

**РАСЧЕТ И АНАЛИЗ ОТРАСЛЕВОЙ СТРУКТУРЫ СОВХОЗА<sup>х)</sup>**

**В.А.Кардан**

**1. Некоторые исходные положения**

Определение правильной специализации и сочетания отраслей в совхозах и колхозах - важная и сложная проблема планирования. С решения вопросов отраслевой структуры и перспектив развития хозяйства начинается реализация принципов сочетания интересов государства и отдельных предприятий. Как известно, эти принципы могут осуществляться как путем жесткой (частичной или полной) регламентации производства для каждого хозяйства, так и через свободное планирование снизу с использованием со стороны государства системы экономических рычагов (цен, рентных платежей и др.), с помощью которых развитие экономики каждого предприятия направляется по пути, оптимальному с народнохозяйственной точки зрения. В настоящее время у нас совершенствуется метод хозяйствования, при котором имеет место частичная регламентация производства с широким использованием экономических стимулов производства.

Теоретически можно представить единую, дифференцированную до первичных хозяйственных подразделений линейную модель оптимальной структуры сельскохозяйственного производства страны. Матрица такой задачи имела бы блочно-диагональную структуру с групповой элементов, связывающих блоки (транспортные и другие общие

---

х) Работа выполнена в 1963 году.

связи). Каждый блок матрицы соответствовал бы отдельной административно-хозяйственной ячейке. Решив такую модель методом линейного программирования, можно вместе с оптимальным планом размещения производства получить систему оценок производственных факторов, с помощью которой каждый вариант организации производства в отдельной ячейке можно оценить с позиций оптимальности структуры отрасли в целом. Эту универсальную модель можно заменить ступенчатой системой моделей, последовательно решающих вопросы размещения производства по стране, республике, области (краю), району. Тогда практически задачу об оптимальной отраслевой структуре отдельного хозяйства можно решить на основе показателей (оценок продукции, земель и т.д.), полученных на предыдущих этапах решения системы моделей. Отраслевая организация производства (определение которой в этом случае проводится с более детальным учетом конкретных производственных факторов), эффективная при таких оценках для хозяйства, будет выгодной и для государства.

Опыт организации специализированных предприятий показывает, что за усредненными по хозяйству высокими показателями концентрации однородного производства может скрываться фактическое его распыление по отдельным хозяйственным подразделениям и участкам. От такой "специализации" нельзя ожидать и значительного экономического эффекта. Поэтому нельзя ограничиваться решением задачи определения общих для хозяйства объемов отраслей, учитывая лишь усредненные внутрихозяйственные и внешние условия производства. Отраслевая структура уточняется вместе с решением задачи о внутрихозяйственной специализации и размещении производства, в которой подробно учитываются возможности внутрихозяйственной организации производства, а также объемы отраслей, полученные на предыдущем этапе, когда учитывалось влияние также и внешних производственных условий и связей.

Таким образом, задача о структуре отраслей занимает промежуточное положение в многоэтапном процессе оптимального планирования сельскохозяйственного производства с помощью системы моделей и методов линейного программирования. Однако тщательная разработка отдельных моделей, методики подготовки исходных данных, решение задач на конкретных материалах (даже при отсутствии оптимального решения предыдущего звена системы задач и в условиях еще сравнительно узких расчетных возможностей) имеют не только чисто методическое, но и известное практическое значение. Полученные с учетом большого комплекса условий опти-

мальные решения и методы их анализа могут быть использованы при составлении реализуемых планов.

В данной работе кратко излагаются опыт подготовки исходных данных, процесс моделирования, результаты решения и анализ задачи об отраслевой структуре совхоза "Красная Балтика" Ленинградской области. Это - пригородное хозяйство с характерными для таких хозяйств экономическими преимуществами, обусловленными близостью рынка, наличием хороших дорог, сравнительно высокой окультуренностью земель (имеется в виду старые пригородные сельские районы), большими возможностями использования городских отходов, привлечения рабочей силы, удобствами организации материально-технического снабжения и т.п. Все это сказывается на производственной структуре пригородных совхозов и колхозов. С точки зрения внутренних и внешних потребностей, условий реализации продукции и других возможностей в таком хозяйстве оказывается выгодным производство самой разнообразной продукции. Свинорепродукция, свиноводство, молочное скотоводство, птицеводство, пчеловодство, картофелеводство, овощеводство, садоводство - вот далеко не полный перечень производственных сфер совхоза "Красная Балтика". Поэтому задача определения специализации, пропорций отраслей для этого хозяйства исключительно актуальна.

Такие расчетные возможности, а также ограниченные возможности получения полной системы исходных данных не позволили построить и решить подробную модель для этого хозяйства. Но даже в большой степени агрегированные модели отраслевой структуры хозяйства с небольшим числом (порядка 20-30) ограничений и оптимальные расчеты по ним дают достаточно хороший материал для экономического анализа и выводов. При этом очевидно, что (особенно пока не удастся полностью использовать богатые расчетно-аналитические возможности методов линейного программирования) обычные методы расчетов и анализа будут играть большую вспомогательную роль. Так, ряд выводов относительно отраслевой организации совхоза "Красная Балтика" был получен нами на основе обычных расчетов и анализа современного состояния и возможностей перспективного развития каждой отрасли хозяйства.

Совхоз издавна занимается племенной свинорепродукцией, поставляя высококлассных и элитных животных не только хозяйствам области, но и совхозам и колхозам за пределами области. Здесь сложились квалифицированные кадры рабочих и специалистов, имеются капитальные свиноводческие и другие специальные сооружения. Так

что свиноводство, очевидно, целесообразно развивать и в дальнейшем при условии снижения себестоимости выращиваемых поросят и повышения их классности. Поскольку свинорепродукция здесь основывается почти целиком на покупных кормах, то по кормам она не будет "конкурировать" с другими животноводческими отраслями, а будет зависеть в основном от наличия квалифицированных кадров и от возможностей размещения поголовья (местности существующих свиноводческих хозяйств, средств на постройку новых помещений). Молочное животноводство может быть выгодной отраслью лишь при снижении затрат на молоко хотя бы до уровня себестоимости его в совхозе в 1959 году (14 р.35 к.). Поскольку эта отрасль должна обеспечиваться на 85-90% кормами собственного производства, то вместе с определением ее объема важно рассчитать также и структуру посевов кормовых культур. Из анализа следует, что незначительные по объемам отрасли овощеводства и картофелеводства надо либо сократить до минимума, необходимого для удовлетворения внутренних потребностей, либо превратить их в крупные ведущие отрасли. Дальше задача состояла в том, чтобы с учетом ресурсов хозяйства и других важнейших производственных условий определить в совхозе такую структуру отраслей, при которой можно получить максимум продукции в денежном выражении, выбрать рациональный вариант структуры стада крупного рогатого скота, а также установить структуру посевов кормовых культур, которая обеспечивала бы низкую себестоимость кормов.

## 2. Подготовка исходных данных

### а) Определение объемов основных ресурсов хозяйства.

Из анализа фактических материалов по хозяйству за 1958-62 годы и дополнительных расчетов были получены объемы основных производственных ресурсов на планируемый 1965 год.

Земельные ресурсы в гектарах (по угодьям, без дифференциации по качеству земель) были определены с учетом возможности трансформации угодий. Ресурс труда в человеко-часах рассчитан исходя из 7-часового рабочего дня по данным о затратах труда в основном производстве совхоза за последние три года с учетом роста удельного веса прямых затрат труда. По фактическим данным учитывалась также привлеченная рабочая сила. Ресурс техники определялся довольно усредненно: без дифференциации по маркам тракторов, видам выполняемых работ, по периодам и возможным вариантам агрегатирования. Было рассчитано количество машиночасов

работы машинно-тракторного парка в выделенный напряженный период (с 28 апреля по 28 мая). В переводе на работу 15-сильных тракторов по формуле  $Q=10nq_eK_e$ , где  $n=31$  - число дней в периоде; предусмотрена полуторасменная работа (10-часовая машинно-смена) без выходных дней;  $q_e$  - число тракторов  $e$ -ой марки (наличных и приобретаемых);  $K_e$  - коэффициент их перевода в 15-сильные.

Поскольку удобрения являются динамичным ресурсом, то по ним не ставилось жестких ограничений. В конце решения можно анализировать баланс по органическим и минеральным удобрениям, определяя потребности в них для обеспечения запланированных уровней урожайностей, с одной стороны, и оценивая возможности поступления удобрений, с другой.

б) Расчет и обоснование нормативов затрат и результатов

Уровни урожайностей устанавливались исходя из данных бо-нитировки почв, средних за последние 5 лет урожайностей основных культур и с учетом повышения уровня агротехники. Выход побочной продукции растениеводства учитывался в определенной доле от получаемой основной продукции. Нормативы затрат труда, затрат машиночасов работы тракторов в напряженный период, суммарные денежные затраты в расчете на один гектар определены на основе предварительно составленных технологических карт для условий данного совхоза. При расчете прямых денежных затрат такие комплексные статьи как себестоимость 1 т/км, 1 коведня, 1 га мигкой пахоты, средняя часовая оплата труда, а также себестоимость семян собственного производства были определены на фактического уровня в базисном году с учетом динамики этих показателей за последние 2-3 года.

Основные нормативы по животноводству были получены на основе фактических данных по совхозу за 1958-62 гг., а также взяты из справочных материалов при консультации со специалистами соответствующей отрасли животноводства. Нормативы рассчитывались на I структурную корову и I структурную основную свиноматку с соответствующими плеяфам.

В совхозе "Красная Балтика" поголовье коров в стаде в 1962 году не превышало 45%. Для пригородного хозяйства с молочной специализацией это довольно низкий процент. Известно, что с различными вариантами структуры стада связаны разные нормативы затрат и выхода продукции на I структурную голову. Поэтому в задаче было взято для выбора несколько вариантов структуры стада крупного рогатого скота, и нормативы рассчитывались

как комплексные на I структурную корову каждого варианта. Если хозяйство ориентируется лишь на собственное воспроизводство стада, то сама структура в свою очередь будет зависеть от таких существенных моментов как заданный темп роста поголовья и возраст реализуемого молодняка. Учитывая необходимость более глубокой специализации пригородного хозяйства на производстве молока, предполагалась реализация молодняка в специализированные откормочные хозяйства уже в 3-месячном возрасте. Путем собственного воспроизводства поголовья можно восполнять, например, только выбытие поголовья из-за падежа, выбраковки и реализации молодняка. В этих условиях можно расширять стадо за счёт поступления телок из специализированных хозяйств. Это - путь всестороннего углубления специализации. Если ориентироваться только на внутреннее воспроизводство, то можно предусмотреть следующие варианты стада.

Т а б л и ц а I

Варианты стада крупного рогатого скота

Группы скота <sup>х</sup>	Годовой темп прироста стада, % (выбраковка коров 10%)					
	0	5	10	15	20	
		Количество голов скота				
1. Коровы	100	100	100	100	100	
2. Нетели	10	15	20	25	30	
3. Телята старше I года	15	20	25	30	35	
4. Телята до I года	40	45	50	55	67	
Всего голов	165	180	195	210	232	
Коров в стаде, %	60,6	55,5	51,2	47,6	43,1	

Согласно уже достигнутой в хозяйстве продуктивности годовой удой на корову принимается равным 4000 кг молока. Живой вес одной коровы - в пределах 500-550 кг. В таком случае годовая потребность одной коровы в кормах составляет 4200 кормовых единиц при содержании в них 462 кг переваримого протеина

<sup>х</sup>) В связи с расчетом на искусственное осеменение в структуре стада не указаны быки-производители.

Нормы выхода мясной продукции определялись по данным опытных станций Северо-Западной зоны в зависимости от структуры стада и возраста реализуемого молодняка.

Коров в стаде, %	Выход мяса в расчете на одну корову, ц
47,5	2,75
50,0	2,25
53,0	2,00
54,5	1,55
57,0	1,40
60,0	1,30

Исходя из годовых норм потребления кормов каждой половозрастной группой скота, были определены годовые потребности в кормах по видам в расчете на шлейф ста структурных коров отдельно от потребности самих коров. Потребность шлейфа рассчитывалась в задаче фиксированной (в виду ограниченности расчетных возможностей), а тип кормления и конкретный рацион для коров выбирались в процессе решения с соблюдением ряда ограничивающих условий кормления. По той же причине пришлось ограничиться рассмотрением лишь двух первых (табл.1) вариантов структуры стада крупного рогатого скота.

При установлении структуры стада свиней планировалась ручная случка при нагрузке на одного хряка 10-12 свиноматок. Соотношение основных и разовых свиноматок принято 1:1,5. Приплод в среднем на 1 свиноматку 18,5 поросят в год; опорос круглогодовой, отход - не более 3%. В расчете принят средний реализационный возраст поросят 3,5 месяца, живой вес реализуемого поросенка 35 кг.

Свиноводство в совхозе развивается за счет привозных концентрированных кормов, представляющих отходы перерабатывающих предприятий города. В расчете предусмотрено дальнейшее использование этих выгодных производственных связей.

Затраты труда в расчете на 100 структурных основных свиноматок, включая затраты по содержанию 150 разовых свиноматок со шлейфом, приходящихся на 100 основных, приняты равными 7500 чел.-дней или 52500 чел.-часов за год. В расчете на 100 структурных коров затраты труда по уходу и содержанию получены, исходя из норм нагрузки для разных групп скота и из структуры стада, в чел.-часах:

По первому варианту структуры стада -- 24640 чел.-часов

СТРУКТУРА СТАДА СВИНЕЙ И ПОДРЕШНОСТИ В КОРМАХ  
В РАСЧЕТЕ НА 100 ОСНОВНЫХ СВИНОМАТОК

Группы животных	Тогов группы	Количество кормо- дней	Затраты кормов собственного производства, ц				Молоко на 1 голову всего	всего
			на 1 голову	всего	на 1 голову	всего		
1. Хряки	25	9125	6,2	155	4,2	105	5,5	137,5
2. Основные свиноматки	100	36500	9,3	930	6,3	630	-	-
3. Проверенные свино- матки	150	54750	9,3	1395	6,3	945	-	-
4. Поросята до двух месяцев	4625	282126	-	-	-	-	-	846,4/кг опред./мо- локо
Поросята старше двух месяцев	4625	208125	0,02(х)	1748	0,004(х)	482,8	-	624,4 обрат
Всего в физических центах	-	-	-	4228	-	2162,8	-	1952(хх)
Всего в центах кормовых единиц	-	-	-	761	-	346	-	-

х) В расчете на один кормоцень.

хх) Дано в переводе на целое молоко.



По второму варианту структуры стада — 25340 чел.-часов.

Для удобства использования и наглядности представления структуры задачи все технико-экономические нормативы представляются в одной таблице (табл.3).

### 3. Формулировка задачи в терминах линейного программирования

В качестве переменных в задаче взяты площади посевов всех культур, а также количество голов структурных основных свиноматок и коров. Индексация переменных соответствует нумерации культур и видов животных в таблице 3.

I. При расчете коэффициентов функции цели конечная продукция оценивалась в единых государственных закупочных ценах 1958 года. Корма при этом рассматривались как промежуточная продукция для производства продуктов животноводства. Чтобы одновременно с максимизацией продукции решать вопрос о выборе дешевого кормового рациона, в функцию были введены переменные затраты по кормопроизводству с отрицательным знаком. В этом случае в процессе решения задачи на максимум продукции в денежной оценке сопоставляется выгода экономии I рубля затрат на корма с выгодностью получения конечной продукции на I рубль. В таком сопоставлении есть известная условность. Кроме того, несовершенство критерия определяется несовершенством цен. Обоснованные критерии оптимальности для решения задач низшего звена можно строить на оценках, получаемых из решения задач глобального размещения сельскохозяйственного производства. Сформулируем условия задачи в виде линейных соотношений.

I. Функция, устремляемая к максимуму:

$$L(\bar{X}) = -93,9X_1 + 559,4X_2 + 1410X_3 - 186,3X_4 - 493,6X_5 - 398,6X_6 - \\ - 123,7X_7 - 76X_8 - 41,6X_9 - 47X_{10} + 907X_{11} + 706,3X_{12} + 724,5X_{13},$$

здесь  $\bar{X} = (X_1, X_2, \dots, X_{13})$ .

2. Ограничения по земельным ресурсам:

$$\sum_{i=1}^8 X_i + 1,05X_9 + 1,05X_{10} \leq 2045.$$

Площадь, которая будет занята под посевами всех культур в хозяйстве (в том числе под посевами семенников многолетних трав в размере 5% площади их продуктивных посевов), не может превышать общей площади пашни совхозе.

### 3. Ограничение по трудовым ресурсам:

$$43,85X_1 + 312,62X_2 + 772,31X_3 + 67,25X_4 + 697,5X_5 + 475,48X_6 + 33,94X_7 + 49,48X_8 + 11,05X_9 + 39,19X_{10} + 525X_{11} + 264,4X_{12} + 254,4X_{13} \leq 980000.$$

4. Ограничение по тракторному парку в напряженный период работы:

$$7,56X_1 + 30,39X_2 + 17,21X_3 + 22,76X_4 + 14,33X_5 + 17X_6 + 15,15X_7 + 12,75X_8 + 2,36X_9 + 2,36X_{10} \leq 21080.$$

Как отмечено выше, поставлена задача не только подобрать для коров кормовые культуры, но и одновременно определить целесообразные границы скармливания по группам кормов. Для остального поголовья животных нормы скармливания по группам кормов были фиксированы, и производился лишь выбор наиболее выгодных кормовых культур. Поэтому часть ограничений представляет из себя запись общих условий кормления коров. Эти условия соответствуют рекомендации зоотехников.

5. Доля грубых кормов в рационе коров не должна превышать 30% их общей потребности в кормах, выраженной в кормовых единицах.

$2X_1 + 18,2X_{10} + 3013,9$  - общее количество грубых кормов в центнерах кормовых единиц, получаемых в хозяйстве с пашни и естественных угодий;  $2,07X_{12} + 2,6X_{13}$  - потребность шлейфа крупного рогатого скота в грубых кормах;  $12,6(X_{12} + X_{13})$  - 30% общей потребности в кормах всего поголовья коров.

Отсюда:

$$2X_1 + 18,2X_{10} + 3013,9 - (2,07X_{12} + 2,6X_{13}) \leq 12,6(X_{12} + X_{13}),$$

или:

$$2X_1 + 18,2X_{10} - 14,67X_{12} - 15,2X_{13} + 3013,9 \leq 0.$$

Из подобных же соображений получаем записи и других условий.

6. Доля зеленых кормов в кормовом рационе коров не может превышать 38%:

$$20,4X_6 + 25,2X_8 + 27X_9 - 7,61X_{11} - 19,22X_{12} - 20,2X_{13} + 6021,6 \leq 0.$$

7. Доля силоса не должна превышать 35% общей потребности коровы в кормах:

$$25,5X_3 + 40X_4 + 11,3X_6 + 28,9X_7 - 3,46X_{11} - 17,45X_{12} - 18,32X_{13} \leq 0.$$

## НОРМАТИВЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАТРАТ И РЕЗУЛЬТАТОВ

Куль- туры и отрасли жи- вотноводства	Затраты и выходы продукции	Урожайность или продуктив- ность на 1 га или 100 голов	Выход кормов с 1 га посева		Затраты в руб- лях на 1 га посевов	Затраты тру- да в чел.час на 1 га или 100 голов	Затраты трак- торо-часов в 15-минутном исчислении на 1 га или 100 голов	Затраты удобрений на 1 га, ц		Годовые затраты кормов собственного производства в ц кормовых единиц									
			Кормовых единиц	Перевер- ного про- теяна, ц				Органи- ческих	Минераль- ных	Концен- траты	Грубые корма	Силос	Корне- плоды	Зеленые корма	Всего для кормов или основных си- ловых	Обреш и мо- локо в фи.ц цельного мо- лока	Всего про- теяна в решете на 100 голов	Для самых 100 коров всего корм. ед., ц	Для самых 100 коров всего про- теяна, ц
I.	Верховые сажны	15	15,0	2,1	93,59	39,47	0	100	4,5										
	Верховые яровые	18	18,0	2,52	95,24	48,14	15,12	109	4,5										
	Верховые в среднем	16	16,0	2,24	93,89	43,85	7,56	100	4,5										
	2. Картофель	150	45,0	2,4	404,07	312,62	30,39	299	10,0										
	3. Овощи в среднем	250	-	-	650,0	772,31	17,21	350	12,0										
	4. Кукуруза на силос	200	40,0	2,8	188,26	67,25	22,76	350	9,5										
	5. Кормовые корнеплоды	250	30,0	2,25	493,58	697,50	14,35	150	8,0										
	6. Сахарная свекла	200	52,0	2,4	398,61	475,48	17,00	350	8,0										
	7. Силосные без кукурузы	170	28,9	3,4	123,72	33,94	15,15	200	4,0										
	8. Однолетние на зеленый корм	140	25,2	3,08	75,99	49,48	12,75	-	4,0										
	9. Многолетние травы на мякоть	150	27,0	3,45	41,58	11,05	2,36	-	3,5										
	10. Многолетние травы на сено	35	18,2	2,77	46,97	39,19	2,36	-	3,5										
	Ботва сахарной свеклы на зеленый корм	102	20,4	2,25	-	-	-	-	-										
	Ботва сахарной свеклы на силос	87	11,3	1,57	-	-	-	-	-										
Солома яровых зерновых	20	4,0	0,16	-	-	-	-	-											
Остатки овощеводства в силос	150	25,5	1,65	-	-	-	-	-											
Естественные сенокосы	12	5,04	0,58	7,96	16,57	-	-	-											
Естественные выгоны	60	15,60	2,04	-	-	-	-	-											
II.	Свинопродукция	4625 голов припло- да	-	-	-	-	-	-	-	-	346	-	761	1107	1952	123	-	-	
	(в расчете на 100 основ- ных структурных свиноматок)	55 ц мяса	-	-	-	52500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12.	Крупный рогатый скот, вари- ант I (в расчете на 100 структурных коров)	4000 ц мо- лока	-	-	-	24640	-	-	-	115	206,7	275,5	123	324	1042 <sup>x)</sup>	116,2	4200	462	
		130 ц мяса	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
13.	Крупный рогатый скот, вари- ант II (в расчете на 100 структурных коров)	4000 ц мо- лока	-	-	-	25340	-	-	-	140	260,5	362,5	146,5	424,5	1333 <sup>x)</sup>	147,3	4200	462	
		150 ц мяса	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

x) Молоко для семьи члена в семье

Условия соблюдения **н и ж и х** границ скармливания по видам кормов для коров могут задаваться в общем ограничении по соответствующему виду кормов для всего поголовья животных.

8. Общее условие по концентрированным кормам и условие насыщения концентратами рациона коров. Доля концентрированных кормов в рационе коров должна составлять не менее 15% общей их потребности в кормах. При этом собственными концентратами удовлетворяется не менее 70% потребности в них (это составляет 4,41 ц.к.ед. на корову в год). Отсюда ограничение:

$$16 X_7 - (0,8 X_{12} + 0,98 X_{13}) \geq 4,41 (X_{12} + X_{13})$$

или

$$16 X_7 - 5,21 X_{12} - 5,39 X_{13} \geq 0.$$

9. Общее условие по потреблению грубых кормов:

$$2 X_7 + 18,2 X_{10} - 2,07 X_{12} - 2,6 X_{13} + 3013,9 \geq 0.$$

10. Общее условие по потреблению зеленых кормов:

$$20,4 X_6 + 25,2 X_8 + 27 X_9 + 6021,6 - (7,61 X_{11} + 3,26 X_{12} + 4,24 X_{13}) \geq 0.$$

11. Общее условие по потреблению корнеплодов:

$$30 X_5 + 52 X_6 - 1,26 X_{12} - 1,46 X_{13} \geq 0.$$

12. Общее условие по потреблению силоса:

$$25,5 X_3 + 40 X_4 + 11,3 X_6 + 28,9 X_7 - 3,46 X_{11} - 2,75 X_{12} - 3,62 X_{13} \geq 0.$$

Запись всех общих условий означает следующее: потребности поголовья животных в кормах соответствующей группы должны быть удовлетворены. В то же время, если данная группа кормов соответствует эффективному типу кормления, то количество их для коров может подняться вплоть до верхней границы, заданной ограничениями 5,6 и 7.

13. В хозяйстве должно производиться молоко по крайней мере не меньше, чем требуется его для свиноводства.

$$19,52 X_{11} + 40 (X_{12} + X_{13}) \quad \text{или} \quad -19,52 X_{11} + 40 X_{12} + 40 X_{13} \geq 0.$$

14. Условия выполнения общего кормового баланса. Корма, получаемые с пашни и естественных угодий, а также по линии закупок, должны покрывать общую потребность (в ц.к.ед.) всего планируемого в хозяйстве поголовья по принятым нормам кормления:

$$20 X_1 + 6,75 X_2 + 25,5 X_3 + 40 X_4 + 30 X_5 + 83,7 X_6 + 28,9 X_7 + 25,2 X_8 + 27 X_9 + 18,2 X_{10} + 9035,5 - 11,07 X_{11} - 48,74 X_{12} - 51,62 X_{13} \geq 0.$$

15. Протеиновый баланс. В кормах, планируемых для животноводства, должно содержаться переваримого протеина не менее количества, необходимого для всех животных на год.

$$2,4 X_1 + 0,36 X_2 + 1,65 X_3 + 2,8 X_4 + 2,25 X_5 + 6,22 X_6 + 3,4 X_7 + 3,08 X_8 + 3,45 X_9 + 2,77 X_{10} - 1,23 X_{11} - 4,85 X_{12} - 5,15 X_{13} + 1134,28 \geq 0.$$

16. Ограничение по овощам. Площадь озодей не может превышать 172 гектаров:

$$X_3 \leq 172.$$

17. Ограничение по свиноводству. поголовье свиноматок (основных и разовых) не должно превышать 500 голов:

$$2,5 X_{11} \leq 500 \text{ или } X_{11} \leq 200.$$

Смысл и роль последних ограничений будут пояснены ниже.

Теперь задача формулируется в целом так: найти максимум функции (I) при ограничениях 2-17 и при условиях, что все значения переменных  $X_1^*, X_2^*, \dots, X_{13}^*$  неотрицательны. Последние и будут выражать искомые оптимальные в сформулированных условиях структуры отраслей и посевных площадей. Если ограничения записать в форме  $\sum_{i=1}^m a_{ij}^* X_j^* + b_i \geq 0$ , где  $j=1, 2, \dots, 13$  индексы переменных;  $i=1, 2, \dots, 17$  - номера ограничений;  $a_{ij}^*$  - коэффициент, стоящий в  $i$ -ом ограничении при  $j$ -ой переменной;  $b_i$  - свободный член  $i$ -го ограничения, то знаки коэффициентов упорядочатся соответственно этой форме записи ограничений. Тогда условиям задачи можно придать табличную форму (табл.4), обычно используемую при подготовке задачи для решения вручную или на машине.

#### 4. Анализ решений

На основе подготовленного материала были просчитаны три варианта постановки задачи, отличающиеся полнотой учета условий производства. Первый вариант (с 14 первыми ограничениями) считался вручную с применением элементарных вычислительных средств. При этом были получены все промежуточные варианты структуры, сменяющие друг друга в процессе решения. По двум другим вариантам постановки (соответственно с 15 и 16 ограничениями), которые считались на ЭМ, были получены только окончательные, оптимальные, результаты. На основе этих расчетов проанализировано влияние учета дополнительных условий на плановые результаты производства

МАТРИЧНАЯ СХЕМА УСЛОВИЙ ЗАДАЧИ

			№ п/п	векторы - способы организации производства											вектор ресурсов				
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
■ вариант поставки	II вариант поставки	I вариант поставки	1	-93,9	539,4	1410	-188,3	-493,6	-398,6	-123,7	-76	-41,6	-47	907	706,3	724,5			
			2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1,05	-1,05	0	0	0	0	+2045	
			3	-43,85	-312,62	-772,3	-67,25	+697,5	-475,48	-33,94	-49,48	-11,05	-39,19	-525	-246,2	-253,4	+980000		
			4	-7,56	-30,32	-17,21	-22,76	-14,33	17	-15,15	-12,75	-2,36	-2,36	0	0	0	0	+21080	
			5	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	-18,2	0	+14,67	15,2	-3013,9		
			6	0	0	0	0	0	-20,4	0	-25,2	-27	0	7,61	19,22	20,2	-6021,6		
			7	0	0	-25,5	-40	0	-11,3	-28,9	0	0	0	3,46	17,45	18,32	0		
			8	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5,21	-5,39	0		
			9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	18,2	0	-2,07	-2,6	+3013,9		
			10	0	0	0	0	0	20,4	0	25,2	27	0	-7,61	-3,26	-4,24	+6021,6		
			11	0	0	0	0	30	52	0	0	0	0	0	-1,23	-1,46	0		
			12	0	0	25,5	40	0	11,3	28,9	0	0	0	-3,46	-2,75	-3,62	0		
			13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19,52	40	40	0		
			14	20	6,75	25,5	40	30	83,7	28,9	25,2	27	18,2	-11,07	-48,74	-51,62	+9035,5		
			15	2,4	0,36	1,65	2,8	2,25	6,22	3,4	3,08	3,45	2,77	-1,23	-4,85	-5,15	+1134,28		
				16	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+172
				17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	+200

данного хозяйства, а также прослежена "конкуренция" отраслей и культур в отношении использования ресурсов и условий производства, наблюдаемая в процессе многошагового приближения к оптимальному плану (ручной вариант).

Здесь по этапам можно проследить тенденции в формировании производственной структуры в рассматриваемых условиях. Выясняется роль отдельных культур и отраслей в данном производственном комплексе, прямое и косвенное их влияние на общие затраты и результаты. Так, можно заметить (см. табл. 5), что до 7 шага включительно выбираются кормовые корнеплоды. Но они почти по всем показателям, кроме затрат труда и техники, уступают сахарной свекле; поэтому, начиная с 8 шага, сахарная свекла безвозвратно вытеснила корнеплоды. Отсюда вывод: в условиях данного хозяйства стоит пойти на дополнительные затраты труда и техники для производства сахарной свеклы, так как последняя в конце концов выгоднее корнеплодов. Обозревая по таблице весь процесс решения, мы видим, что экономическая эффективность производственной структуры хозяйства (по принятому критерию) особенно возрастает при расширении производства овощей в определенном сочетании с молочным животноводством. Поэтому основное внимание должно быть уделено укрупнению этих двух отраслей и особенно освоению земель под овощи<sup>х)</sup>. Очень важно также обратить внимание на большую роль отходов овощеводства в кормовом балансе, которые почти целиком могут покрывать потребности животноводства в силосе. Из решения задачи во всех трех постановках следует, что в отрасли молочного животноводства важным направлением работы является изменение структуры стада в сторону увеличения доли коров в соответствии с первым вариантом, т.е. довести ее примерно до 61% против 44,5% в 1962 году.

На ЭВМ варианты считались при тех же исходных данных. Только в первом из них было поставлено одно дополнительное условие: овощи занимают не более 172 гектаров. Как видно, по оптимальному решению задачи в первой постановке овощи должны занимать 823 гектара, т.е. 40% всей посевной площади, в то время как с 1958 по 1962 годы площади под овощами не превышали 4%. Такое резкое

---

х) Отметим, что (по данным бонитировки почв) в совхозе имеется около 700 гектаров земель, бонитет которых по капусте превышает 70 баллов (по 100-балльной шкале). Однако, земель, пригодных для быстрого увеличения площадей под овощами и без больших капитальных затрат, в хозяйстве всего 172 гектара.

увеличение (за три года межпланового периода) этих требова-  
тельных к почве и влаге культур неизбежно связано с большими  
затратами по освоению земель и устройству оросительных соору-  
жений. Поэтому балансовое обоснование структуры по земле, тру-  
ду, технике, удобрениям, нормам уже недостаточно, и поста-  
новкой ограничений на овози преследовалась цель выявить опти-  
мальное сочетание отраслей с учетом этих дополнительных сооб-  
ражений.

В третьем варианте постановки дополнительно наложены от-  
граничения на возможность размещения свиноводства. Поэтому на  
вторую выгодную отрасль - свиноводство - также было поставлено  
ограничение сверху: "не более 500 основных и разовых свиномат-  
ток". Для сравнения в табл.6 приводятся результаты оптималь-  
ных решений всех 3 вариантов постановки.

Анализируя и сопоставляя полученные решения, можно сде-  
лать ряд общих методических и конкретных выводов.

Во-первых, при комплексном рассмотрении эффективности  
использования всех ресурсов и условий хозяйства с точки зрения  
отраслевой структуры особенно отчетливо обнаруживается, что  
дополнительная отрасль не обязательно является эффективной са-  
ма по себе, но выгодной лишь постольку и в такой мере, постоль-  
ку и в какой мере она дополняет основную отрасль в отношении  
использования средств и условий производства. Так, при первом  
варианте постановки в оптимальном решении в качестве основной  
отрасли выступает овощеводство, а дополняет его молочное жи-  
вотноводство. Свиноводство отсутствует. Когда же овощеводство  
оказалось ограниченным более жесткими условиями (вариант II),  
то на первое место вышло репродукторное свиноводство; молоч-  
ное животноводство вместе с овощеводством здесь выступает  
опять-таки в роли дополнительной отрасли (табл.7).

и только тогда, когда было поставлено ограничение и на  
развитие свиноводства (вариант III), молочное животноводство  
приобрело роль ведущей отрасли.

Во-вторых, подтверждается огромная аналитическая роль  
системы оценок факторов<sup>х)</sup>, получаемой с оптимальным планом.

В случае варианта I, при большей концентрации в хозяй-  
стве производства овощей, дефицитным ресурсом является труд.  
Как видно по оценке, каждый дополнительный человеко-час при -

---

х) Л.В.Канторович. Экономический расчет наилучшего ис-  
пользования ресурсов. Изд. МН СССР, Москва, 1959.



ДИНАМИКА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ И ЕЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ОТЫС-  
КАНИИ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА МЕТОДОМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО УЛУЧШЕНИЯ

Т а б л и ц а 5

ва- ри- ан- ты	П а р а м е т р ы п р о и з в о д с т в е н н о й с т р у к т у р ы										О б щ и е з а т р а т ы и р е з у л ь т а т ы				
	п л о щ а д и , г а							п о г о л о в ь е			показа- тель эф- фектив- ности, руб	затраты труда, человек- часов	затраты машино- часов в напряжен- ный пе- риод	выход кормов в цент- нерах кормо- вых единиц	выход переве- ренного протен- на, ц
	зерновые	картофель	овощи	кукуруза на силос	кормовые корнеплоды	сахарная свекла	многолетние травы на выпас	многолетние травы на сено	основные свиноматки	среднегодовые стурные коровы					
I	102	-		61	13	-	-	79	-	313,3	190333	87723	2518	15270	1788
2	205,73	-		-	25,9	-	-	320,63	-	631,7	347092	213840	8957	30789	3345
3	699,11	-		-	49,62	-	-	730,78	-	1208,4	629698	427122	19724	58902	6424
4	588,97	-	739,1	-	44,5	-	-	671	-	1709,1	1691180	918681	19318	52635	5637
5	882,57	-	751,73	-	45,23	-	-	365	-	1097,4	1713503	934833	21080	53536	5556
6	890,56	-	749,66	-	44,29	-	-	360	100,3	1075	1785295	980000	21080	52930	5557
7	620,52	-	737,3	-	43,28	-	-	643	134	1050	1794185	980000	19445	52686	5632
8	616,04	-	742,02	-	-	25,47	-	660	151,1	1069,8	1841365	980000	19344	53855	5736
9	564,48	79,89	726,34	-	-	24,94	-	648,1	142,33	1048,3	1844782	980000	21080	52731	5584
10	344,5	119,36	729,95	-	-	25,15	143	681,5	122	1058	1872707	980000	21080	52942	5633
11	389	69	804	-	-	28	595	157	-	1192	1935391	980000	21080	58189	5964
12	391,6	69,59	803,2	-	-	28,46	646	108	-	1200	1939492	980000	21080	58590	5997
13	399	-	822	-	-	29	627	129	-	1222	1941547	980000	19439	59674	6147
14	398,1	-	823,3	-	-	28,9	656,5	130,41	-	1220	1941862	980000	19439	59552	6128

Т а б л и ц а 6

Сравнение трех вариантов производственной структуры  
для совхоза "Красная Балтика"

	Вариант I	Вариант II	Вариант III
	Овоще-молочное направление	Репродукторное свиноводство типа свинофабрики	Направление молочно-свиноводческое с овощеводством
<b>I. Растениеводство. Площади посевов в гектарах</b>			
1. Зерновые в целом в том числе а) озимые б) яровые	398 199 199	204 102 102	492 246 246
2. Картофель	-	445	202
3. Овощи	823	172	172
4. Сахарная свекла	29	14,5	381
5. Силосные без кукурузы	-	51,5	-
6. Многолетние травы на выпас	657	557	620
7. Многолетние травы на сено	130	307	140
8. Многолетние травы на семена	8	43	38
<b>Всего посевов:</b>	<b>2045</b>	<b>1794</b>	<b>2045</b>
<b>II. Животноводство. поголовье скота</b>			
1. Крупный рогатый скот (всего) в том числе а) коровы б) телки в) телята старше одного года г) телята до одного года	2013 1220 122 183 488	1013 614 61 92 246	2491 1510 151 226 604
2. Свины а) свиноматки основные б) свиноматки разовые и проверяемые в) хряки г) приплод за год	- - - -	1257 1885 314 58127	200 300 50 9250
<b>III. Показатели эффективности структуры производства</b>			
1. Значение максимизируемой функции	1941862	1935125	1368764
2. Производство продукции (без кормов собственного производства), руб.	2096186	4003776	1922272
3. Произведено продукции (за вычетом покупных кормов), руб.	2070908	2059045	1583585
4. То же на 100 га условной пашни	89805	89290	68672
5. Себестоимость 1 ц к.ед. в кормах собственного производства, руб.	4,74	4,23	4,34
6. Себестоимость 1 ц к.ед. с учетом покупных кормов, руб.	4,9	8,98	6,16

Таблица 7

ВАЛОВАЯ ПРОДУКЦИЯ (БЕЗ КОРМОВ СОБСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА), РУБ.

	В а р и а н т I		В а р и а н т II		В а р и а н т III		
	Валовая продукция, руб.	Стоимость покупных кормов, руб.	Валовая продукция, руб.	Стоимость покупных кормов, руб.	Валовая продукция, руб.	Стоимость покупных кормов, руб.	Продукция за вычетом покупных кормов, руб.
Овощи	1234500	-	258000	-	258000	-	258000
Картофель	-	-	240000	-	240000	-	108959
Крупный рогатый скот	861686	25278	433668	12722	420946	31287	1035226
Свиноводство	-	-	3072108	1932009	1140099	307400	181400
Итого:	2096186	25278	4003776	1944731	2059045	338687	1583585

нес бы прибавку эффекта в 1,9 рубля. Отсюда можно сделать выводы о целесообразности увеличения ресурсов труда, особенно в связи с доиспользованием техники. Исключительно интересные результаты можно получать при дифференциации труда ( на ручной труд и труд механизаторов, по периодам его использования, по квалификации), а также техники ( по возможности агрегатирования, по маркам тракторов, периодам их использования). Вполне возможно, что затраты на привлечение дополнительной рабочей силы в напряженный период, даже значительно превышающие среднюю оплату труда в хозяйстве, могут быть оправданы с точки зрения принятого критерия эффективности. Весь сложный комплекс условий при этом будет отражен в о.о.оценке труда настолько, насколько экономически правильно поставлена задача. Если сравнить варианты II и III, то видим, что там, где одновременно и труд, и земля, пригодная для овощных, лимитируют производство, оценка I га ниже (вариант II). В варианте III освоение I га земли под овощи дает прибавку эффекта в 3 раза большую, чем в варианте II, так как при этом не нужно отвлекать рабочую силу от других отраслей (ее оценка равна нулю, значит, она имеется в резерве), что неизбежно приводит, наряду с ожидаемым выигрышем, к некоторой потере эффекта, как это имеет место во II варианте.

Т а б л и ц а 8

Объективно обусловленные оценки важнейших ресурсов в трех вариантах постановки задачи

Производственные факторы	Вариант I	Вариант II	Вариант III
1. Пашня (I га)	близка к нулю	0	335,6
2. Земли, пригодные для овощных (I га)	-	358,6	1184,0
3. Техника (I машино-час)	0	21,5	8,5
4. Трудовые ресурсы (I человеко-час)	1,9	1,45	0
5. Ограничение по свиноводству (I структурная свиноматка)	-	-	300,1

В-третьих, производственный комплекс отдельного хозяйства должен рассматриваться при всестороннем учете важнейших внутренних и внешних условий развития каждой отрасли, прямо или косвенно влияющих на формирование производственной структуры, а именно: возможности реализации больших партий свежих овощей, потребности других хозяйств в племенных животных, факторов, лимитирующих

завоз кормов в хозяйство, возможности размещения поголовья скота по фермам, наличия пригодной для данной культуры земли и др. Каждое дополнительное ограничительное условие без дополнительных способов, вообще говоря, связано либо с необходимостью дополнительных затрат, либо с ограничениями по выходу продукции. В связи с этим весьма существенным при перспективном планировании оказывается вопрос о вариантах и лимитах капиталовложений. При постановке задачи о производственной структуре по каждой из отраслей должны быть заданы все реальные условия ее развития (без излишне жестких пределов, если последние не очевидны или не следуют из предварительного экономического анализа), основные способы внешних производственно-финансовых связей, а также важнейшие организационно-технологические производственные способы и варианты капиталовложений.

Из таблицы 6 видно, как изменялось максимальное значение функции при формулировке более жестких условий задачи. Значение функции в варианте II немного уменьшилось по сравнению с вариантом I. При введении же ограничений одновременно по овощам и свиноводству эффективность резко снизилась. Это произошло как за счет снижения выхода валовой продукции, так и за счет больших затрат на корма собственного производства. Продукция взята без получаемых в хозяйстве кормов, чтобы избежать повторного счета. Здесь мы видим, что в варианте II продукции получается почти вдвое больше, чем в варианте I. Однако это еще не есть конечный показатель эффективности, поскольку в нем не исключены покупные корма. При организации на базе совхоза крупного специализированного предприятия репродукторного свиноводства, которую предполагает вариант II, потребуется завоз концентрированных кормов из г. Ленинграда почти на 2 млн. рублей. Поэтому более правильным является сопоставление вариантов по валовой продукции за вычетом покупных кормов. Динамика этого показателя по вариантам совпадает с динамикой значений функции, в которой также исключались покупные корма, так что I вариант оказывается, естественно, лучше II, подчиняющегося дополнительному ограничению.

Если сопоставить по вариантам себестоимость I центнера кормовых единиц в кормах собственного производства, то вариант II снова окажется лучше варианта I. Это объясняется тем, что по II варианту хозяйство, закупая в большом количестве относительно дорогие корма (концентраты), должно производить в основном дешевые корма - силос и зеленку. Как только сопостав -

ляется по вариантам себестоимость кормовых единиц с учетом покупных кормов, так картина резко меняется опять-таки в пользу варианта I. Но даже в варианте II себестоимость I ц.к.ед.оказалась на 15% ниже, чем она была в хозяйстве в 1962 году.

Изложенный в работе пример постановки задачи и ее решения с использованием методов линейного программирования ориентирован на небольшое число ограничений, и с точки зрения полноты учета производственных факторов он не отражает современных возможностей, связанных с появлением за короткий срок эффективных алгоритмов и программ. Быстрые темпы развития и совершенствования вычислительной техники, разработки алгоритмов и программ позволяют надеяться на получение значительно более интересных теоретических и практических результатов. Вместе с тем для совершенствования методов планирования важно не только расширение вычислительных возможностей, но и разработка методики подготовки и обработки материалов и анализа полученных результатов, что, как показывает опыт, можно проводить и на менее совершенных моделях.