

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ  
ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ СЕВОБОРОТОВ

Светлов Н.М.

Изменения форм хозяйствования, размеров сельскохозяйственных предприятий, возникновение кооперативов и крестьянских хозяйств на месте прежних крупных предприятий сопровождаются разрушением сложившихся севооборотов. В связи с этим становится актуальной проблема разработки простых и эффективных методов планирования севооборотов.

В статье рассматривается простая модель динамического программирования, предназначенная для оптимизации севооборота. Предполагается, что задан набор культур, возделывание которых допустимо по агрономическим и организационным соображениям; исчерпывающим образом описаны все возможные предшественники для каждой культуры; каждой паре "культура - предшественник" поставлена в соответствие величина математического ожидания чистого дохода с 1 га данной культуры после данного предшественника.

В этом случае математическое ожидание чистого дохода с 1 га севооборота можно рассчитать как

$$\left( \sum_{t=1}^{T-1} p(c_t, c_{t+1}) \right) + p(c_T, c_1),$$

где  $t$  - номер поля в севообороте,  $T$  - число полей в севообороте,  $c_t$  - культура, занимающая  $t$ -е поле в 1-й год использования севооборота,  $c_{t+1}$  - культура, занимающая  $t+1$ -е поле в тот же год, т.е. предшественник культуры  $c_t$ ,  $p(c_t, c_{t+1})$  - чистый доход с 1 га культуры  $c_t$ , выращиваемой после культуры  $c_{t+1}$ . Задача оптимизации севооборота выглядит следующим образом:

$$\max \left( \sum_{t=1}^{T-1} p(c_t, c_{t+1}) \right) + p(c_T, c_1) \quad (1)$$

$$t \lambda[1; T] \quad c_{t+1} \lambda F(c_t)$$

$$c_{T+1} = c_1$$

(здесь  $F(c_t)$  - множество возможных предшественников культуры  $c_t$ ).

Задача (1) является задачей динамического программирования. Для её решения следует использовать рекуррентную формулу

$$q(c_t) = \max_{c_{t+1} \lambda F'(c_t)} (q(c_{t+1}) + p(c_t, c_{t+1})) \quad (2).$$

Здесь  $q(c_{t-1})$  - сумма чистых доходов с 1 га полей 1... $t-1$ ,  $F'(c_{t-1})$  - множество тех предшественников культуры  $c_{t-1}$ , для которых существует возможность составить хотя бы одну допустимую последовательность культур, заканчивающуюся на  $T$ -м поле культурой, которая

должна сменить  $c_1$ . Под допустимой подразумевается последовательность, отвечающая условию  $c_{t+1} \lambda F(c_t)$  для  $t \lambda [t; T]$ .

Для применения формулы следует положить  $q(c_1)$  равным нулю и продолжать расчёты вплоть до  $t=T+1$ . Величина  $q(c_{T+1})/T$  есть максимально возможное математическое ожидание чистого дохода с 1 га севооборота при заданных  $T$ ,  $F(c)$  и  $p(c_t, c_{t+1})$ .

Модель оптимизации севооборотов в её простейшем виде не учитывает некоторых требований к севооборотам, возникающих на практике. Рассмотрим возможные направления её развития и условия практического использования.

1) Найти оптимальный севооборот, отвечающий заданным технико-экономическим ограничениям.

2) Найти оптимальный севооборот, если для некоторых культур задано минимальное число лет, которое должно пройти перед последующим появлением данной культуры в севообороте.

3) Разработать план освоения нового севооборота.

Первые две задачи выходят за рамки динамического программирования. Однако часто их решение обеспечивается путём задания вместо фактических ограничений одного-двух эмпирических ограничений по структуре севооборота (соотношению площадей определённых групп культур). Для решения задачи в подобной постановке используют в формуле (2) вместо множеств  $F'(c_{t-1})$  множества  $F''(c_{t-1})$  предшественников культуры  $c_{t-1}$ , для которых существует возможность составить хотя бы одну допустимую последовательность культур, для которой выполняются заданные ограничения по структуре севооборота, заканчивающуюся на  $T$ -м поле культурой, которая должна сменить  $c_1$ .

Решение третьей задачи сводится к решению задач, рассмотренных выше. Отличие состоит в том, что она состоит в размещении культур не по полям, а во времени, и в том, что планируемая для  $t$ -го поля культура последнего года переходного периода должна быть предшественником культуры для  $t$ -го поля внедряемого севооборота. Соответственно, при разработке соответствующих моделей к чистому доходу, который будет получен через  $k$  лет, должен применяться соответствующий коэффициент дисконтирования, а число лет переходного периода должно быть задано заранее.