма ( $q = 1, \dots, Q$ );  $s$  — номер животноводческой продукции ( $s = 1, 2, \dots, S$ );  $l$  — номер сельскохозяйственных угодий ( $l = 1, \dots, L$ );  $n$  — номер способа трансформации угодий ( $n = 1, 2, \dots, N$ );  $p$  — номер способа приобретения ресурсов производства (за исключением кормов) ( $p = 1, \dots, P$ );  $t$  — номер питательного вещества в кормах ( $t = 1, 2, \dots, T$ );  $y_j^0$  — минимальная урожайность  $j$ -й отрасли;  $u_{sk}^0$  — минимальная годовая продуктивность единицы  $k$ -й отрасли животноводства по  $s$ -му продукту.

Сформулируем задачу: найти максимум функции

$$\max f = \sum_{j, \bar{m}} \alpha_{mj} (y_j^0 + y_j) x_j + \sum_{k, s} \alpha_{sk} (u_{sk}^0 + u_{sk}) x_k - z -$$

— размер прибыли от всех отраслей хозяйства, где:  $\alpha_{mj} = c_{mj} b_{mj}$ ;  $c_{mj}$  — цена реализации единицы  $\bar{m}$ -й товарной продукции, получаемой от  $j$ -й отрасли растениеводства;  $b_{mj}$  — коэффициент товарности по  $\bar{m}$ -му продукту  $j$ -й отрасли;  $\alpha_{sk} = c_{sk} b_{sk}$ ;  $c_{sk}$  — цена реализации единицы  $s$ -й продукции, получаемой от  $k$ -й отрасли животноводства;  $b_{sk}$  — коэффициент товарности по  $s$ -му продукту  $k$ -й отрасли.

Приняты следующие ограничения:

$$1. \sum_j b_{lj} x_j \leq A_l + \sum_n \sigma_{ln} x_n - \text{условия распределения сельскохозяйственных}$$

угодий  $l$ -го вида, где:  $b_{lj}$  — коэффициент, включающий ( $b_{lj} = 1$ ) или исключаяющий ( $b_{lj} = 0$ )  $j$ -ю отрасль растениеводства в ряд (или из ряда) конкурирующих отраслей по использованию  $l$ -го вида сельскохозяйственных угодий;  $\sigma_{ln}$  — коэффициент, показывающий: а) при  $\sigma_{ln} = -1$ , что  $l$ -й вид сельскохозяйственных угодий по  $n$ -му способу трансформируется в другой вид сельскохозяйственных угодий; б) при  $\sigma_{ln} = 1$ , что в  $l$ -й вид сельскохозяйственных угодий по  $n$ -му способу трансформируется другой вид угодий; в) при  $\sigma_{ln} = 0$ , что  $l$ -й вид сельскохозяйственных угодий не используется по  $n$ -му способу трансформации земли;  $A_l$  — размер имеющихся сельскохозяйственных угодий  $l$ -го вида.

$$2. \sum_j (a_{ij} + \varphi_{ij} y_j) x_j + \sum_k \left( a_{ik} + \sum_s \varphi_{isk} u_{sk} \right) x_k + \sum_n a_{in} x_n \leq \\ \leq A_i + \sum_p v_{ip} + \sum_j (b_{ij}^0 + b_{ij} y_j) x_j + \sum_k \left( b_{ik}^0 + \sum_s b_{isk} u_{sk} \right) x_k -$$

— поступление и распределение ресурсов производства, кроме сельскохозяйственных угодий и кормов, где:  $a_{ij}$  — затраты  $i$ -го ресурса на 1 га  $j$ -й отрасли при урожайности  $y_j^0$ ;  $\varphi_{ij}$  — затраты  $i$ -го ресурса для увеличения урожайности на 1 ц свыше  $y_j^0$ ;  $a_{ik}$  — затраты  $i$ -го ресурса за год на единицу  $k$ -й отрасли при продуктивности животных, равной  $u_{sk}^0$  по всем  $s$ -м продуктам;  $\varphi_{isk}$  — затраты  $i$ -го ресурса для увеличения продуктивности  $k$ -й отрасли на единицу по  $s$ -му продукту свыше  $u_{sk}^0$ ;  $a_{in}$  — затраты  $i$ -го ресурса на 1 га трансформируемой площади по  $n$ -му способу;  $A_i$  — наличие в хозяйстве ресурса  $i$ -го вида;  $b_{ij}^0$  — сьем  $i$ -го ресурса с единицы  $j$ -й отрасли при урожайности  $y_j^0$ ;  $b_{ij}$  — сьем  $i$ -го ресурса с 1 ц прироста урожайности  $j$ -й отрасли свыше  $y_j^0$ ;  $b_{ik}^0$  — сьем  $i$ -го ресурса с единицы  $k$ -й отрасли при продуктивности  $u_{sk}^0$  по всем  $s$ -м продуктам;  $b_{isk}$  — сьем  $i$ -го ресурса с единицы прироста продуктивности  $k$ -й отрасли на единицу по  $s$ -му продукту свыше  $u_{sk}^0$ .

$$3. \sum_j \gamma_{mj} (y_j^0 + y_j) x_j + \sum_q e_{mq} w_q \geq \sum_k \eta_{mk} + \sum_k \left( a_{mk} + \sum_s \varphi_{msh} u_{sh} \right) x_k -$$

— поступление и распределение  $m$ -х групп кормов (в кормовых единицах), где:  $\gamma_{mj} = \varepsilon_{mj} d_{mj} f_{mj}$ ;  $\varepsilon_{mj}$  — доля продукции  $j$ -й отрасли, идущая на кормовые цели и относящаяся к  $m$ -й группе кормов;  $d_{mj}$  — коэффициент потерь продукции  $j$ -й отрасли, относящейся к  $m$ -й группе кормов;  $f_{mj}$  — содержание кормовых единиц в единице продукции  $j$ -й отрасли, относящейся к  $m$ -группе кормов;  $e_{mq}$  — содержание кормовых единиц в единице  $q$ -го покупного корма, относящегося к  $m$ -й группе кормов;  $a_{mk}$  — минимальная годовая норма дачи  $m$ -й группы кормов (в кормовых единицах) на единицу  $k$ -й отрасли при продуктивности  $u_{sk}^0$  по всем  $s$ -м продуктам;  $\varphi_{msh}$  — на единицу  $k$ -й отрасли при увеличении минимальной годовой нормы дачи  $m$ -й группы кормов (в кормовых единицах) при увеличении продуктивности  $k$ -й отрасли на единицу по  $s$ -му продукту свыше  $u_{sk}^0$ .

$$4. \sum_j b_j (y_j^0 + y_j) x_j + \sum_{m, q} e_{mq} w_q \geq \sum_k \left( b_k + \sum_s b_{sk} u_{sk} \right) x_k -$$

— производство всех кормов (в кормовых единицах) должно быть не меньше потребности всех отраслей животноводства, где:  $b_j = \sum_m \varepsilon_{mj} d_{mj} f_{mj}$ ;  $b_k$  — годовая потребность в кормах (в кормовых единицах) единицы  $k$ -й отрасли животноводства при продуктивности  $u_{sk}^0$  по всем  $s$ -м продуктам;  $b_{sk}$  — затраты кормов (в кормовых единицах) для увеличения продуктивности  $k$ -й отрасли на единицу по  $s$ -му продукту свыше  $u_{sk}^0$ .

$$5. \eta_{mk} \leq \left( v_{mk} + \sum_s v_{msh} u_{sh} \right) x_k - \text{дача кормов (в кормовых единицах) за год}$$

$k$ -й отрасли за счет  $m$ -й группы кормов не должна превышать допустимых норм, где:  $v_{mk} = D_{mk} - a_{mk}$ ;  $D_{mk}$  — максимальная годовая норма дачи кормов  $m$ -й группы кормов (в кормовых единицах) на единицу  $k$ -й отрасли при продуктивности  $u_{sk}^0$  по всем  $s$ -м продуктам;  $v_{msk} = D_{msk} - \varphi_{msk}$ ;  $D_{msk}$  — увеличение максимальной годовой нормы дачи кормов  $m$ -й группы кормов (в кормовых единицах) при увеличении продуктивности  $k$ -й отрасли на единицу по  $s$ -му продукту свыше  $u_{sk}^0$ .

$$6. \sum_m \eta_{mk} = \left( v_k + \sum_s v_{sk} u_{sk} \right) x_k - \text{дача кормов (в кормовых единицах) } k\text{-й от}$$

расли животноводства не должна превышать допустимых норм, где:  $v_k = b_k - \sum_m a_{mk}$ ;  $v_{sk} = b_{sk} - \sum_m \varphi_{msk}$ .

$$7. \sum_j \beta_{ij} (y_j^0 + y_j) x_j + \sum_{m,q} \beta_{tmq} w_q \geq \sum_k \left( a_{tk} + \sum_s \varphi_{tsk} u_{sk} \right) x_k - \text{наличие } t\text{-го}$$

питательного вещества в производимых кормах должно быть не меньше зоотехнических требований, где:  $\beta_{ij} = \sum_m \varepsilon_{mj} d_{mj} a_{tm}$ ;  $a_{tmj}$  — содержание  $t$ -го питательного вещества в единице продукции  $j$ -й отрасли, относящейся к  $m$ -й группе кормов;  $\beta_{tmq}$  — содержание  $t$ -го питательного вещества в единице  $q$ -го покупного корма, относящегося к  $m$ -й группе кормов;  $a_{tk}$  — годовая норма потребности в  $t$ -м питательном веществе  $k$ -й отрасли при продуктивности  $u_{sk}^0$  по всем  $s$ -м продуктам;  $\varphi_{tsk}$  — норма потребления  $t$ -го питательного вещества для увеличения продуктивности  $k$ -й отрасли на единицу по  $s$ -му продукту свыше  $u_{sk}^0$ .

$$8. \sum_j (c_j^0 + \varphi_j y_j) x_j + \sum_k \left( c_k^0 + \sum_s \varphi_{sk} u_{sk} \right) x_k + \sum_q c_q^0 w_q = z - \text{распределение}$$

денежно-материальных средств, где:  $c_j^0$  — затраты денежно-материальных средств на 1 га  $j$ -й отрасли при урожайности  $y_j^0$ ;  $\varphi_j$  — затраты денежно-материальных средств для увеличения урожайности  $j$ -й отрасли на единицу свыше  $y_j^0$ ;  $c_k^0$  — затраты денежно-материальных средств (без кормов) за год на единицу  $k$ -й отрасли при продуктивности  $u_{sk}^0$  по всем  $s$ -м продуктам;  $\varphi_{sk}$  — затраты денежно-материальных средств (без кормов) для увеличения продуктивности  $k$ -й отрасли на единицу по  $s$ -му продукту свыше  $u_{sk}^0$ ;  $c_q^0$  — цена приобретения единицы  $q$ -го корма.

$$9. D_{mj}^- \geq \alpha_{mj}^- (y_j^0 + y_j) x_j \geq B_{mj}^-; A_j x_j \geq y_j x_j \geq 0; D_{sk} \geq \alpha_{sk} (u_{sk}^0 + u_{sk}) x_k; A_{sk} x_k \geq u_{sk} x_k \geq 0; x_j \geq 0; x_k \geq 0; A_n \geq x_n \geq B_n \geq 0; \eta_{mk} \geq 0; z \geq 0; A_{ip} \geq v_{ip} \geq B_{ip} \geq 0 \\ A_q \geq w_q \geq 0 -$$

— ограничения на рассматриваемые переменные величины, где:  $D_{mj}^-$ ,  $B_{mj}^-$  — максимальный и минимальный уровни производства  $m$ -й товарной продукции  $j$ -й отрасли;  $D_{sk}$ ,  $B_{sk}$  — максимальный и минимальный уровни производства  $s$ -й продукции  $k$ -й отрасли;  $A_{ip}$ ,  $B_{ip}$  — верхняя и нижняя границы приобретения  $i$ -го ресурса  $p$ -м способом;  $A_q$  — верхняя граница приобретения корма  $q$ -го вида;  $A_j$  — верхняя граница возможного увеличения урожайности  $j$ -й отрасли свыше  $y_j^0$ ;  $A_{sk}$  — верхняя граница возможного увеличения годовой продуктивности  $k$ -й отрасли по  $s$ -му продукту свыше  $u_{sk}^0$ ;  $A_n$ ,  $B_n$  — верхняя и нижняя границы размера трансформации угодий по  $n$ -му способу.

**Экономико-математическая модель.** Замена переменных позволяет свести эту задачу к задаче линейного программирования:  $x_j = x_j$ ;  $x_k = x_k$ ;  $x_j y_j = Y_j$ ;  $x_k u_{sk} = Y_{sk}$ ;  $x_n = x_n$ ;  $v_{ip} = v_{ip}$ ;  $w_q = w_q$ ;  $z = z$ ;  $\eta_{mk} = \eta_{mk}$ .

Необходимо определить оптимальные значения  $x_j$ ,  $Y_j$ ,  $x_k$ ,  $Y_{sk}$ ,  $x_n$ ,  $v_{ip}$ ,  $w_q$ ,  $z$ ,  $\eta_{mk}$  из условий: функция  $f$  достигает максимума

$$\max f = \sum_{j, \bar{m}} \alpha_{mj}^- (y_j^0 x_j + Y_j) + \sum_{k, s} \alpha_{sk} (u_{sk}^0 x_k + Y_{sk}) - z$$

при ограничениях:

$$1. \sum_j b_{ij} x_j \leq A_i + \sum_n \sigma_{in} x_n.$$

$$2. \sum_j (a_{ij} x_j + \varphi_{ij} Y_j) + \sum_k \left( a_{ik} x_k + \sum_s \varphi_{isk} Y_{sk} \right) + \sum_n a_{in} x_n \leq A_i + \sum_p v_{ip} + \\ + \sum_j \left( b_{ij}^0 x_j + b_{ij} Y_j \right) + \sum_k \left( b_{ik}^0 x_k + \sum_s b_{isk} Y_{sk} \right).$$

$$3. \sum_j \gamma_{mj}(y_j^0 x_j + Y_j) + \sum_q e_{mq} w_q \geq \sum_k \eta_{mk} + \sum_k \left( a_{mk} x_k + \sum_s \varphi_{msk} Y_{sk} \right).$$

$$4. \sum_j b_j(y_j^0 x_j + Y_j) + \sum_{m,q} e_{mq} w_q \geq \sum_k \left( b_k x_k + \sum_s b_{sk} Y_{sk} \right).$$

$$5. \eta_{mk} \leq v_{mk} x_k + \sum_s v_{msk} Y_{sk}.$$

$$6. \sum_m \eta_{mk} \leq v_k x_k + \sum_s v_{sk} Y_{sk}.$$

$$7. \sum_j \beta_{tj}(y_j^0 x_j + Y_j) + \sum_{m,q} \beta_{tmq} w_q + \sum_k \left( a_{tk} x_k + \sum_s \varphi_{tsk} Y_{sk} \right).$$

$$8. \sum_j (c_j^0 x_j + \varphi_j Y_j) + \sum_k \left( c_k^0 x_k + \sum_s \varphi_{sk} Y_{sk} \right) + \sum_q c_q^0 w_q = z.$$

$$9. D_{mj}^- \geq \alpha_{mj}^-; (y_j^0 x_j + Y_j) \geq B_{mj}^-; D_{sh} \geq \alpha_{sh} (u_{sh}^0 x_k + Y_{sh}) \geq B_{sh}; A_j x_j \geq Y_j \geq 0; A_{sh} x_k \geq Y_{sh} \geq 0; x_j \geq 0; x_k \geq 0; A_n \geq x_n \geq B_n \geq 0; \eta_{mk} \geq 0; z \geq 0; A_{ip} \geq V_{ip} \geq B_{ip} \geq 0; A_q \geq W_q \geq 0.$$

Определение оптимальных значений  $x_j^*$ ,  $Y_j^*$ ,  $x_k^*$ ,  $Y_{sk}^*$ ,  $x_n^*$ ,  $v_{ip}^*$ ,  $w_q^*$ ,  $z^*$ ,  $\eta_{mk}^*$  позволяет определить значения исходных переменных:  $x_j^* = x_j^*$ ;  $x_n^* = x_n^*$ ;  $z^* = z^*$ ;  $x_k^* = x_k^*$ ;  $v_{ip}^* = v_{ip}^*$ ;  $w_q^* = w_q^*$ ;  $\eta_{mk}^* = \eta_{mk}^*$ ;

$$y_j^* = \frac{Y_j^*}{x_j^*} - \text{для тех } j, \text{ при которых } x_j^* > 0;$$

$$u_{sh}^* = \frac{Y_{sh}^*}{x_k^*} - \text{для тех } k, \text{ при которых } x_k^* > 0.$$

Основой для подготовки исходных данных явились разработанные на перспективу технологические карты по отдельным культурам и группам культур и по животноводческим отраслям. При этом учитывались возможный уровень механизации, максимальный, но реально возможный уровень урожайности кормовых культур. Предусмотрено внесение достаточного количества органических и минеральных удобрений.

Кроме того, были рассчитаны и использованы следующие данные:

1) фактический уровень урожайности культур в среднем за последние три года (1962—1964 гг.), затраты трудовых ресурсов и количество удобрений на 1 га, обеспечивающие эту урожайность;

2) содержание питательных веществ в единице основной и побочной продукции по кормовым культурам;

3) общие затраты денежно-материальных средств: всего в рублях, затраты на гектар площади по кормовым культурам и на прирост центнера продукции (в рублях), производственные затраты на голову скота, на центнер и на прирост центнера животноводческой продукции с выделением затрат на корма и эксплуатационных расходов (в рублях);

4) стоимость работ по улучшению естественных кормовых угодий и размеры затрат на трансформацию земельных угодий;

5) зоотехнически обоснованные рационы для отдельных видов и групп скота по количеству кормовых средств; минимально и максимально допустимые количества различных кормов в рационах;

6) выход навоза от головы скота;

7) цена на сельскохозяйственную продукцию и т. д.

Рассмотрим некоторые технико-экономические коэффициенты, используемые в расчетах. Уровни увеличения урожайности сельскохозяйственных культур взяты в пределах запланированных. В качестве исходной принята фактически достигнутая совхозом урожайность культур.

Из озимых зерновых совхоз выращивает рожь, яровых — овес и ячмень, зернобобовых — горох и вику, кормовых корнеплодов — турнепс, брюкву, гибрид брюквы с кормовой капустой, из силосных — горохо-вики-овсяные смеси и многолетние травы.

В условии задачи предусмотрено, что на корм скоту будет использоваться весь урожай зерновых и кормовых культур, 50% соломы, 20% валового сбора картофеля (непродовольственного), 20% валового сбора овощей (отходы) и покупные высокобелковые концентрированные корма в количестве не более 1500 ц.

Выход кормов с 1 га с учетом их потерь при их хранении и скармливании скоту был уменьшен на соответствующие проценты, а по зерновым культурам выход зерна с 1 га уменьшен на величину расхода семян в размере 2 ц/га.

По крупному рогатому скоту все виды затрат определены в расчете на структурную корову с удельным весом коров в стаде 60%. Минимальная продуктивность одной структурной коровы по молоку — 30 ц, максимальная — 40 ц, по мясу — соответственно 2,2 и 3,0 ц. По затратам кормов расчет сделан только по содержанию питательных веществ, необходимых для обеспечения нужной продуктивности. Минимальная потребность одной структурной коровы — 53 ц кормовых единиц и 5,4 ц переваримого протеина, максимальная — соответственно 58,8 ц и 6,3 ц, в том числе минимальная потребность в концентрированных кормах — 6,9 ц корм. ед., в грубых — 7,0 ц, в сочных — 14,0 ц, в корнеклубнеплодах — 3,0 ц и в зеленых кормах — 10,6 ц, максимальная — соответственно 11,8, 8,7, 20,5, 5,0 и 16,6 ц корм. ед.

Расход кормов на центнер привеса свиней 6,9 ц корм. ед., в том числе концентратов — 5,0 ц, грубых — 0,2 ц, сочных — 0,2 ц, корнеклубнеплодов — 1,2 ц и зеленых кормов — 3,3 ц корм. ед. Аналогично были рассчитаны нормативы затрат кормов для рабочего скота.

В задачу вошли следующие переменные величины:  $x_1, x_2, x_5, x_7, x_9, x_{11}, x_{13}, x_{15}, x_{17}, x_{19}, x_{21}$  — размеры отраслей (озимых зерновых, яровых зерновых, зернобобовых, картофеля, овощей, кормовых корнеплодов, кормовой капусты, силосных культур, многолетних трав на сено, многолетних трав на зеленый корм, однолетних трав на зеленый корм — га);  $x_2, x_4, x_6, x_8, x_{10}, x_{12}, x_{14}, x_{16}, x_{18}, x_{20}, x_{22}$  — приrost валового сбора продукции от этих же отраслей (ц);  $x_{23}$  — объем приобретения концентратов (ц);  $x_{24}$  — естественные сенокосы (га);  $x_{25}$  — естественные пастбища (га);  $x_{26}$  — культурные пастбища (га);  $x_{27}$  — залежь и целина, трансформируемая в культурные пастбища (га);  $x_{28}$  — трансформация естественных пастбищ в культурные пастбища (га);  $x_{29}, x_{30}, x_{31}$  — количество накопления минеральных удобрений: азотных, фосфорных, калийных (ц туков);  $x_{32}$  — количество накопления извести (т);  $x_{33}$  — производство картофеля свыше минимального объема (ц);  $x_{34}$  — производство овощей свыше минимального объема (ц);  $x_{35}, x_{36}, x_{37}, x_{38}, x_{39}$  — дача концентрированных, грубых, сочных кормов, корнеклубнеплодов, зеленых кормов в районах крупного рогатого скота свыше минимальной нормы (ц корм. ед.);  $x_{40}$  — размер отрасли крупного рогатого скота (структурные коровы);  $x_{41}$  — приrost валового производства молока (ц);  $x_{42}$  — приrost валового производства мяса крупного рогатого скота (ц);  $x_{43}$  — размер отрасли свиноводства (ц привеса);  $x_{44}$  — поголовье рабочего скота (голов);  $x_{45}$  — сумма денежно-материальных затрат в целом по совхозу на производство продукции (руб.).

Условия задачи учитывают следующие ограничения:

1 — распределение имеющейся пашни (га); 2 — распределение имеющихся естественных сенокосов (га); 3 — распределение имеющихся естественных пастбищ (га); 4 — распределение имеющихся культурных пастбищ и трансформированных земель в культурные пастбища (га); 5 — распределение имеющейся залежи (га); 6 — распределение имеющихся всех трудовых ресурсов (человеко-дни); 7 — распределение имеющихся трудовых ресурсов в осенний напряженный период сельскохозяйственных работ (человеко-дни); 8 — баланс производства и распределения органических удобрений (т); 9, 10, 11 — баланс распределения и накопления минеральных удобрений — азотных, фосфорных, калийных (ц туков); 12 — баланс распределения и накопления извести (т); 13 — баланс распределения и накопления денежно-материальных средств (руб.); 14 — распределение отпущенных на трансформацию земель капитальных вложений (руб.); 15, 16, 17, 18, 19 — баланс поступления и потребления концентрированных, грубых, сочных кормов, корнеклубнеплодов, зеленых кормов (ц корм. ед.); 20 — баланс поступления и потребления всех кормов (ц корм. ед.); 21 — наличие переваримого протеина в кормах должно отвечать физиологическим требованиям животных (ц); 22 — наличие каротина в кормах должно превышать физиологическим требованиям (кг); 23 — покупка концентратов не должна превышать заданного количества (ц); 24, 25 — производство товарного картофеля и товарных овощей должно быть не меньше заданного минимума (ц); 26, 27, 28, 29, 30 — максимально допустимое наличие концентрированных, грубых, сочных кормов, корнеклубнеплодов, зеленых кормов в районах крупного рогатого скота (ц корм. ед.); 31 — максимально допустимое наличие всех кормов в районах крупного рогатого скота (ц корм. ед.); 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42 — допустимый уровень увеличения урожайности озимых зерновых, яровых зерновых, зернобобовых, картофеля, овощей, кормовых корнеплодов, кормовой капусты, силосных культур, многолетних трав на сено, многолетних трав на зеленый корм, однолетних трав на зеленый корм (ц); 43 — допустимый уровень увеличения продуктивности круп-

ного рогатого скота по молоку ( $y$ ); 44 — допустимый уровень увеличения продуктивности крупного рогатого скота по мясу ( $y$ ); 45 — поголовье рабочего скота равно необходимому количеству (голов).

Расчеты проводились на ЭСМ-2М по стандартной программе «Симплекс». Результаты решения задачи на ЭВМ представлены в табл. 1, 2, 3, 4.

Таблица 1

## Объем и структура производства кормов в совхозе «Петровский»

Виды кормов	Всего кормов, ц	Кормовые единицы, ц	Переваримый протеин, ц	В % к итогу кормовых единиц
Зерновые	9290	10575	1205	
Покупные концентраты	1500	1500	375	
Всего концентрированных	10790	12075	1580	23,2
Сено сеяных трав и естественных сенокосов	9832	4813	447	
Солома	5008	1502	100	
Всего грубых	14840	6315	547	12,1
Силосные	71536	15044	2288	28,9
Кормовые корнеплоды	23040	2765	184	
Картофель непродовольственный	2656	797	42	
Всего корнеклубнеплодов	25696	3562	226	6,8
Пастбище и подкормка	73399	15007	1307	
Отходы овощеводства	960	115	13	
Всего зеленых	74359	15122	1320	29,0
Итого		52118	5961	100,0

Таблица 2

## Выход кормовых единиц с 1 га угодий и себестоимость 1 корм. ед.\*

Выход корм. ед. на 1 га сельскохозяйственных угодий	2090
То же на 1 га пашни	3370
То же на 1 га кормовой площади**	2174
Приходится переваримого протеина на 1 корм. ед., г	110
Себестоимость 1 корм. ед. (коп.)	5.43

\* В расчет вошли только культуры (без товарных), идущие на кормовые цели, за вычетом семенного фонда и потерь при их хранении и скормливании скоту.

\*\* В кормовые угодья включены, кроме площадей под кормовые культуры, площади, условно занятые при производстве товарных культур отходами.

Данный объем и структура кормопроизводства совхоза наиболее соответствует типу кормления молочного скота и позволяет содержать на данной кормовой площади, кроме рабочих лошадей, 1500 голов крупного рогатого скота, в том числе 900 коров с годовым удоем 4000 кг молока и выходом мяса 2,2 ц на корову.

Специализация совхоза находит отражение в структуре товарной продукции (табл. 3).

Из табл. 3 видно, что удельный вес продукции животноводства в структуре товарной продукции совхоза составляет 89,3%, в том числе 66,6% — от реализации молока. Это говорит о высоком уровне специализации хозяйства на молочном скотоводстве, что отвечает требованиям, предъявляемым к совхозу по производству цельного молока и мяса.

Основные экономические показатели, характеризующие сельскохозяйственное производство совхоза по варианту, рассчитанному на ЭВМ, рассмотрены в табл. 4.

Таблица 3

## Структура товарной продукции

Наименование продукции	Средняя сдаточная цена 1 ц, руб.	Количество продукции, ц	Стоимость в сдаточных ценах, руб.	Удельный вес в общей товарной продукции, %
Картофель	8,4	8133	68317	7,4
Овощи	8,0	3840	30720	3,3
Итого по растениеводству	—	—	99037	10,7
Молоко	19,0	32400	615600	66,6
Говядина	116,6	1800	209880	22,7
Итого по животноводству	—	—	825480	89,3
Всего по совхозу	—	[—]	924517	100,0

Таблица 4

## Основные экономические показатели совхоза

Стоимость валовой продукции (тыс. руб.)	1473,19
На 1 человеко-день: валовой продукции (руб.)	25,78
чистого дохода (руб.)	14,30
На 100 руб. производственных затрат:	
валовой продукции (руб.)	230,80
чистого дохода (руб.)	130,80
На 100 га сельскохозяйственных угодий:	
валовой продукции (тыс. руб.)	59,64
чистого дохода (тыс. руб.)	33,80
молока (ц)	1457,5
мяса (ц)	80,2
крупного рогатого скота (голов)	60,7
в том числе коров (голов)	36,4
Стоимость реализованной продукции (тыс. руб.)	924,517
Всего затрат на производство товарной продукции (тыс. руб.)	515,838
Прибыль (тыс. руб.)	408,679
Рентабельность (%)	79,2

Таким образом, при сочетании в совхозе молочного скотоводства с картофелеводством и овощеводством достигается высокий уровень производительности труда и рентабельности, обеспечивается получение наибольшего количества животноводческой продукции с единицы площади земельных угодий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Р. Г. Кравченко. Экономико-математические модели задач по сельскому хозяйству. М., «Экономика», 1965.
2. И. Г. Попов. Математические методы в экономических расчетах по сельскому хозяйству. М., «Колос», 1964.
3. В. А. Едемский, В. Н. Айдин. Определение эффективности химизации сельскохозяйственного производства при помощи методов оптимального программирования. Экономика и матем. методы, 1966, т. II, вып. 1.

Поступила в редакцию  
24 VII 1965

## ЗАМЕТКИ И ПИСЬМА

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫГОДНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ АССОРТИМЕНТА С ПОМОЩЬЮ НОМОГРАММЫ

Л. С. ЗЕРНОВ

(Одесса)

Неизбежные изменения спроса вызывают необходимость перехода к выпуску новых образцов товаров народного потребления, заставляют разнообразить внешний вид изделий, их отделку. Это особенно сказывается на деятельности швейных, трикотажных предприятий, ассортимент продукции которых обусловлен часто меняющейся модой, в несколько меньшей мере — на работе обувной промышленности, при производстве кожгалантереи, головных уборов и т. п. Так возникает проблема экономической целесообразности нововведений, критерием которой с позиции предприятия является величина прибыли, полученной при реализации, — проблема быстрого и достаточно верного прогнозирования того, как влияет на рентабельность предприятия обновление ассортимента.

Новое изделие, как правило, отличается от намеченного к снятию с выпуска либо большей трудоемкостью, требующей увеличения затрат на заработную плату, либо повышенной стоимостью расходуемых материалов. В первом случае, проектируя выпуск новой продукции, полезно заранее определить, какой суммой экономии материальных затрат могут быть перекрыты увеличенные расходы на оплату труда, во втором — сколько необходимо сэкономить на заработной плате, чтобы компенсировать повышение материалоемкости изделия. Расчеты такого типа должны лечь в основу конструирования плановой себестоимости новой продукции.

Все эти вопросы можно разрешать при помощи использования номограммы — графика, который позволяет отыскивать значения одной из переменных величин по заданным значениям других переменных величин, связанных с первой определенным соотношением. Обоснование и методика построения, а также техника использования этой номограммы излагаются в данной заметке.

Рассмотрим вначале случай, когда переход к производству новой модели или фасона не связан с изменением оптовой цены изделия.

Из общей суммы затрат на производство одного изделия, образующих его себестоимость, выделим расходы на оплату труда производственных рабочих, а остальную сумму издержек разделим на переменные и постоянные. Отличительным свойством последних является то, что, будучи связаны главным образом с общим обслуживанием производства и управлением, они не зависят от изменения количества выпускаемой продукции и их величина представляет собой для данного предприятия константу, если речь идет о равных календарных периодах осуществления этих затрат. В связи с таким свойством размер постоянных расходов в себестоимости единицы продукции обратно пропорционален количеству выпускаемых изделий.

Для отдельных составных частей оптовой цены изделия и для объема выпуска введем следующие буквенные обозначения:  $r$  — заработная плата производственных рабочих; остальные затраты, входящие в себестоимость изделия:  $f$  — переменные,  $c$  — постоянные;  $m$  — прибыль;  $s$  — оптовая цена ( $r + f + c + m$ );  $n$  — количество изделий, выпускаемых за календарный период.

Условимся, далее, что строчные буквы будут означать величины, относящиеся к единице изделия, а прописные — к общему объему выпуска. Наконец, для отличия буквенных обозначений тех величин, которые относятся к новой модели (фасону), будем использовать цифровой индекс (единицу), тогда как величины, относящиеся к модели (фасону), намеченной к снятию с выпуска, будем обозначать буквами без цифрового индекса.

Положим для определенности, что новая модель более трудоемка, чем снимаемая с выпуска, и вызывает в силу этого необходимость в увеличении расходов на оплату труда ( $r_1 > r$ ). Естественно, что при неизменном объеме трудовых ресурсов выпуск изделий при этом уменьшается изменившись в обратной пропорции к возрастанию