

УДК 336.748:63.001.573

Светлов Н.М.

**УЧЁТ ВЛИЯНИЯ ИНФЛЯЦИИ В ОПТИМИЗАЦИОННЫХ МОДЕЛЯХ
КРАТКОСРОЧНОГО
ПЛАНИРОВАНИЯ**

Москва 1997

Целью статьи является описание приёмов учёта инфляции в экономико-математических моделях краткосрочного планирования сельскохозяйственного производства.

Непрерывное обесценивание денег, приобретающее угрожающие размеры в период экономических кризисов, представляет собой характерную черту финансовой системы рыночной экономики. Влияние инфляции на экономические процессы в АПК складывается из двух взаимосвязанных компонентов: влияния на общую экономическую конъюнктуру и на финансовое состояние сельскохозяйственных предприятий.

Влияние на конъюнктуру обусловлено изменением мотивации хозяйствующих субъектов в условиях инфляции. При значительной инфляции оно негативное, хотя умеренная инфляция в сбалансированной экономической системе, по мнению многих авторов, может стимулировать экономический рост.

Влияние на финансовое состояние [1] связано с обесцениванием денежных средств предприятий АПК. В совокупности оно всегда отрицательное, поскольку инфляция представляет собой механизм перераспределения финансовых ресурсов от производителей в пользу эмитентов — Центрального банка и коммерческих банков. По расчётам, проведенным на кафедре экономической кибернетики МСХА им. К.А. Тимирязева [2], в Московской области даже при умеренной инфляции 1995 г. такие потери составляли в год в расчёте на одно хозяйство сотни миллионов рублей. Как следствие, усиливается зависимость сельскохозяйственных предприятий от кредиторов.

Для решения конкретных задач краткосрочного планирования сельскохозяйственного производства могут использоваться различные экономико-математические модели, в которых учитывается влияние инфляции. Наиболее часто разрабатывают модели использования кормовых ресурсов, удобре-

ний и средств защиты растений, кормопроизводства, уточнения производственной структуры. Если, планируя производство, экономист принимает во внимание инфляцию и хочет свести к минимуму её последствия, лучше всего использовать модель уточнения производственной структуры. Она позволит обоснованно определить минимально необходимую потребность в кредите и сократить потери от инфляции, маневрируя сроками реализации продукции и закупки сырья. Учитывать влияние инфляции можно и в рамках других моделей краткосрочного планирования, но в этом случае решением модели будет предусмотрено использование только тех резервов его сокращения, которые отражаются в данной модели. При этом исходный план финансирования должен задаваться экзогенно.

Математическая модель уточнения производственной структуры на ближайший год может решаться в двух постановках: упрощённой и детальной. Детальная постановка предусматривает дезагрегированные во времени балансы всех ресурсов, используемых предприятием. В упрощённой постановке предусматриваются только альтернативные планы финансирования производства и оптимизация программ реализации продукции тех видов, которые могут храниться на предприятии. Альтернативные планы финансирования предполагают авансирование денежных средств в средства производства и, возможно, в оплату труда в разные периоды. Согласно разным планам финансирования, средства производства могут закупаться непосредственно перед использованием либо некоторое время храниться в хозяйстве.

В данной статье рассмотрена только упрощённая постановка. В этом случае модель должна охватывать один или несколько полных воспроизводственных циклов в растениеводстве. Для хозяйств Нечерноземья наилучшие результаты достигаются, если моделируемый период начинается в сентябре и заканчивается в августе. В этом случае решение модели оказывается наименее зависимо от экзогенно задаваемых величин запасов на конец модели-

руемого периода, так как сами запасы в этот период, если оставить в стороне только что убранный урожай, наименьшие.

Ниже приведена математическая запись модели.

Множества технологических способов: C — в товарном растениеводстве, F — в кормопроизводстве, A — в животноводстве. Множество ресурсов: N . Множества видов товарной продукции: G — растениеводства, M — животноводства; $M' \subseteq M$ — скот и продукты забоя, $M'' \subseteq M$ — скоропортящиеся продукты ($M'' \cap M' = \emptyset$), $M''' \subseteq M'$ — множество видов товарной продукции, в расчёте на которые определяется дополнительная потребность в ресурсах. Множества ограничений: R — по требованиям севооборотов, H — по структуре стада. Множества интервалов времени: T — моделируемого периода; $T_t \subseteq T$ — до момента t включительно, $t \in T$; $T_g \subseteq T$ — до уборки продукции $g \in G$; $T_g' \subseteq T$ — интервал времени уборки продукции $g \in G$; $T_b \subseteq T$ — первый интервал, $T_e \subseteq T$ — последний интервал периода моделирования. Множества планов финансирования: способа $c \in C$ в товарном растениеводстве — Y_c , способа $f \in F$ в кормопроизводстве — Y_f . Множество видов ценных бумаг — V . Множества вариантов балансов денежных средств для различных вариантов динамики цен: D — множество всех вариантов, D' — множество, содержащее вариант баланса денежных средств, для которого требуется получить оптимальный план, D_0 и D_1 — множества сравниваемых вариантов балансов денежных средств.

Переменные: x_{cy} — интенсивность технологического способа c в товарном растениеводстве, финансируемого по плану y ; x_{fy} — интенсивность технологического способа f в кормопроизводстве, финансируемого по плану y ; x_a — интенсивность технологического способа a в животноводстве; x_n — объём закупок ресурса n ; x_{gt} — объём реализации продукции расте-

ниеводства вида g в интервале t ; x_{mt} — объём реализации¹ продукции животноводства вида m в интервале t ; x_n — объём закупок ресурса n ; x_n' — дополнительная потребность в ресурсе n , обусловленная планом реализации продукции животноводства; x_{vt} — рыночная стоимость запаса ликвидных ценных бумаг вида v , приобретённых в течение моделируемого периода, в интервале t ; x_{td}' — краткосрочный кредит предприятия в интервале t для варианта баланса денежных средств d ; x_{td} — свободные денежные средства предприятия в интервале t для варианта баланса денежных средств d ; x_{tde} — эффект различия в ценах для варианта баланса денежных средств d по сравнению с вариантом баланса денежных средств e в интервале t , x_{t-1de} — то же для интервала времени, предшествующего t . На все переменные модели, кроме x_{tde} и x_n' , накладывается условие неотрицательности.

Целевая функция (максимум ликвидных активов за вычетом краткосрочного кредита на конец периода моделирования):

$$\max x_{td} - x_{td}' + a_{vt} x_{vt}, \quad t \in T_e, \quad d \in D'.$$

Оценки ограничений измеряются в рублях, стоимость которых соответствует концу моделируемого периода, в расчёте на единицу объёма ограничения. Если требуется выразить все двойственные оценки в рублях произвольного периода t , следует отмасштабировать целевую функцию на отношение стоимости рубля в конце моделируемого периода и в периоде t .

Ограничения по общему балансу ресурсов:

$$\sum_{c \in C} \sum_{y \in Y_c} a_{nc} x_{cy} + \sum_{f \in F} \sum_{y \in Y_f} a_{nf} x_{fy} + \sum_{a \in A} a_{na} x_a + x_n' - x_n \leq b_n, \quad n \in N,$$

$$\sum_{a \in A} \sum_{m \in M} \left[\alpha_{ma} \sum_{t \in T} \left(a_{mat} x_a - \sum_{\tau \in T_t} x_{m\tau} \right) \right] = x_n', \quad n \in N,$$

¹ При $t \in T_b$ x_{gt} и x_{mt} имеют смысл не объёма реализации, а количества продукции, оставшейся нереализованной к концу периода моделирования.

где a_{nc} , a_{nf} , a_{na} — расход ресурса n на единицу технологического способа c , f или a ; b_n — запас ресурса n на момент составления модели; α_{ma} — дополнительный расход ресурса на единицу выращенной продукции животноводства вида m до её реализации (кормление выращенного скота до забоя), a_{mat} — производство продукции m способом a с момента составления модели до интервала t , переменная $x_{m\tau}$ соответствует переменной x_{mt} при $t = \tau$.

Ограничения по условиям начала и конца периода моделирования, не учитываемым в других ограничениях. Поскольку ограничения этого класса могут быть достаточно разнообразны, они не обладают общей математической формой. Как правило, они легко формализуются. В их число входят засеянные и возделываемые площади к моменту начала моделирования, объёмы поставок по ранее заключённым контрактам, минимально необходимые размеры производственных запасов к концу моделируемого периода. Последние желательно вводить не в фиксированном объёме, а в функциональной зависимости от производственной структуры последнего моделируемого года. В некоторых случаях составление ограничений этой группы сопряжено с вводом переменных сверх перечисленных.

Ограничения по требованиям севооборотов и по структуре стада:

$$\sum_{c \in C} \sum_{y \in Y_c} a_{rc} x_{cy} + \sum_{f \in F} \sum_{y \in Y_f} a_{rf} x_{fy} \leq 0, \quad r \in R,$$

$$\sum_{a \in A} a_{ha} x_a \leq 0, \quad h \in H,$$

где a_{rc} , a_{rf} — коэффициенты, задающие соотношения интенсивностей различных технологических способов в растениеводстве, обусловленные требованиями севооборота; a_{ha} — коэффициенты, задающие соотношения интенсивностей различных технологических способов в животноводстве, обусловленные структурой стада.

Ограничения по производству продукции:

$$\sum_{c \in C} \sum_{y \in Y_c} -a_{gc} / (1 - a_{g\tau}) x_{cy} + \sum_{t \in T} x_{gt} / (1 - a_{gt}) \leq b_g, \quad g \in G, \quad \tau \in T'_g$$

$$\sum_{a \in A} -a_{ma} x_a + \sum_{t \in T} x_{mt} \leq b_m, m \in M,$$

где a_{gc} — выход продукции вида g в расчёте на единицу интенсивности технологического способа c ; a_{ma} — выход продукции вида m в расчёте на единицу интенсивности технологического способа a ; a_{gt} — коэффициент потерь продукции растениеводства вида g при хранении с момента составления модели до интервала времени t ; $a_{g\tau}$ соответствует a_{gt} при $\tau = t$; b_g, b_m — наличие продукции видов g, m в момент составления модели.

Ограничения по производству продукции растениеводства измеряются в единицах эквивалентной продукции на момент составления модели. Двойственные оценки по ним измеряются в единицах целевой функции в расчёте на единицу эквивалентной продукции на момент составления модели. При необходимости оценить продукцию g в периоде t следует разделить величину двойственной оценки по соответствующему ограничению на $(1 - a_{g\tau})$.

Ограничения по реализации продукции:

$$\sum_{t \in T_g} x_{gt} / (1 - a_{gt}) \leq b_g, g \in G$$

(до уборки урожая не может быть реализовано продукции больше, нежели имеющийся запас);

$$\sum_{c \in C} \sum_{y \in Y_c} a_{gc} x_{cy} - \sum_{t \in T_g'} a_{gt} x_{gt} \leq b_g', g \in G$$

(немедленно после уборки урожая должна быть реализована продукция, которую негде хранить);

$$\sum_{a \in A} -a_{mat} x_a + \sum_{t \in T_t} x_{mt} \leq b_m, m \in M', t \in T$$

(реализация скота и продуктов забоя не может превысить уровень, обусловленный процессами выращивания);

$$\sum_{a \in A} -a_{mat} x_a + x_{mt} \leq 0, m \in M'', t \in T$$

(реализация скоропортящейся продукции животноводства должна осуществляться немедленно по её получению). Здесь b_g, b_m — допустимое снижение величины запаса продукции соответствующего вида за моделируемый период (отрицательное значение означает величину накопления запаса)², b_g' — ёмкость хранилища для продукции вида g . Коэффициент a_{mat} представляет собой производство продукции m способом a с момента составления модели до интервала t ($m \in M'$) либо в течение интервала t ($m \in M''$). Остальные обозначения те же, что и в предыдущих ограничениях.

Если в период моделирования попадает более одного интервала уборки некоторой культуры, ограничения по реализации для неё приобретают более сложный вид. Если в хозяйстве осуществляется консервирование продукции животноводства, ограничения по реализации консервированной продукции строятся по аналогии с ограничениями по реализации продукции растениеводства.

Балансы денежных средств:

$$\begin{aligned} & \sum_{c \in C} \sum_{y \in Y_c} -a_{cyd} x_{cy} + \sum_{f \in F} \sum_{y \in Y_f} -a_{fyd} x_{fy} + \sum_{a \in A} -a_{ad} x_a + \\ & + \sum_{n \in N} -a_{ntd} x_n + \sum_{g \in G} a_{gtd} x_{gt} + \sum_{m \in M} a_{mtd} x_{mt} - \sum_{v \in V} a_{vtd} x_{vt} + x_{td}' - x_{td} = b_t, \\ & d \in D, t \in T_b; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \sum_{c \in C} \sum_{y \in Y_c} -a_{cyd} x_{cy} + \sum_{f \in F} \sum_{y \in Y_f} -a_{fyd} x_{fy} + \sum_{a \in A} -a_{ad} x_a + \sum_{n \in N} -a_{ntd} x_n + \\ & + \sum_{g \in G} a_{gtd} x_{gt} + \sum_{m \in M} a_{mtd} x_{mt} + \sum_{v \in V} a_{vtd} x_{vt-1} - \sum_{v \in V} a_{vtd} x_{vt} - \\ & - a_{td} x_{t-1d}' + x_{td}' + x_{t-1d} - x_{td} = b_t, d \in D, t \in T \setminus T_b, \end{aligned}$$

² Обычно только для нескольких последних интервалов времени планы закупок, реализации и финансирования зависят от этих величин. Если требуется изучить влияние размеров запасов ресурсов к концу моделируемого периода на оптимальный план, целесообразно исследовать зависимость модели от параметров b_g и b_m .

где b_t — сумма погашения имеющегося краткосрочного кредита (с процентами) и обязательных фиксированных платежей за вычетом свободных денежных средств и стоимости ликвидных ценных бумаг на момент моделирования ($t \in T_b$) либо величина обязательных фиксированных платежей на момент моделирования ($t \in T \setminus T_b$). Коэффициенты означают затраты (поступления) в расчёте на единицу интенсивности соответствующей переменной в интервале t по сценарию d , в т.ч. a_{td} — затраты на погашение кредита единичного размера, взятого в предыдущем интервале.

Если предприятие платит налог на прибыль, следует предусмотреть соответствующую переменную и ограничение по расчёту её величины. Сама эта величина должна быть учтена в балансах денежных средств в интервале, в котором осуществляется выплата налога.

Для целей анализа в модель обычно включают не менее трёх балансов денежных средств: для случаев с прогнозируемой динамикой цен, с линейной инфляцией и с неизменными ценами. Это позволяет сравнить оптимальные планы для этих ситуаций и определить величины потерь (приобретений) при реализации любого плана в случае прогнозируемой динамики цен, обусловленных «ножницами цен», линейной инфляцией (обесцениванием денег) и взаимодействием этих факторов.

Только в одной группе балансов денежных средств (для которой $d \in D'$) двойственные оценки ненулевые. Они показывают эффективность дополнительной единицы денежных средств в данном интервале, выраженную в единицах целевой функции (рублях конца моделируемого периода в соответствии с вариантом баланса денежных средств d), или *внутреннюю цену денежной единицы данного интервала*, выраженную в денежных единицах конца моделируемого периода. Пусть p_{td} — двойственная оценка по балансу денежных средств в интервале t , p_{t+1d} — в интервале $t+1$ по варианту d . Тогда величина $(p_{t+1d} / p_{td}) - 1$ сопоставима с процентными ставками по

кредитам и депозитам, имеет смысл *внутренней альтернативной стоимости капитала* (т.е. эффективности наилучшей альтернативы использования денежных средств, существующей внутри моделируемой системы). Её можно интерпретировать как наименьшую величину процента, под которую предприятие в случае реализации варианта d готово в периоде t депонировать денежную сумму, не выходящую за пределы устойчивости значений p_{t+1d} и p_{td} , вместо использования этой суммы для финансирования производственных затрат. Она никогда не может быть меньше месячной нормы обесценивания денежных средств в интервале t , следовательно, в варианте баланса денежных средств без инфляции она всегда неотрицательна. В практических задачах отрицательные значения этой величины практически никогда не встречаются.

Расчёт эффектов различий в ценах:

$$x_{tde} = [(x_{td} - x'_{td}) - (x_{te} - x'_{te})] / \xi_t, d \in D_0, e \in D_1, t \in T_b;$$

$$x_{tde} = [(x_{td} - x'_{td}) - (x_{te} - x'_{te})] / \xi_t - x_{t-1de},$$

$$d \in D_0, e \in D_1, t \in T \setminus T_b,$$

где ξ_t — прогнозируемая норма накопленной инфляции (обесценивание денег) с момента составления модели до интервала t , определяемая в соответствии с [3] как диспаритет между экономическим ростом, с одной стороны, изменением денежной массы и скорости её обращения, с другой. Приблизительной мерой обесценивания денег (величин ξ_t) могут быть достаточные представительные индексы цен.

Положим, D_0 содержит вариант, предполагающий неизменные цены, а D_1 — вариант, предполагающий линейную инфляцию, при которой норма изменения всех цен в данный интервал времени одинакова. Тогда x_{tde} представляет собой *эффект обесценивания денег*. Если D_0 содержит вариант, предполагающий линейную инфляцию, а D_1 — вариант, согласно которому цены меняются неравномерно, хотя нормы обесценивания денег ξ_t те же, что

и для варианта из D_0 , то x_{tde} есть эффект изменения относительных цен. Наконец, если D_0 содержит вариант, предполагающий неизменные цены, а D_1 — вариант, согласно которому цены меняются неравномерно, x_{tde} представляет собой совокупный эффект изменения цен, равный сумме двух вышеназванных эффектов.

Если имеется несколько сценариев инфляции, можно рассчитать потери для каждого сценария и сравнительные эффекты различий в ценах для разных сценариев.

Обычно при решении модели множество D' содержит вариант, предполагающий ожидаемое неравномерное изменение цен. Чтобы для целей сравнения получить оптимальные планы для ситуаций «постоянная стоимость денежной единицы» и «постоянные цены», необходимо решить модель по альтернативным критериям, предполагая D' включающим варианты с линейной инфляцией и с постоянными ценами соответственно.

В модель легко можно включить блок по реализации фьючерсных сделок, если предприятие имеет возможность их осуществления.

Данная модель имеет альтернативные решения (наряду с оптимальным планом, содержащим x_{td}^* и $x_{td}'^*$, оптимальным бюджет и план, не имеющий экономического смысла, содержащий $x_{td}^* + k$ и $x_{td}'^* + k$, $k \geq 0$, $t \in T_e$). Поэтому следует использовать при переменной x_t' коэффициент, больший единицы, хотя и очень близкий к ней. Кроме того, необходимо вводить очень малые (например, порядка 10^{-6}) штрафы по переменным u_t , u_t' , w_t , w_t' , $t \in T_e$, от которых целевая функция не зависит, чтобы исключить альтернативные решения в блоке расчёта эффектов различий в ценах. Штраф по кредитам должен быть больше штрафа по денежным средствам. После получения оптимального решения следует, зафиксировав базис задачи линейного программирования, перерешать модель без штрафов, чтобы получить точное значение целевой функции и убедиться в том, что штрафы не

привели к изменению базиса³. Процедура решения по альтернативным критериям аналогична.

При планировании не следует использовать результаты, полученные для нескольких последних интервалов периода моделирования. Это связано с меньшей достоверностью прогнозов на относительно удалённое будущее и присущей модели тенденцией сводить запасы ресурсов и продукции в течение последнего интервала периода моделирования к минимально допустимому уровню, чтобы увеличить значение целевой функции. Лучше заново решать модель достаточно часто, например раз в квартал, чтобы использовать более точные прогнозы коэффициентов модели, в частности, цен.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Светлов Н.М. Теоретические основы анализа влияния инфляции на финансовое состояние сельскохозяйственных предприятий // Доклады ТСХА. М.: Изд-во МСХА, 1997, вып. 268.
2. Безлепкина И.В., Светлов Н.М. Анализ влияния инфляции на финансовое состояние ЗАО "Чапаевец" // Сборник студенческих научных работ. М.: Изд-во МСХА, 1997.
3. Применение модифицированной неймановской модели для изучения условий измеримости экономического роста и уровня инфляции // Научная конференция молодых ученых и специалистов ТСХА 10-11 июня 1997 г.: Тезисы докладов. М.: Изд-во МСХА, 1998.

³ Если произошла замена базиса, необходимо повторить процедуру решения модели с меньшими штрафами.