

# ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Известия ТСХА, выпуск 1, 1980 год

УДК 631.14:633.22/28.088.31:631

## РАЗРАБОТКА ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ РАЗМЕРОВ МЕЖХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ОТКОРМУ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

А. М. ГАТАУЛИН, Д. Д. ДУДАРЕВ

(Кафедра экономической кибернетики)

На современном этапе интенсификации сельскохозяйственного производства в нашей стране особое внимание уделяется его специализации и концентрации, дальнейшее развитие которых предполагает создание на базе межхозяйственной кооперации новых форм организации производства. В связи с этим обоснование размеров межхозяйственных предприятий является необходимым условием повышения эффективности интенсификации.

В Краснодарском крае первые межхозяйственные предприятия по откорму крупного рогатого скота возникли в 1963 г. Сначала это были небольшие пункты без своей земли, где проводился сезонный откорм скота на отходах свеклосахарного производства. В 1969—1970 гг. с целью повышения эффективности производства этим откормочным пунктам были выделены земельные угодья для собственного кормопроизводства, что и позволило им стать крупными межхозяйственными предприятиями, ведущими круглогодичный откорм скота. Так, если за 1965—1970 гг. объем производства говядины на межхозяйственных пунктах увеличился с

47,7 тыс. до 72,2 тыс. ц (на 24,5 тыс. ц), то за 1970—1975 гг. — с 72,2 до 187,4 тыс. ц (на 115,2 тыс. ц), а среднегодовые темпы роста составили соответственно 8,6 и 21,0 %. Прирост объема производства говядины за 1977—1978 гг. достиг 139,5 тыс. ц, что соответствует его увеличению за десятилетний период (1965—1975), среднегодовые темпы роста при этом возросли до 33,1 %.

Значительное увеличение объема производства говядины обусловлено изменением факторных показателей размеров производства (табл. 1).

Количество скотомест в 1978 г. по сравнению с 1969 г. возросло в 3,7 раза, площадь пашни — в 19 раз, а численность работников — более чем в 6 раз. Важно отметить, что производство увеличилось не только за счет создания новых межхозяйственных откормочных предприятий, но и за счет их укрупнения. Если в 1969 г. в среднем на одно межхозяйственное предприятие приходилось 4,8 тыс. скотомест, 720 га сельскохозяйственных угодий и производилось 7,2 тыс. ц говядины, то в 1978 г. — соответ-

Таблица 1

Размеры производства говядины на межхозяйственных откормочных предприятиях Краснодарского края

Годы	Численность предприятий	Валовое производство говядины, тыс. ц	Наличие скотомест, тыс.	Площадь, га		Среднегодовая численность работников
				сельхозугодий	в т. ч. пашни	
1969	9	64,4	43,1	6,5	6,1	1104
1970	9	72,2	52,5	26,3	25,7	1556
1971	11	101,4	62,4	28,9	28,3	2676
1972	11	101,6	67,0	39,0	37,9	3257
1973	13	139,5	80,2	41,4	40,5	3763
1974	16	185,1	91,4	56,2	53,9	4395
1975	17	187,4	104,2	75,8	68,3	5100
1976	16	181,2	108,4	59,6	52,1	5274
1977	24	299,5	150,4	75,5	66,0	6857
1978	25	320,7	160,2	75,4	65,8	7014

## Влияние размеров производства говядины на экономические показатели работы межхозяйственных предприятий Краснодарского края (1977—1978 гг.)

Показатели	Группы предприятий по валовому производству говядины, тыс. ц			В среднем по всем предприятиям	III группа в % к I
	до 6	6—20	свыше 20		
Число хозяйств в группе	7	11	6	24	—
Произведено говядины:					
на 1 предприятие тыс. ц	4,27	10,14	27,83	12,85	650,0
на 1 скотоместо, ц	1,03	2,18	2,21	1,98	214,6
Среднесуточный прирост живой массы, г	392	536	684	584	174,5
Себестоимость 1 ц прироста массы, руб.	178,95	119,32	93,45	111,10	52,2
Затраты на 1 ц прироста массы:					
кормов, ц корм. ед.	13,40	10,43	8,62	9,74	64,3
труда, чел.-ч	16,70	9,23	5,56	7,97	33,3
Рентабельность реализованного прироста живой массы	12,7	43,0	72,0	52,0	570,0

ственно 6,4 тыс. скотомест, 3016 га и 12,8 тыс. ц.

Несмотря на общую тенденцию к увеличению средних размеров межхозяйственных предприятий, сохраняются существенные их различия. Так, в 1978 г. количество скотомест колебалось от 2,3 тыс. (без учета организованного в 1978 г. Воронцовского предприятия) до 15,5 тыс. (размах вариации 13,2 тыс. скотомест), а валовое производство говядины — от 2,3 тыс. до 38,0 тыс. ц.

Из табл. 2 видно, что с увеличением размеров межхозяйственных предприятий эффективность производства повышается. Однако при чрезмерном их увеличении, не соответствующем достигнутому уровню материально-технической базы, показатели эффективности могут снижаться. Так, на самом крупном предприятии, производящем 37,4 тыс. ц говядины в год, себестоимость 1 ц прироста живой массы в среднем за 1977—1978 гг. составила 98,56 руб., т. е. была существенно выше средней по группе, равной 93,45 руб. Это подтверждает, что превосходство крупных предприятий над мелкими проявляется «лишь до известного предела»<sup>1</sup>. Следовательно, важно определить рациональные размеры межхозяйственных откормочных предприятий.

При научной разработке этой задачи прежде всего надо решить вопрос, какие из показателей размеров предприятий (объем валовой и товарной продукции, наличие основных производственных фондов, численность рабочей силы, земельная площадь, поголовье скота и т. д.) следует использовать в расчетах.

Все показатели размера предприятия можно подразделить на две группы: факторные и результативные. Каждая из этих групп характеризует отдельные стороны процесса концентрации. Факторные показате-

тели отражают размер материальных и трудовых факторов производства, а результативные — объемы производства на предприятии. Использование той или иной группы показателей зависит от цели исследования. Так, при анализе производства и оценке размеров предприятий в качестве основного показателя следует брать результативный. При обосновании размеров хозяйств на перспективу надо исходить не из результативных, а из факторных показателей.

Обоснование размеров откормочных предприятий, имеющих собственное кормопроизводство, должно осуществляться по следующим показателям: поголовье поставляемого молодняка, наличие скотомест, площади земельных угодий, необходимых для собственного кормопроизводства, численности работников и размеру валовой продукции. Основной показатель в данной группе — поголовье поставляемого молодняка, другие являются производными от него. Совокупность абсолютных факторных и результативных показателей дает полную характеристику размера предприятия.

Размеры откормочных предприятий определяются различными факторами. В условиях индустриального объекта одним из наиболее активно влияющих на размеры предприятия факторов является экономия на амортизационных и накладных расходах. Кроме того, на более крупных предприятиях сокращаются удельные капитальные вложения, снижаются потери от изъятия сельскохозяйственных угодий под строительство в расчете на одно скотоместо или единицу продукции. К факторам, сдерживающим укрупнение предприятий, в первую очередь относятся: органическое количество сверхремонтного молодняка, которое может поставляться на откормочное предприятие, санитарные и зооветеринарные требования. Концентрация поголовья скота в одном месте требует создания для животных нормального микроклимата, утилизации боль-

<sup>1</sup> Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 4, с. 111

ших масс навоза, проведения мероприятий по охране окружающей среды и т. д.

Характерной особенностью задачи оптимизации размеров предприятия является необходимость учета нелинейных связей и зависимостей. Это обусловлено тем, что различного рода затраты при значительных изменениях размера производства нельзя считать изменяющимися пропорционально объемам получаемой продукции, как это условно допускается в задачах линейного программирования. Поэтому, хотя метод линейного программирования в силу своих достоинств и преимуществ нашел широкое применение при решении экономических задач сельского хозяйства, в данном случае он почти не используется.

Большинство авторов в своих работах сводят решение задачи оптимизации размеров предприятия к выражению нелинейных связей и зависимостей через корреляционные функции [2, 4, 5, 6]. Далее, используя дифференциальное исчисление, по этим функциям находят экстремальное значение критерия, которое и определит размеры предприятия. Такой подход существенно упрощает решение задачи, он учитывает нелинейный характер зависимости эффективности производства от размеров предприятия. Однако этот метод имеет и свои негативные стороны. В частности, оптимальный размер определяется как статистическая, средняя величина с присущей ей вариабельностью, что для проектных решений не всегда приемлемо. Существенным недостатком метода является и то, что вывод об оптимальности размера делается на основе единственного аргумента. Статистическая модель в этом случае не дает ответа на вопросы о размере необходимых кормовых площадей, их структуре, численности рабочей силы и др. На наш взгляд, рассмотренный метод может быть использован лишь для сравнительных, приближенных оценок сравнительной эффективности тех или иных размеров предприятий на базе имеющегося статистического материала.

Наиболее эффективным методом определения оптимальных размеров предприятий является моделирование всего процесса в целом с использованием системы экономических показателей. Причем моделирование не исключает, а, напротив, предполагает применение уравнений регрессии в качестве дополнительного инструментария.

Ниже излагаются принципиальные особенности рекомендуемой нами экономико-математической модели оптимизации размеров межхозяйственных откормочных предприятий.

Главной особенностью рассматриваемой задачи, как уже отмечалось, является учет требования нелинейного характера исследуемых взаимосвязей в процессе оптимизации размеров предприятия.

Поэтому на первом этапе работы было проведено исследование ряда производственных функций, позволяющих раскрыть характер наиболее существенных взаимосвязей между показателями производственной деятельности предприятий.

После оценки тесноты связи и достовер-

ности различных видов уравнений регрессии были отобраны следующие:

$$Y_1(x) = 1,81 + 57,82 \cdot 1/x; R_1 = 0,72;$$

$$Y_2(x) = 123,41 - 15,03x + 0,57x^2; R_2 = 0,71;$$

$$Y_3(x) = 108,45 + 192,76 \ln x; R_3 = 0,72;$$

$$Y_4(x) = 6,84 + 27,35 \cdot 1/x; R_4 = 0,69,$$

где  $x$  — численность поставляемого на предприятие молодняка, тыс. гол.;  $Y_1(x)$ ,  $Y_2(x)$ ,  $Y_3(x)$ ,  $Y_4(x)$  — функции зависимости от размеров предприятия затрат труда на 1 ц прироста живой массы (чел.-ч.), себестоимости 1 ц прироста (без учета стоимости кормов, руб.), среднесуточного прироста (г), затрат кормов на 1 ц прироста живой массы (ц корм. ед.).

При расчете приведенных функций использовались данные в среднем за 1975—1976 гг.

В процессе моделирования устанавливаются сложные взаимосвязи между самими функциями. Так, различного рода затраты определяются в модели не на единицу прироста, а на весь валовой прирост живой массы; объем последнего, в свою очередь, определяется с учетом среднесуточных приростов, периода откорма и поголовья молодняка. Поэтому в модели учитываются не приведенные ранее, а более сложные функции.

Для примера рассмотрим последовательность получения нелинейной функции зависимости материально-денежных затрат на весь валовой прирост живой массы от размеров предприятия —  $P(x)$ , тыс. руб. Обозначив через  $l$  длительность периода доращивания и откорма (тыс. кормодней), получаем  $P(x) = Y_2(x) \cdot Y_3(x) \cdot l \cdot x$ . Подставляя вместо  $Y_1(x)$  рассчитанные значения производственных функций, а вместо  $l$  — длительность доращивания и откорма (303 кормодня), имеем следующее выражение:  $P(x) = 40,55x + 72,08x \ln x - 4,94x^2 - 8,78x^2 \ln x + 0,19x^3 + 0,33x^3 \ln x$ . Аналогичные преобразования имеют место и по другим используемым функциям.

Полученные таким образом функции вводятся в модель в виде кусочно-линейных. Это достигается путем разбиения нелинейных функций на интервалы линеаризации и последующей аппроксимацией. Линейная аппроксимация осуществляется заменой нелинейных функций членами первого порядка в соответствующих разложениях в ряд Тейлора в окрестности рассматриваемой точки. Величина интервала линеаризации зависит от необходимой точности определения размера предприятия. Нами в данной модели за интервал линеаризации принята 1 тыс. гол. молодняка. Это позволило ввести в модель приемлемое количество интервалов и получить достаточную точность решения. В модели предполагается возможное изменение размеров межхозяйственных откормочных предприятий от 10 до 23 тыс. гол. поставляемого молодняка, т. е. в модель вводится 13 интервалов. Для каждого интервала нелинейная функция аппроксимируется в виде линейной. Например, функция  $P(x)$  в интервале от 11 до 12 тыс. гол. имеет вид  $\bar{P}_2(x) = 290,98 + 19,44x$ , в интервале от 19 до 20 тыс. гол. —  $\bar{P}_{10}(x) = 6070,17 + 405,86x$  и т. д.

Схема экономико-математической модели оптимизации размеров специализированного предприятия по откорму скота

Группы ограничений	Группы переменных										Объемы и тип ограничений	
	$X_1$ кормовые культуры	$X_2$ отходы от переработки	$X_3$ поголовье молодняка по циклам дощипывания и откорма	$X_4$ исходное (минимальное) поголовье	$X_5$ прироста поголовья молодняка	$X_6$ потребность в кормах	размеры предприятия			стоимостные показатели		
							пашня	скотоместа	прирост	труд		товарная продукция
$X_7$											$X_8$	
$m_1$ Потребность скота в кормах				$F_{14}$	$F_{15}$	$-A_{16}$						$=0$
$m_2$ Производство и использование кормов	$-A_{31}$	$-A_{22}$ $A_{22}$				$A_{26}$						$\leq 0$ $\leq B_2$
$m_3$ Определение поголовья молодняка на предприятии			$A_{33}$	$J$ $-A_{34}$	$-A'_{35}$ $A_{35}$							$=B'_3$ $=0$ $\leq B''_3$
$m_4$ Определение размеров предприятия: а) площадь пашни б) наличие скотомест в) валовой прирост г) трудовые ресурсы	$A_{41}$ $A'_{41}$		$A_{43}$	$F'_{44}$ $F_{44}$	$F'_{45}$ $F_{45}$		$-J$	$-J$	$-J$			$=0$ $=0$ $=0$ $=0$
$m_5$ Определе стоимости показателей	$A_{51}$	$A_{52}$		$F'_{54}$ $F_{54}$	$F'_{55}$ $F_{55}$					$-J$	$-J$	$=0$ $=0$
Функционал	max рентабельности, min себестоимости и др.											

Примечание. А, -А — подматрицы коэффициентов затрат-выпуска; F — подматрицы технико-экономических коэффициентов, рассчитанных по нелинейным функциям; В — вектор свободных членов; J — единичная матрица.

## Эффективность производства и размеры Лабинского межхозяйственного предприятия

Показатели	Фактически в 1976 г.	По оптимальному решению на 1985 г.	
		максимум прибыли на 1 га пашни	минимум се- бестоимости 1 ц привеса
Размеры предприятия:			
валовой прирост живой массы, тыс. ц	15,85	27,82	25,42
наличие скотомест, тыс. шт	11,47	12,61	11,47
Эффективность производства говядины:			
затраты кормов на 1 ц прироста живой мас- сы, ц корм. ед.	10,40	8,93	9,06
себестоимость 1 ц прироста живой массы, руб.	97,97	56,63	55,16
прибыль на 1 га пашни, руб.	226,4	669,7	660,1
прибыль, всего, тыс. руб.	740	2486	2309
рентабельность прироста живой массы, %	59,0	151,4	164,3

В заключение для каждого интервала линеаризации производится расчет технико-экономических коэффициентов с использованием полученных линейных функций.

Отметим еще одну особенность рассматриваемой задачи, обусловленную ее постановкой: размеры предприятия не задаются в виде ограничений на производственные ресурсы, а определяются в результате решения. Данная особенность является определяющей при выборе вида критерия. В качестве критерия в задачах оптимизации размеров предприятия, на наш взгляд, следует брать относительный показатель, поскольку абсолютные величины для данного класса задач теряют смысл: с ростом размеров предприятия они будут неограниченно возрастать. Относительный показатель, характеризующий эффективность производства, нелинейно зависит от размеров предприятия, и он более предпочтителен в качестве критерия оптимальности.

При оптимизации размеров межхозяйственных откормочных предприятий наиболее целесообразным критерием был бы показатель совокупных затрат труда на 1 ц прироста живой массы, который позволяет органически увязать локальный критерий на уровне хозяйственного предприятия с отраслевым и народнохозяйственным критериями. Однако в настоящее время показатели совокупных затрат в отчетности не определяются. Поэтому мы вынуждены пользоваться рядом относительных показателей, в частности себестоимостью единицы продукции, рентабельностью производства, прибылью на одно скотоместо или на единицу земельной площади и др.

Разработанная нами экономико-математическая модель (табл. 3) представляет собой видоизмененную форму задачи оптимизации кормопроизводства с определением необходимого количества земельных угодий. В этой модели основные характеристики предприятия (наличие земельных угодий, скотомест, валовой прирост живой массы, обеспеченность трудовыми ресурсами и др.) не задаются, а находятся в результате решения.

Поставляемое поголовье молодняка определяется группой специально вводимых переменных, взаимосвязанных между собой. В остальной модели представлена группами переменных и ограничений, характерными для задачи оптимизации кормопроизводства. В предлагаемой модели предусмотрена детализация части переменных по циклам доращивания и откорма в стойловый и пастбищный периоды.

Разработанная модель решалась нами на 4 дробно-линейных критерия (максимум прибыли на 1 га пашни, на 1 скотоместо; минимум себестоимости 1 ц прироста живой массы, максимум рентабельности производства). Некоторые варианты решения дали весьма близкие результаты и поэтому ниже мы рассмотрим лишь имеющие существенные различия (табл. 4).

Из табл. 4 следует, что изменение критерия не оказывает существенного влияния на показатели размеров межхозяйственного предприятия и эффективности производства. Стабильность полученного оптимального решения подтверждает надежность и эффективность применения предлагаемой модели для оптимизации размеров межхозяйственного откормочного предприятия.

Размеры Лабинского межхозяйственного предприятия приближаются к полученному на основе моделирования оптимуму, но эффективность производства в 1976 г. была значительно ниже, чем по решению на перспективу. Это объясняется недостаточно интенсивным использованием наличных скотомест (часть времени скотоместа не заполнены) и тем, что продолжительность доращивания и откорма не соответствует нормативной. Более высокая эффективность на перспективу обусловлена еще и тем, что при решении задачи оптимизировались рационы кормления и структура посевных площадей.

Анализ полученных решений показывает, что дальнейшая специализация и рост концентрации производства позволяют значительно повысить эффективность производства говядины на Лабинском межхозяйственном предприятии.

Предлагаемая модель может быть использована для технико-экономического обоснования вновь создаваемых и реконструируе-

мых межхозяйственных откормочных предприятий в различных зонах страны.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. И скаков Б. И. Критерии оптимальности в задачах отраслевого планирования. — В кн.: Вычислит. техника в сельс. хоз-ве. М., «Статистика», 1968. — 2. Котлов В. М. Оптимизация размеров свиноводческих ферм и комплексов в условиях перевода отрасли на промышленную основу. — Автореф. канд. дис. Минск, 1974. — 3. Лурье А. Л., Нит И. В. Экономико-математ. моделирование социалист. хоз-ва. — Изд-во МГУ, 1973. — 4. Новиков Г. И. Методика расчета оптимальных

размеров с.-х. предприятий. М., 1962. — 5. Тарасов А. Ф., Ковтун А. В., Овчинников В. Н. Исследование размеров с.-х. предприятий и проблема их оптимизации. Ростов-на-Дону, 1969. — 6. Файнзильбер А. М. Определение оптимальных размеров с.-х. производства методами математического анализа и дробно-линейного программирования. — Докл. ТСХА, 1972, вып. 177, с. 31—34. — 7. Химмельблау Д. Прикладное нелинейное программирование. М., «Мир», 1975.

*Статья поступила 15 февраля 1979 г.*