

МЕТОДЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

ГЕНЕРАТОР МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

И. Я. ПОДАШЕВСКИЙ, М. Ф. КУРЛЫПО, Я. Х. ШЕРМАН

(Минск)

Массовое проведение оптимизационных плановых расчетов требует автоматизации формирования используемых моделей. При перспективном планировании производства сельскохозяйственных предприятий (СХП) эффективно применяются линейные модели. Для БССР авторами разработан генератор моделей (ГМ), с помощью которого можно рассчитать планы производства СХП. Моделирование соответствует требованиям углубленной специализации и кооперации сельского хозяйства. ГМ находится в опытной эксплуатации с июля 1977 г., примеры расчетов приведены в [1, 2].

Выделим следующие узловые моменты разработки ГМ.

1. Создание стандартной модели СХП для подготовки перспективных планов с учетом межхозяйственной кооперации. Для описания системы может быть использована форма базовой матрицы и методика расчетов значений коэффициентов по исходным данным. Под базовой мы понимаем матрицу, содержащую все переменные и условия, которые могут потребоваться для матриц генерируемых моделей. Ее коэффициенты — либо константы, либо вычисляются по исходной информации. Для генерации модели на основе исходных показателей СХП нужно по соответствующим методикам определить значения коэффициентов базовой матрицы и выбрать из нее строки и столбцы.

2. Обеспечение безотказности ГМ, т.е. способности для любого набора первичных данных либо распознать его как ошибочный, либо сгенерировать разрешимую модель. В противном случае пользователю придется по распечатке модели и сообщениям программы симплекс-метода искать ошибки в исходной информации, а при их отсутствии добиваться разрешения модели средствами прямой корректировки матрицы. Если ГМ не обладает в достаточной мере безотказностью, то его использование может быть затруднительно. Во-первых, вряд ли удастся обойтись без привлечения специалистов для участия в расчетах, что при массовом счете потребует значительного количества таких кадров. Во-вторых, резко повышаются затраты времени ЭВМ и общая длительность проведения плановых расчетов. В-третьих, при прямых корректировках моделей трудно гарантировать единство методики расчетов для разных СХП, так как исходные данные в этом случае определяют генерируемую модель не полностью, а лишь с точностью до непосредственной корректировки человеком.

3. Разработка принципиальной схемы ГМ, включающей: 1) ввод и контроль исходных данных СХП; 2) вычисление по этим данным списка действующих переменных и условий, т.е. столбцов и строк базовой матрицы, которые нужны для генерируемой модели; 3) расчет значений коэффициентов базовой матрицы; 4) построение расчетной модели выбором из базовой матрицы нужных столбцов и строк по списку действующих

переменных и условий, удаление из полученной таким образом матрицы нулевых строк и столбцов; 5) оптимизационный расчет сгенерированной модели; 6) вычисление производных показателей для аналитических таблиц; 7) печать исходных данных и аналитических таблиц (см. [1, 2]).

4. Обеспечение условий модифицируемости математического обеспечения ГМ, которые необходимы из-за сложности отладки стандартной модели и алгоритмов генерации, а также неизбежности корректировок ГМ по мере изменения хозяйственной ситуации. Кроме того, важно предусмотреть возможность распространения метода на другие регионы и расширения круга решаемых задач. Для фиксации алгоритмов ГМ разработан специальный проблемно-ориентированный язык ЯЗАП (язык автоматизации планирования). В нем имеются средства для вычисления показателей и списка действующих переменных и условий, а также для описания базовой матрицы и форм печатаемых таблиц и т. п. [3]. Для ЕС ЭВМ создан пакет прикладных программ РАР/ЯЗАП, который может быть использован при автоматизации планирования, содержащий интерпретатор ЯЗАПа, сервис для эксплуатации программ и их отладки, математическое обеспечение для работы с библиотекой исходных данных и прочий сервис, необходимый при организации массовых расчетов на ЭВМ. Расчеты по сгенерированным моделям ведутся с помощью пакета прикладных программ LPS. Программы на ЯЗАПе, реализующие ГМ, имеют в основном линейную структуру, что позволяет разработчику стандартной модели быстро модифицировать их.

ЯЗАП и соответствующее математическое обеспечение пригодны для решения разнообразных задач, связанных с генерацией моделей. На нем разработан генератор периферийных моделей для оптимизации овощеводства открытого грунта.

В данной статье рассматривается структура стандартной модели СХП, вопросы безотказности ГМ и способы организации информационной базы для проведения массовых расчетов.

СИСТЕМА ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ СХП

Под системой экономико-математических моделей СХП, следуя [4, стр. 95], мы подразумеваем совокупность логически, информационно и алгоритмически объединенных моделей, отражающих экономические, организационные и технологические процессы воспроизводства в их объективно существующем единстве. Укрупненная система моделей СХП приведена на схеме 1. Отрасли растениеводства непосредственно не взаимосвязаны, как и в животноводстве.

Параметры экономической системы разделены на две группы: нормативные и оптимизируемые. Нормативные показатели задаются только точным значением. Выделяются две подгруппы: в первую входят данные, влияющие на состав переменных и условий генерируемых моделей, а во вторую — не влияющие.

Показатели растениеводства. Первая подгруппа включает площади пашни, сенокосов и пастбищ, урожайность сельскохозяйственных культур, продуктивность сенокосов и пастбищ, прочие характеристики продукции растениеводства, план производства травяной муки и продажи семян; вторая — естественные убытки, расширение страховых запасов, неиспользуемые отходы и прочие потери, коэффициенты выхода побочной продукции от урожая основной, нормы высева семян, содержание кормовых единиц в кормах и в продуктах растениеводства, коэффициенты сохранности кормовых единиц при изготовлении кормов, встречные покупки кормов за

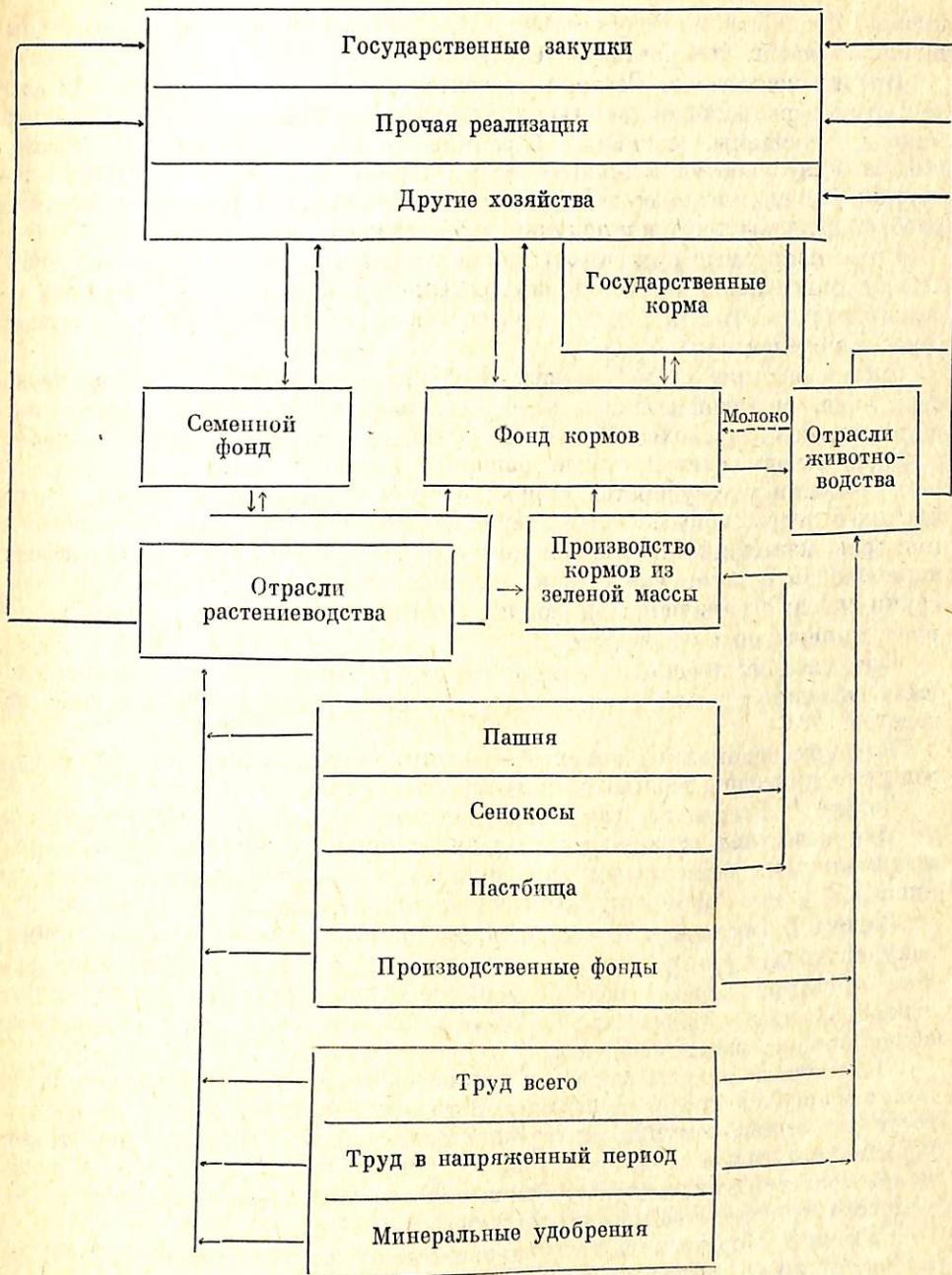


Схема 1. Экономическая система сельскохозяйственного предприятия

сдачу единицы продукции государству, удельный вес ботвы сахарной свеклы в силосе и в травяной муке.

Показатели животноводства. Первая подгруппа включает среднегодовой удой, число коров у колхозников, объем прочих видов реализации животноводческой продукции, число рабочих лошадей; вторая — данные о средних весах и возрастах половозрастных групп скота, среднесуточные привесы, проценты выбраковок, характеристики приплодов, процент прироста числа коров в стаде за год, отношение разовых и проверяемых свиноматок к основным, норму нагрузки маточного поголовья на хряка.

процент овцематок в стаде, настриг шерсти с овцы, производство баранины на овцу, процент контрактации телят.

Прочие показатели. Все они относятся ко второй подгруппе. Их состав: структуры рационов кормления, расходы кормовых единиц на центнер молока, говядины, свинины, баранины, шерсти, птицы, на тысячу яиц, на одну рабочую лошадь, на одну корову; затраты на единицу продукции фондов, труда всего, труда в напряженный период, минеральных удобрений; цены продаж и покупок; себестоимости.

Оптимизируемые показатели могут задаваться диапазоном значений. Точное определение значений осуществляется в результате оптимизационного расчета. Все они влияют на состав переменных и условий генерируемых моделей.

Состав оптимизируемых показателей: государственные закупки зерновых, льна, сахарной свеклы, картофеля, овощей, сена мяса, молока; площади посевов сельскохозяйственных культур; число скотомест для коров, годовой откорм свиней, число овцематок, производство мяса птицы и яиц; закупки у государства комбикормов и концентратов, жома, барды, прочих отходов; закупки семян зерновых, картофеля, люцерны, многолетних трав; межхозяйственные закупки и продажи зернофуража, картофеля, корнеплодов, силоса, сена, сенажа, травяной муки, разных половозрастных групп скота; ограничения на фонды, труд всего, труд в напряженный период, минеральные удобрения.

Оптимизация предполагается по одному из критериев максимума: прибыли, валового производства, валового производства продукции животноводства.

Варьируя диапазоны изменения оптимизируемых показателей и упомянутые критерии, можно сформулировать различные задачи.

Задача 1. Рассчитать самую прибыльную производственную программу при известном задании по государственным закупкам, определяемым минимальными допустимыми значениями по каждой из отраслей растениеводства, мясу и молоку. Критерием служит максимум прибыли.

Задача 2 (игровая). Определить возможные объемы государственных закупок продукции при прогнозируемом уровне урожайности, рациональной структуре посевов сельскохозяйственных культур с точки зрения агротехнических требований и целесообразном направлении развития общественного животноводства.

В исходных данных задаются только целесообразные диапазоны изменения площадей посева сельскохозяйственных культур и поголовья скота, государственные закупки не ограничиваются, их объемы и ассортимент устанавливаются в ходе решения задачи. В качестве критерия может использоваться максимум: прибыли, валового производства в целом СХП, валового производства продукции животноводства.

Задача 3. Подготовить технико-экономическое обоснование (ТЭО) для проектируемого животноводческого комплекса при заданных: проектном поголовье и всех межхозяйственных половозрастных передвижениях животных, рационах кормления, весовых категориях, уровне продуктивности, себестоимости и цен реализации производимой продукции и других показателей по планируемому виду общественного животноводства. По сельскохозяйственным культурам известны прогнозируемая урожайность и требования севооборота. Государственные закупки и площади посевов не лимитируются, они определяются в ходе решения задачи. Критерием является максимум валового выпуска продукции животноводства. Тип ограничений по проектному поголовью животных — строгое равенство, по земельным угодьям и другим видам ресурсов — «меньше» или «равно». В ходе решения задачи находятся: потребность в ресурсах, оптималь-

ная структура посевных площадей, фондоотдача, производительность труда, прибыль, рентабельность и другие экономические характеристики.

БАЗОВАЯ МАТРИЦА СТАНДАРТНОЙ МОДЕЛИ

Растениеводство; производство, покупка и продажа кормов. Состав переменных, относящихся к растениеводству, представлен в таблице. Каждой растениеводческой отрасли соответствует строка, в которой сим-

Состав переменных для моделей растениеводства

Отрасли растениеводства	Площадь посевов	Государственные закупки	Покупка семенного материала	Продажа семенного материала	Межхозяйственная покупка для фуража	Межхозяйственная продажа для фуража	Прочая реализация	На фураж	Прочая продукция
Зерновые всего	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Лен	X	X							X
Сахарная свекла	X	X							X
Картофель	X	X	X	X	X	X	X	X	
Овощи всего	X	X							
Кукуруза на силос	X							X	
Силосные, кроме кукурузы	X							X	
Корнеплоды	X				X	X		X	
Сахарная свекла на фураж	X							X	X
Монокорм	X								
Озимые на зеленый корм	X								
Промежуточные посевы озимых	X								
Однолетние травы (зеленая масса)	X								
Посевы трав в саду	X								
Люцерна (зеленая масса)	X								
Люцерна на семена	X		X	X					
Многолетние травы (зеленая масса)	X		X	X					
Сидеральный пар	X								

вол X означает наличие этой переменной в базовой матрице стандартной модели. Кроме переменных, указанных в таблице, в данном блоке базовой матрицы используются показатели объема ботвы сахарной свеклы на травяную муку, ботвы сахарной свеклы на силос, зерновых для посева на кормовые цели, характеристики садов, ягодников, сенокосов, пастбищ, использования на фураж зеленой массы, сена, сенажа, травяной муки, межхозяйственных покупок и продаж сена, сенажа, травяной муки, государственных закупок сена, покупок у государства комбикормов и концентратов, жома, барды, прочих отходов, обраты, кормовых дрожжей, мясокостной муки.

В блоке учитываются ограничения на отдельные переменные, балансы производства и использования основной и побочной продукции, семян зерновых, пашни. Для сокращения числа переменных и условий предусмотрен единый баланс по зеленой массе, который связывает ее производство на сенокосах, пастбищах, пашне, посевах в междурядьях садов, покупные корма из нее, поступление зеленой массы на корм скоту и производство кормов и продажу таких кормов.

Крупный рогатый скот (КРС). Для моделирования берется набор переменных, отражающих технологическую схему производства в отрасли (схема 2). Вводятся переменные для описания внешних связей отрасли: продажи телят в спецхозяйство по направленному выращиванию нетелей и первотелок; телят для доращивания или откорма; нетелей и первотелок, выращенных из купленных телят; выбракованных коров для заключительного откорма; покупок, соответствующих перечисленным видам продаж; государственных закупок говядины и молока; прочей реализации

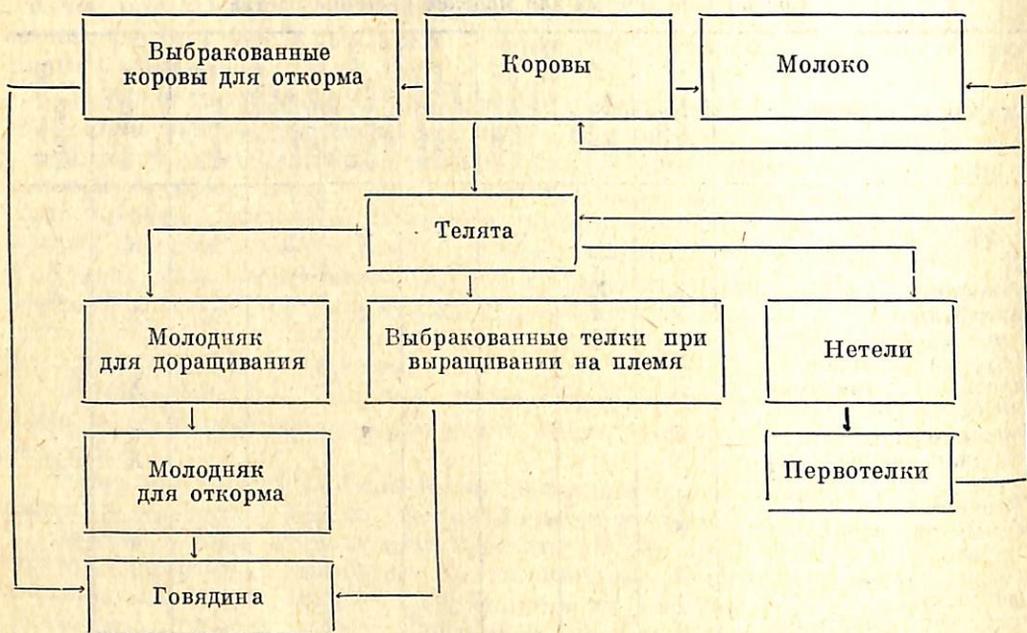


Схема 2. Технология производства КРС

говядины и молока и др. Такой набор позволяет смоделировать любой тип специализации в данной отрасли. В блоке КРС учитываются ограничения на межхозяйственные связи и продажу продукции, балансовые отношения между различными половозрастными группами скота, а также балансы производства продукции.

Свиноводство. Технологическая схема производства, положенная в основу моделирования свиноводства, приведена на схеме 3. Набор переменных и ограничений определяется по тем же принципам, что и для КРС. Полный их перечень приведен в [2].

Овцеводство, птицеводство и коневодство. По этим отраслям технологические схемы производства не разворачиваются из-за их небольшого удельного веса в БССР. Предусмотрены следующие переменные: объем государственных закупок баранины и шерсти, прочих видов реализации лошадей. Ограничения и балансовые отношения для перечисленных переменных очевидны.

Прочие ограничения. В эту группу входят ограничения по государственным закупкам мяса (всего), балансы расхода кормов и балансы по труду, по труду в напряженный период, фондам и минеральным удобрениям.

Корма балансируются по расходу кормовых единиц на производство продукции, а также по отдельным видам кормов для обеспечения зоотехнических норм кормления. При этом выделение дорогих, но необходимых кормов (концентратов, корнеплодов, картофеля, молока и других кормов животного происхождения) определяется равенствами (по твердой норме); так же учитывается в рационе и зеленая масса — как самый дешевый, но сезонный корм. Выделение силоса, жома и барды ограничено



Схема 3. Технология свиноводства

сверху зоотехническими нормами, которые могут быть и не достигнуты из-за лимитированности производства (силос) и покупки (жом и барда) этих кормов. Использование сена ограничено снизу не зоотехническими нормами, а тем, что потери кормовых единиц при переработке зеленой массы на сено максимальны по сравнению с другими способами ее применения, и, следовательно, при оптимизации по симплекс-методу показатель выдачи сена превысит минимальную норму только в случае невозможности производства других видов кормов из зеленой массы. Отдельности производства других видов кормов из зеленой массы. Отдельный баланс для сенажа представляется излишним, так как имеется общий баланс потребления кормов. Тем самым сенаж может выступать как балансирующий корм, частично заменяя корма, расход которых учитывается неравенствами (т. е. употребляемые не по жесткой норме).

БЕЗОТКАЗНОСТЬ ГЕНЕРАТОРА МАТРИЦ (ГМ)

Для анализа безотказности ГМ полезна простая лемма. Все встречающиеся ниже переменные неотрицательны.

Пусть даны условия

$$b_i \leq \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq B_i \quad i=1, \dots, m, \tag{1}$$

$$d_l \leq \sum_{j=1}^n c_{lj} x_j + x_{n+l} - x_{n+L+l} \leq D_l, \quad l=1, \dots, L. \quad (2)$$

Легко видеть, что система (1), (2) несовместна тогда и только тогда, когда несовместны условия (1). Очевидно также, что если матрица (1) имеет блочно-диагональный вид, то она несовместна тогда и только тогда, когда несовместны условия в каком-то ее диагональном блоке. Следовательно, справедлива следующая лемма.

Лемма. Если матрица (1) блочно-диагональная, то система (1), (2) несовместна тогда и только тогда, когда несовместны условия в каком-то диагональном блоке матрицы (1).

Диагональные блоки (1) могут быть тоже блочно-диагональными матрицами со связующими ограничениями по типу (2). При анализе совместности систем такого вида достаточно проверять совместность каждого диагонального блока без учета связующих.

Если ГМ генерирует модели только такого вида, то совместность условий достаточно изучать только для диагональных блоков. Далее достаточно формировать целевые функции, ограниченные на получаемом многогранном множестве условий, и генерируемые модели будут разрешимы [5, стр. 134].

Структура базовой матрицы имеет следующий вид.

1. Растениеводство. Производство, покупка и продажа кормов.

1.1. Зерновые — всего.

1.2. Лен-долгунец.

1.3. Сахарная свекла.

1.4. Картофель.

1.5. Овощи — всего.

1.6. Кукуруза на силос.

1.7. Силосные, кроме кукурузы.

1.8. Корнеплоды.

1.9. Сахарная свекла на корм.

1.10. Сидеральный пар.

1.11. Монокорм.

1.12. Производство, покупка и продажа кормов.

Баланс производства и использования зеленой массы.

Баланс семенного фонда зерновых.

Баланс пашни.

2. Крупный рогатый скот.

3. Свиноводство.

4. Овцеводство, птицеводство, рабочие лошади.

Баланс государственных закупок мяса.

Балансы расхода кормов.

Балансы ресурсов хозяйства.

Каждый диагональный блок имеет номер, причем для подблоков он двойной. В каждый баланс добавляются по две штрафные переменные: одна с плюсом, другая с минусом. Получается набор ограничений, к которому применима лемма. Штрафные переменные имеют ясный экономический смысл. Для кормовых балансов положительность штрафной переменной означает избыток или дефицит кормов. Избыток корма (например, картофеля) в линейной модели эквивалентен его потере. В функционалы эта переменная не входит (штраф за единицу избытка равен нулю), ее увеличение сверх необходимого для ликвидации небаланса сдерживается издержками от занятия площади под избыточное производство. Переменные, характеризующие дефицит корма, входят во все целевые функции

с достаточно большим штрафом, не позволяющим при ненулевом значении переменной вместо возможного производства корма выпускать товарную продукцию. Подобным образом можно истолковать и остальные штрафные переменные.

При генерации моделей из базовой матрицы удаляются некоторые переменные и ограничения, причем штрафные переменные — тогда и только тогда, когда удаляется содержащая их строка базовой матрицы. Итак, матрицы ограничений генерируемых моделей всегда удовлетворяют условиям леммы, следовательно, такая модель несовместна тогда и только тогда, когда несовместны условия хотя бы в одном из ее диагональных блоков. Во все балансы производства и использования продукции, включенные в диагональные блоки растениеводства, добавлены по две штрафные переменные, так что их совместность гарантируется по лемме. Совместность условий в блоках КРС и свиноводства получена тщательной отладкой процесса генерации и контролем исходных данных.

Для сокращения числа штрафных переменных делались некоторые эквивалентные преобразования. Пример генерации блока «Зерновые — всего» приведен в [2].

Появление в решении штрафной переменной — признак несогласованности исходных данных. Распечатка значений штрафных переменных служит таблицей таких несогласованностей, которые, естественно, подлежат устранению (правда, в практике расчетов малыми значениями этих переменных можно пренебречь).

Контроль исходных данных проводится в два этапа. Первый — проверка формальной разрешимости генерируемой модели, второй — расчет сгенерированной модели и проверка штрафных переменных. Блок контроля проверяет: попадают ли исходные данные в границы допустимых значений, не перепутаны ли верхнее и нижнее значения у оптимизируемых показателей и соблюдаются ли некоторые соотношения между показателями, особенно по КРС и свиноводству.

СПОСОБЫ ОРГАНИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ МАССОВЫХ РАСЧЕТОВ

Для проведения массовых расчетов по каждому показателю стандартной базовой модели создан справочник нормативов. Эти данные постоянно хранятся на магнитных дисках. Для решения конкретной задачи программно формируются рабочие информационные массивы путем сравнения требуемых технико-экономических коэффициентов по каждой участвующей в рабочей матрице переменной с характеристиками, заданными заказчиком. Если заказчик не дал требуемое значение технико-экономического коэффициента, оно устанавливается программно по справочнику нормативов. Единичные технико-экономические коэффициенты модели, логические уравнения-связки, а также ряд производных коэффициентов вообще не требуется задавать. При необходимости они будут вычислены и занесены в рабочую матрицу.

В разработанном представлении исходных данных кроме названия показателя имеется еще три графы: его шифр, задаваемое и нормативное значения. Следовательно, если два последних совпадают, то показатель не обязательно указывать, так как он будет автоматически восстановлен по нормативному значению. К обязательной исходной информации относятся: прогнозируемый уровень урожайности сельскохозяйственных культур, продуктивность по видам половозрастных групп животных и объемы имеющихся в конкретном СХП ресурсов. Указанные параметры рабочей матрицы являются важнейшими для решения задачи по тому или иному

объекту. Поэтому при разработке ГМ эти показатели использованы в качестве индикаторов включения соответствующих переменных в состав конкретной модели. Каждая действующая переменная в свою очередь обуславливает ввод в модель строго определенных ограничений. Такой подход обеспечивает безошибочную генерацию модели по задаваемым главным параметрам и до минимума сокращает требуемый объем исходной информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. Ф. Курлыпо, И. Я. Подашевский, Я. Х. Шерман. Массовые расчеты перспективных планов хозяйств на ЕС ЭВМ в условиях межхозяйственной кооперации. Доклады ВАСХНИЛ, 1978, № 7.
2. И. Я. Подашевский, М. Ф. Курлыпо, Я. Х. Шерман. Моделирование предприятий и межхозяйственная кооперация. Экономика сельского хозяйства, 1978, № 3.
3. И. Я. Подашевский, Я. Х. Шерман. Язык автоматизации планирования. В сб. Экономические вопросы развития сельского хозяйства БССР (Межведомственный тематический сборник. Вып. 9). Минск, «Ураджай», 1978.
4. Р. Г. Кравченко. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве. М., «Колос», 1978.
5. Д. Б. Юдин, Е. Г. Гольштейн. Линейное программирование (теория, методы и приложения). М., «Наука», 1969.

Поступила в редакцию
22 X 1978