

МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ИСПОЛЬЗОВАНИЯ, ПРИОБРЕТЕНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ КОРМОВ

В.Г. НОВОСЕЛЬСКИЙ, кандидат технических наук, доцент
(Тверская государственная сельскохозяйственная академия)

Актуальное значение для обеспечения эффективного функционирования сельскохозяйственного предприятия имеет создание рациональной системы использования имеющихся земельных угодий, удовлетворяющей как потребности животноводства в необходимых кормах, так и обеспечивающей возможность выгодной реализации продукции земледелия на рынке. Решение этой задачи непосредственно связано с планированием в предпосевной период с последующими корректировками плана на основе реально складывающейся ситуации. План должен учитывать взаимосвязь многих параметров, реальных условий деятельности и возможностей хозяйства. Он должен ответить на важнейшие вопросы производственной деятельности. План и его корректировки должны быть по возможности оптимальны, например, по критерию минимизации затрат или максимизации прибыли.

Такое планирование – многоэтапная и не простая задача, к тому же экономический результат ее решения сильно зависит от складывающихся впоследствии природных и рыночных реалий. Опытные руководители производства в большинстве случаев справляются с этим, опираясь на свой опыт и интуицию, и достигают определенных успехов. Тем не менее, важно иметь в процессе планирования и корректировки планов четкие рекомендации, которые могли бы дать ориентиры в принятии соответствующих решений в конкретных условиях. Получение таких рекомендаций возможно путем использования вычислительной техники со специальным программным обеспечением. Здесь рассматривается один из возможных подходов к созданию такого программного продукта, то есть описывается математическая модель

одной из возможных систем автоматизированного планирования.

Будем считать, что до начала расчетов известно следующее (расчетная база):

1. Состав и динамика поголовья животных. Составлен список наименований планируемых рационов для всех видов и категорий животных, имеющих в хозяйстве. Для каждого рациона определено количество суточных порций, требующихся на планируемый период. Образцы назначений рационов опубликованы, например, в [3].

2. Список посевных площадей с указанием их площади и видового состава сельскохозяйственных культур (не обязательно кормовых), которые могут выращиваться на каждом земельном участке. Причем одни и те же культуры, выращиваемые на разных участках, должны иметь различающиеся наименования (например, кукуруза 1, кукуруза 2, кукуруза 3).

3. Плановые урожайность, себестоимость и чистая прибыль от возможной продажи единицы массы продукции для каждого земельного участка и для каждой культуры, которую можно на нем выращивать. Эти величины формируются на основе опыта работы – экспертные оценки.

4. Перечень и количество складских запасов кормов и кормовых добавок, которые могут быть использованы для составления рационов или проданы. Причем плановая прибыль от продажи единицы массы каждого вида запасов известна (экспертная оценка).

5. Перечень компонентов рационов (кормов и добавок), которые могут быть куплены на рынке. Для каждого из них определены на основе экспертных оценок затраты на приобретение и использование с учетом возврата НДС, затрат на перевозку, хранение и т.д., то есть все расходы отне-

сенные к единице корма, далее – приведенная цена.

6. Общий (пронумерованный) список, включающий в себя наименования всех культур, которые могут выращиваться на земельных участках хозяйства, и всех кормов и кормовых добавок, которые имеются на складе или могут быть закуплены.

7. Характеристики питательности кормов и требования к их значениям для всех планируемых рационов. Составлен список характеристик, учитываемых в расчете рационов. Характеристикой питательности здесь называется величина определенного питательного вещества, микро- или макроэлемента, или витамина (например, сухого вещества, сырого жира, перевариваемого протеина и т.п.) в одном килограмме корма или в суточном рационе животного. Список характеристик, нормативные требования к их содержанию в рационах различного назначения для многих видов кормов опубликованы, например, в [3].

Имея необходимую расчетную базу, требуется сформировать производственный план, который должен определить следующее:

1) оптимальную структуру посевов;
2) количество и состав подлежащих продаже долей выращенного урожая и складских запасов;

3) состав рационов для всех категорий животных с учетом их продуктивности, живого веса, физиологического состояния и возраста. Определить общую потребность в кормах на планируемый период, и их стоимость;

4) состав и количество планируемых закупок кормов на рынке;

4) экономическую эффективность плана (сумму затрат на производство за вычетом суммы дохода от продаж).

Для математической формулировки задачи расчета плана введем указанные далее обозначения:

I – количество элементов общего списка;

i – номер элемента общего списка;

U – количество различных земельных участков (полей, лугов) в хозяйстве;

u – номер земельного участка ($u = 1 \dots U$);

S_u – площадь u -го земельного участка;

A_u – множество номеров элементов общего списка, соответствующих культурам, которые могут выращиваться на земельном участке с номером u ;

B – множество номеров элементов общего списка, соответствующих кормам и кормовым добавкам, имеющимся на складе;

R – множество номеров элементов общего списка, соответствующих кормам, которые могут быть закуплены на рынке;

Множества A_u ($u = 1 \dots U$), B , R не пересекаются. Общий список является их объединением.

A (без индекса) – множество номеров элементов общего списка, соответствующих культурам, которые могут выращиваться в хозяйстве на всех земельных участках (объединение множеств A_u);

G_i – плановый выход с 1 га i -го элемента общего списка (заданы только для культур, которые могут быть выращены на земельных участках хозяйства: $i \in A$);

T_i – плановая себестоимость i -го элемента общего списка (заданы только для культур, которые могут быть выращены на земельных участках хозяйства: $i \in A$);

Q_i – плановая прибыль от продажи единицы массы i -го элемента общего списка (для элементов списка, не покупаемых на рынке: $i \notin R$);

D – множество номеров элементов общего списка, которые могут входить в состав рационов;

E_i – складской или запас i -го элемента общего списка ($i \in B$);

C_i – приведенная цена единицы веса i -го элемента общего списка (заданы только для кормов, покупаемых на рынке: $i \in R$);

J – количество разнообразных подлежащих расчету рационов (для всех видов и категорий животных хозяйства);

j – номер рациона в списке рационов ($j = 1 \dots J$);

W_j – количество порций j -ого рациона на плановый период;

P_j – максимально допустимый вес j -го рациона;

k – номер характеристики в списке характеристик питательности.

K_j – множество номеров характеристик питательности в нормативах требований к рациону с номером j ;

$H_{k,i}$ – содержание (значение) k -ой характеристики питательности в одном килограмме i -го элемента общего списка (заданы для $i \in D$);

$N_{k,j}$ – максимальное допустимое значение k -ой характеристики питательности для j -го рациона (заданы для $k \in K_j$);

$n_{k,j}$ – минимальное допустимое значение k -ой характеристики питательности для j -го рациона (заданы для $k \in K_j$);

$V_{i,j}$ – максимальный допустимый вес i -го элемента общего списка в j -ом рационе (заданы для $i \in D$);

$v_{i,j}$ – минимальный допустимый вес i -го элемента общего списка в j -ом

рационе (заданы для $i \in D$);

$X_{i,j}$ – подлежащий расчету вес i -го элемента общего списка в j -ом рационе (отыскиваются для $i \in D$);

Y_i – подлежащий расчету вес i -го элемента общего списка, предназначенный на продажу (отыскиваются для $i \notin R$);

M_i – максимально возможный вес продаж i -го элемента общего списка (задан для $i \notin R$).

Используя эти обозначения, запишем ограничения, налагаемые на отыскиваемые величины. Эти ограничения описывают все существенные взаимосвязи исходных данных плана и результатов его расчета.

Значения $X_{i,j}$ и Y_i должны быть неотрицательными, кроме того, Y_i ограничено сверху, что записывается системами неравенств:

$$X_{i,j} \geq 0 \quad (i \in D, j = 1 \dots J); \quad (1)$$

$$0 \leq Y_i \leq M_i \quad (i \notin R). \quad (2)$$

Ограничения используемого количества производимых кормов (выращиваемых в хозяйстве культур) обусловлены ограничениями размеров земельных участков. Их можно записать в виде системы неравенств (для каждого земельного участка):

$$0 \leq \sum_{i \in A} \frac{Y_i + \sum_{j=1}^J (W_j \times X_{i,j})}{G_i} \leq S_{i(u=1..U)}. \quad [3]$$

Ограничения используемого количества складских запасов кормов запишутся в виде системы неравенств (для каждого складского корма):

$$0 \leq Y_i + \sum_{j=1}^J X_{i,j} \leq E_i \quad (i \in B). \quad (4)$$

Требования к выполнению нормативов по характеристикам питательности запишутся в виде системы неравенств (для каждого норматива всех рационов):

$$n_{k,j} \leq \sum_{i \in D} (X_{i,j} \times H_{k,i}) \leq N_{k,j} \quad (j = 1..J, k \in K_j). \quad (5)$$

Требования по выполнению норм ввода кормов в рацион запишутся в виде системы неравенств:

$$v_{i,j} \leq X_{i,j} \leq V_{i,j} \quad (i = 1..I, j = 1..J). \quad (6)$$

При наличии большой влажности в кормах может оказаться, что вес (объем) рассчитанного рациона будет слишком велик. Это окажет отрицательное влияние на продуктивность животного. Поэтому целесообразно контролировать максимальный вес рациона для ограничения его влажности. Требования к весу запишутся так:

$$\sum X_{i,j} \leq P_j \quad (j = 1..J). \quad (7)$$

Более строгий учет нормативов по влажности выходит за рамки этой статьи, но может быть реализован в программном продукте.

При необходимости количество ограничений можно расширить, добавив, например, ограничения за-

трат на приобретение кормов на рынке, учет необходимости формирования семенного фонда и т.п.

Эффективность планирования зависит как от суммы затрат, определяемой себестоимостью выращиваемых культур, стоимостью приобретения кормов на рынке и стоимостью используемых для составления рационов запасов складских кормов (которые могли бы быть проданы с определенной прибылью):

$$F_1 = \sum_{j=1}^J (W_j \times \sum_{i \in A} (X_{i,j} \times T_i)) + \sum_{j=1}^J (W_j \times \sum_{i \in R} (X_{i,j} \times C_i)) + \sum_{j=1}^J (W_j \times \sum_{i \in B} (X_{i,j} \times Q_i)) \quad (8)$$

так и от прибыли от продажи части кормов на рынке:

$$F_2 = \sum_{i \in R} (Q_i \times Y_i). \quad (9)$$

Совокупная эффективность плана (стоимость затрат минус стоимость доходов) – целевая функция – выражается формулой:

$$F = F_1 - F_2. \quad (10)$$

Для оптимизации плана необходимо найти значения неизвестных $X_{i,j}$ и Y_i , удовлетворяющих ограничениям (1 – 7), при которых значение целевой функции F будет минимальным.

Так как все ограничения и целевая функция являются линейными функциями неизвестных, сформулированная задача планирования может быть решена методами линейного программирования, например, симплекс-методом.

Может случиться так, что сформулированная задача не имеет решения, то есть система ограничений (1 – 7) не совместна. Это может быть в том случае, если существующая кормовая база не может обеспечить составление рационов требуемого качества из-за недостаточных объема или видов кормов. Если расчет плана не завершился успешно, можно уточнить причину этого, рассчитав тестовый план в котором все W_j следует принять равными 1. Если расчет получится, следовательно, имеет место недостаточное количество кормов. При отсутствии решения – имеет место недостаточный состав кормов (например, в состав кормов забыли включить соль или премиксы). В ряде случаев возможно решение при определенном снижении требований к качеству рационов, например, за счет расширения границ в ограничениях (5, 6, 7). Более детальный анализ неудач планирования и путей их преодоления выходит за рамки этой статьи и зависит от выбранного метода решения.

Если в результате решения окажется, что на некотором земельном участке некий корм занимает весьма малую площадь, что не рентабельно,

целесообразно исключить этот корм из списка и вновь пересчитать задачу. Возможны и иные причины, которые потребуют изменения исходных данных и перерасчета.

Если задача решена правильно и оптимальные значения X_{ij} и Y_i найдены, можно определить площадь земельного угодья, которую следует отвести для выращивания культуры с номером i в общем списке:

$$Z_i = \frac{Y_i + \sum_{j \in A} (W_j \times X_{ij})}{G_i} \quad (i \in A). \quad (11)$$

Числитель (1) равен планируемому урожаю культуры с номером i в общем списке. Номер земельного угодья однозначно определяется номером выращиваемой культуры в общем списке.

Количество закупаемых кормов (для каждого i -го элемента общего списка – закупаемого корма) определится так:

$$G_i = \sum_{j \in R} X_{ij} \quad (i \in R). \quad (12)$$

Описанная модель системы планирования может быть легко использована и для хозяйств, не занимающихся животноводством. В этом случае все сводится к планированию структуры посевов.

Если в хозяйстве нет растениеводства или урожай уже собран, задача составления плана легко сводится к групповому расчету рационов, подробно рассмотренному в [4] и реализованному программно, что представлено на сайте www.rcp.tvercenter.ru.

Реальные урожаи, затраты и рыночные цены могут оказаться заметно отличными от плановых. Это означает, что после уборки урожая и подведения определенных экономических итогов необходимо составить новый кормовой баланс, увязанный с производством. А планировать посе-вы уже не надо. Ясно, что новые планы уже не будут связаны с себестоимостью продукции земледелия. Для них определяющими будут реальные рыночные цены. Такая задача может быть эффективно решена методами, изложенными в [4].

Пересчеты и оперативное уточнение планирования вообще надо производить при отклонении от плана поголовья животных, запасов кормов, рыночной ситуации.

Программная реализация описанной здесь модели системы планирования, дополненная неизбежными при конкретной разработке уточнениями и надлежащим образом апробированная в реальных условиях, может оказаться полезным подспорьем для руководителей сельскохо-

зяйственных предприятий в качестве советника при составлении производственных планов и их корректировок с учетом реальных условий и в кризисных ситуациях. Использование такого программного продукта не потребует больших затрат и финансовых вложений, но может оказать заметную помощь руководителю производства и повысить экономическую эффективность хозяйственной деятельности.

Аннотация. Рассмотрен подход к совместному планированию посевов, рационов кормления сельскохозяйственных животных, закупок кормов и продаж продукции земельного участка, обеспечивающий максимальный плановый финансовый эффект. Показано, что данный подход может быть реализован с использованием методов линейного программирования.

Ключевые слова: посевные площади; планирование; корма; рационы; животные; программирование; модель; затраты; прибыль; рынок.

Abstract. The approach to joint planning the sown areas, feeding diets of farm animals, purchases of fodder and sales of crop farming produces, providing for maximum planned financial effect, has been considered, demonstrating that such approach might be implemented by the use of linear programming methods.

Key words: sowing areas; planning; fodder; diets; animals; programming; model; costs; profit; market.

Контактная информация: Новосельский Владимир Григорьевич (тел.: 8(4822) 32-18-77; эл. почта: vn50@mail.ru).

Литература

1. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве. Под ред. проф. А.М. Гатаулина. – С.-Петербург: ООО "ИТК ГРАНИТ", 2009.
2. С.И. Зуховицкий, Л.И. Авдеева. Линейное и выпуклое программирование. – М.: НАУКА, 1967.
3. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных // Справочное пособие // МСХ РАСХН, ГНУ ВИЖ. – М.: 2003.
4. Новосельский В.Г. Групповой расчет комбикормов и рационов кормления. – М.: Комбикорма, 2012. – № 6.

ИНФОРМАЦИЯ

Сергей Юшин, руководитель исполкома Национальной мясной ассоциации

У нас с рынком мяса будет всё нормально. Рост производства мяса в России в этом году ошеломляющий – почти 27 процентов. Прежде всего, это мясо птицы, отрасль, которая в последние годы развивалась быстрыми темпами. Свиноводство в этом году показывает рекордный прирост в индустриальном секторе – 30 процентов. Поэтому у нас снижается зависимость от импорта.

В то же время у нас тарифные квоты на ввоз мяса (в частности, говядины и мяса птицы) распределены между разными странами. Например, для ЕС выделена квота на 60 тысяч тонн замороженной говядины. При этом ситуация на рынке Европы такая, что импортёрам с трудом удаётся найти необходимые объёмы по приемлемой цене, и, соответственно, они не могут реализовать свою лицензию. Все последние годы мы ввозили только примерно половину от выделенной квоты для ЕС. 30 тысяч – они как бы остаются неудовлетворёнными. И поэтому, согласно нашим же документам и договорённостям в рамках ВТО, Россия имеет право провести консультации и перераспределить эти невыбранные объёмы на любые другие страны.

А в отношении США ситуация другая. У России большие претензии по поставкам мяса, полученного от скота, выращенного с кормовыми добавками, по мнению многих учёных, небезопасными. И поэтому США сегодня в принципе не могут поставлять нам ни свинину, ни говядину. И от этого квота тоже невыбранная.

Что касается говядины, если консультации закончатся положительно (то есть будет принято решение о перераспределении невыбранных тарифных квот), то, конечно, основными поставщиками смогут стать Бразилия, Парагвай и Уругвай, частично Аргентина и Австралия.

Мы всегда говорим о безопасности мяса. Это гораздо важнее, чем качество. Потому что отравиться качественным мясом, я думаю, тоже неприятно. Поэтому, с точки зрения безопасности, Россельхознадзор проводит многолетнюю последовательную работу по повышению требований к безопасности мяса, поставляемого из-за границы. Я лично как потребитель достаточно уверен в безопасности мяса, которое в конечном итоге попадает в качестве сырья на наши заводы или в розницу.

Источник: радио «Вести ФМ»