

## НЕЛИНЕЙНАЯ ПАРЕТО ОПТИМИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

**Брикач Г.Е.**, д.э.н., профессор, Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого (*e-mail*: brikach@mail.ru)

Аннотация: На предприятиях АПК инфраструктурного характера, осуществляющих производство сельскохозяйственной продукции, основной задачей является надежное обеспечение кормов имеющегося поголовья животных, которое достигается наличием в хозяйствах сбалансированной по элементам питательности кормовой базы. В работе показано с помощью каких расчетов этого можно достигнуть. Для этого предлагается использовать экономико-математическую оценку сбалансированности кормовой, используя принцип нелинейной оптимальности Парето, который обеспечит поиск компромиссного решения в задаче по оценке сбалансированности кормовой базы с учетом наличия противоречивости (избыток или недостаток) в химическом составе кормов.

Ключевые слова: нелинейная парето оптимизация, сельскохозяйственное, импортозамещение

Abstract: At the enterprises of agrarian and industrial complex infrastructure, producing agricultural products, the main objective is to secure an existing animal feed, which is achieved by the presence of nutrient elements balanced farms forage. It is shown what this settlement can be achieved. For this purpose, it is proposed to use the economic-mathematical assessment of the balance of the forage, using the principle of nonlinear Pareto optimality, which will search for a compromise solution to the task of assessing the balance of the forage base, taking into account the availability of inconsistency (excess or deficiency) in the chemical composition of forages.

Keywords: Nonlinear Pareto optimization, agricultural, import substitution

В настоящее время никто не отрицает того факта, что любая современная экономическая задача, связанная с оценкой экономической эффективности производственной деятельности, и особенно сельскохозяйственной (трудность осуществления которой определяется зависимостью и связью ее с природно-климатическими факторами), должна учитывать большую совокупность взаимосвязанных факторов и параметров. То есть по своей сути она является многомерной, и при этом взаимосвязь факторов в ней носит существенно нелинейный характер.

**Постановка задачи.** Наиболее эффективным и известным методом, обеспечивающим комплексность анализа, является метод линейного программирования. Он был разработан, развивался и активно использовался в решении экономических задач, такими нашими отечественными учеными как Л.М. Канторович, В.С. Немчинов, В.В. Новожилов и другие. При этом, существующий метод линейной оптимизации (многофакторный и однокритериальный по сути) в настоящее время продолжает активно использоваться в решении задач стратегического планирования производственной деятельности на самых разных уровнях (начиная от предприятия и отрасли, в том числе сельскохозяйственной специализации, и кончая общегосударствен-

ным). Но известно, что этот метод критичен к нелинейным связям и не обеспечивает многокритериального способа решения экономической задачи. Поэтому требуется разработка такого экономико-аналитического метода (и особенно это касается сельскохозяйственного производства), который обеспечит бы решение экономических задач с произвольными функциональными нелинейными связями (непрерывными и гладкими) в многомерном пространстве с различным набором критериев.

Главной проблемой и задачей сельскохозяйственного производства является гарантированное обеспечения населения РФ хлебобулочной и молочной продукцией, что определяет продовольственную безопасность страны. Проблема продовольственной безопасности страны обострилась с принятыми против России санкциями. Эту проблему принято решать с помощью импортозамещения, которую можно решить путем повышения объемов производства зерна и молока.

Существенным фактором повышения объемов производства молока является создание на предприятиях АПК необходимой и достаточной сбалансированной по питательным веществам кормовой базы в условиях традиционно используемого набора кормов (зеленые, сено, сенаж, силос, кор-

неплоды и зерно), в которых имеется количественный избыток одних питательных веществ и недостаток других. Существующие современные расчетные методы принципиально не позволяют решать задачи по оценке сбалансированности кормовой базы в такой постановке задачи.

Под необходимой и достаточной сбалансированностью кормовой базы в условиях традиционно используемого набора кормов понимается сведение к нулю баланса по 7 элементам питательности путем необходимого объема производства и потребления кормов на предприятиях АПК. Важность и срочность решения этих проблем обуславливается обострением существовавших и ранее в отрасли животновод-

ства диспропорций между наличием и потребностями животных в кормах.

В настоящее время кормовую базу, по производству и потреблению питательных веществ, большинство предприятий балансируют максимум по 2 элементам питательности (кормовым единицам и сырому протеину). Сбалансировать кормовую базу по 7 элементам питательности с помощью ручных методов расчета практически невозможно, а использование методов линейной оптимизации мешаю возникающие при решении такого класса задач несовместности в балансовых уравнениях производства и потребления питательных веществ. Причина – наличие в балансовых уравнениях нелинейных связей.

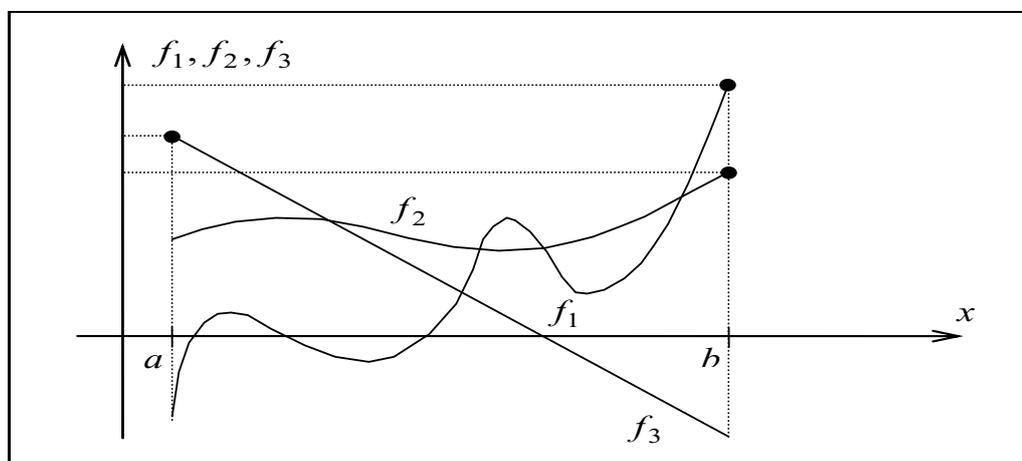


Рис. 1 Графическое представление факторов кормопроизводства, требующих Парето компромиссных решений, где: X – питательность кормов, f1 – прибыль, f2 – себестоимость, f3 – площадь.

В разработке экономико-математической по оценке сбалансированности кормовой базы будет использован принцип нелинейной оптимальности Парето, который обеспечит поиск компромиссного решения в задаче по оценке сбалансированности кормовой базы с учетом наличия противоречивости (избыток или недостаток) в химическом составе кормов. На рис. 1 приведено графическое представление противоречивости факторов, влияющих на сбалансированность кормовой базы.

**Формализация задачи.** Задача нелинейной оптимизации производственно-экономической структуры сельскохозяйственного предприятия осуществлена с помощью модели нелинейного программирования, которая комплексно может оценить влияние практически всех факторов на структуру кормопроизводства с оценкой необходимой и достаточной ее сбалансированности, которая в свою очередь обеспе-

чит получение гарантированных объемов производства молока. В качестве основных факторов, влияющих на значение функционала модели, рассматриваются такие переменные как, например, уровни урожайности (выхода, сбора) кормовых культур, уровень продуктивности и численности молочного стада, обеспечивающие получение планируемых объемов производства молока и другие параметры, характеризующее состояние производства мясо-молочной продукции на предприятиях АПК. Размерность модели составляет порядка 50 переменных, 30 функциональных связей, 10 критериев и 30 уравнений - ограничений.

Для решения оптимальных задач с нелинейными функциями цели были применены методы нелинейного программирования. При этом на независимые переменные и функциональные связи были наложены ограничения в виде нелинейных со-

отношений, имеющих вид равенств или неравенств.

В данной работе показана такая экономико-математическая модель, которая обеспечивает решение экономических задач с произвольными функциональными нелинейными связями (непрерывными и гладкими) в многомерном пространстве с различным набором критериев. Для решения оптимальных задач с нелинейными функциями цели были применены методы нелинейного программирования. При этом на независимые переменные и функциональные связи были наложены ограничения в виде нелинейных соотношений, имеющих вид равенств или неравенств. В данном случае методы нелинейного программирования были использованы в оптимизационных задачах с обобщенным критерием, под которым понимается такая функция  $\phi$ , которая превращает векторную оценку в скалярную (причем существенно нелинейную) и при этом сохраняет Парето-доминирование:

$f_{(\alpha, \beta)}(x, y) = (\alpha, x) + 1/(\beta, y)$ , где  
 $x^*$  - вектор «затраты», который достигает на множестве D минимума  
 $y^*$  - вектор «выпуск», который достигает на множестве D максимума.

При осуществлении задачи моделирования структуры производственно-экономической структуры предприятия определялся диапазон изменения исходных данных, способ формирования целевой функции и поиск ее экстремума с учетом нелинейных нормализованных ограничений.

**Исходные данные.** В качестве структурных составляющих были взяты следующие параметры и признаки:

$X_j$  - площадь пашни, занятой под кормовой или продовольственной культурой;  $j = 1..6$  (сено, силос, сенаж, свёкла, картофель, зерно);

$U_j$  - урожайность j-ой культуры;

$V_{ij}$  - питательность кормовых и продовольственных культур (выход питательных веществ с 1ц культуры);  $i$  - номер питательности j - кормовой культуры по 7 основным питательным элементам (кормовым единицам, сырому и перевариваемому протеину, сахару, крахмалу и клетчатке) -  $i=1..7$ ;

$P_{ik}$  - потребность в питательных веществах на одну голову молочного или мясного стада при заданной продуктивности (годовая или на стойловый период);

$Y_k$  - структурированное поголовье стада животных;  $k$  - определенный вид поголовья ( $k=1,4$ );

На основании перечисленных параметров или признаков был образован вектор производственно-экономической структуры предприятия:

$$S = (X_j; U_j; V_{ij}; P_{ik}; Y_k)$$

При формировании исходных данных были введены также **единичные показатели качества функционирования** предприятия, относящиеся к производству и потреблению кормов:

$E_i$  - объем производства питательных элементов;

$P_i$  - объем потребления питательных элементов, необходимый для получения заданной продуктивности и структуры поголовья стада животных;

Показатели  $E_i$  и  $P_i$  зависят от приведенных выше структурных переменных следующим образом:

$$E_i = \sum_{j=1}^6 X_j * U_j * V_{ij}, \quad i=1..7$$

$$P_i = \sum_{k=1}^4 P_{ik} * Y_k, \quad i=1..7$$

При такой формулировке показателей  $E_i$  и  $P_i$  производственная структура сельскохозяйственного предприятия может быть представлена в виде двух цехов - растениеводческого и животноводческого.

Такое представление функционирования предприятия в виде двух цехов позволяет сформировать наилучшим образом целевую функцию (обобщенный функционал) для решения задачи оптимизации с учетом «спроса - предложения» этих двух цехов. Перед формированием целевой функции учитывались (на уровне исходных данных) сложившиеся к моменту оптимизации (на уровне предприятия) уровни и экономические нормативы по урожайности культур и продуктивности животных, материально - денежным затратам и себестоимости. Это достигалось путем ретроспективного анализа (пятилетнего или десятилетнего) производственного потенциала предприятия АПК, а именно уровней урожайностей сельскохозяйственных культур и продуктивностей животных конкретного оптимизируемого предприятия АПК.

**Целевая функция.** На основе показателей  $E_i$  и  $P_i$  качества функционирования предприятия формировался единичный групповой показатель  $F_i$  качества производственной структуры и ее показатель  $\Delta_i$  экономической эффективности. В качестве целевой функции для постановки экстремальной задачи оптимизации брался комплексный показатель  $K(S)$  общей эффективности функционирования производственной структуры предприятия.

**Групповой показатель**  $F_i$  производственного функционирования предприятия формировался на основании балансовых уравнений  $P_i$  и  $E_i$  как нормированный единичный показатель:

$$F_i = 1 - E_i/P_i, i = 1..7$$

При такой записи группового показателя  $F_i$  учитывались уровни «спроса» и «предложение» отраслей животноводства и растениеводства, характеризующийся как единичный показатель.

**Групповой показатель**  $\mathcal{E}_i$  экономической эффективности хозяйства формируется также в виде зависимости, близкой по форме предыдущему групповому показателю:

$$\mathcal{E}_i = 1 - Z_i/R_i, i = 1..7$$

$R_i$  - показатель дохода хозяйства, руб:

$$R_i = C_{\text{прод.}i} * Q_i, i = 1..7$$

$C_{\text{прод.}i}$  - цена продаж продукции в хозяйстве (единица проданной продукции), руб/ед.

$Q_i$  - объем реализованной продукции, ед.

$Z_i$  - показатель затрат хозяйства, руб:

$$Z_i = C_{\text{зат.}i} * Q_i, i = 1..7$$

$C_{\text{зат.}i}$  - затраты на единицу произведенной продукции, руб/ед.

$Q_i$  - объем произведенной продукции, ед.

Такая запись единичного группового экономического показателя  $\mathcal{E}_i$  позволяет учесть как затраты при производстве продукции, так и денежную выручку от ее продаж.

**Комплексный показатель**  $K(S)$  качества функционирования хозяйства формируется как мультипликативный функционал (обобщенный критерий), учитывающий как групповой показатель  $F_i$  качества производственного функционирования предприятия, так и групповой показатель  $\mathcal{E}_i$  его экономической эффективности:

$$K(S) = \sum F_i + \sum \mathcal{E}_i$$

где  $S$  - вектор производственно-экономической структуры предприятия АПК.

При данной форме выражения для комплексного показателя функционирования предприятия АПК, он считался как целевая функция многокритериальной задачи Парето оптимизации, учитывающая все стороны деятельности предприятия АПК, как производственную, так и экономическую.

**Численное решение экстремальной задачи нелинейной Парето оптимизации обеспечивалось следующим образом:** требуется найти такое значение вектора  $S$  производственно-экономической

структуры предприятия АПК, которое соответствовало бы оптимальному по Парето его значению  $S = S^o$  по критериям лучшей сбалансированности кормовой базы и максимальной прибыли от производственной деятельности хозяйства (или оптимальный исход по Парето). Это обстоятельство отражается в обобщенном критерии  $K(S)$  (целевой функции) функционирования предприятия АПК. Математически это можно записать следующим образом:

$$K(S^o) = \min K(S),$$

$S \in D$

область поиска  $D$  включает границы изменения структурных переменных:

$$X_j^{\min} < X_j < X_j^{\max}, j = 1..6$$

$$U_j^{\min} < U_j < U_j^{\max}, j = 1..6$$

$$V_{ij}^{\min} < V_{ij} < V_{ij}^{\max}, i = 1..7, j = 1..6$$

$$P_{ik}^{\min} < P_{ik} < P_{ik}^{\max}, i = 1..7, k = 1..4$$

$$Y_k^{\min} < Y_k < Y_k^{\max}, k = 1..4$$

Значения питательности кормовых и продовольственных культур  $V_{ij} = RM[i][j]$ ,  $i = 1..7, j = 1..6$  хранятся в файле `korma.pit`, при численном решении модели

Программная реализация алгоритма формирования матрицы значений питательности кормов имеет следующий вид:

```
for (i=1; i<10; i++)
{
    fgets(buf, 80, vv);
    fgets(buf, 80, vv);
    fgets(buf, 80, vv);
    for (j=1; j<10; j++)
    {
        fscanf(vv, "%f", &ss1);
        RM[i][j]=ss1;
        if(getc(vv)==EOF)
            break;
    }
}
```

Значения элементов вектора  $S$  производственно-экономической структуры предприятия содержатся в массиве  $X, U, Y$ :

$X_j = X[j+6], j = 1..6$  - урожайности кормовых и продовольственных культур.

$U_j = X[j], j = 1..6$  - площадь пашни, занятой культурами.

$Y_1 = X[13] = \text{Korov}, Y_2 = X[17] = \text{Быки},$

$Y_3 = X[18] = \text{Ovcy}, Y_4 = X[19] = \text{Svin}$  - поголовье стада животных;  $k$  - определенный вид поголовья ( $k = 1, 4$ );

Границы возможных значений элементов вектора производственно-экономической структуры предприятия содержатся в массивах  $A$  (нижняя граница) и  $B$  (верхняя граница), в элементах с соответствующими индексами:

$$A[j] < X[j] < B[j]$$

Групповой показатель  $F_i$  производственного функционирования предприятия АПК выполняется по следующему программному алгоритму:

1. Вычисляется  $P_i = f[i-1]$ :  
 $f[i] = 0$ ;  
 for ( $i = 1; j < = 6; j++$ )

$$f[i]=f[i] + X[i]*RM[i][j]*X[j]+6$$

2. Вычисляется  $E_i=f[i+9]$ , значения  $p_{ik}$  задаются непосредственно в тексте программы:

$$f[10]=(0.0055*X[20]+37.02)*(Korov + Выкi*0.6 + Овсу*0.15);$$

3. Вычисляется  $F_i=f[i+29]$ ,  $i=1..7$ , значения  $p_{ik}$  и границы возможных значений функции задаются непосредственно в тексте программы, ограничения реализованы в виде штрафной функции:

$$fk=(1-f[10]/f[0]);$$

$$f[30]=fk*fk;$$

$$\text{if}(fk<0)\{ Fall++; f[30]=10+POL*fabs(fk); fall30=1;\}$$

$$\text{if}(fk>0.02)\{ Fall++; f[30]=10+POL*(fk-0.02); fall30=1;\}$$

Программная реализация комплексного показателя качества функционирования хозяйства  $K(S)=f[9]=F_x$  представляется следующим образом:

$$f[9]=f[30]+f[31]+f[32]+f[33]+f[34]+f[35]+f[36]+f[37]+f[38]+f[39]+$$

$$f[40]+f[41]-f[43]-f[44]+f[46]+1/f[50]; // структура рациона$$

$$\text{if}(f[9]<=0) f[9]=1e9;$$

$$F_x=f[9];$$

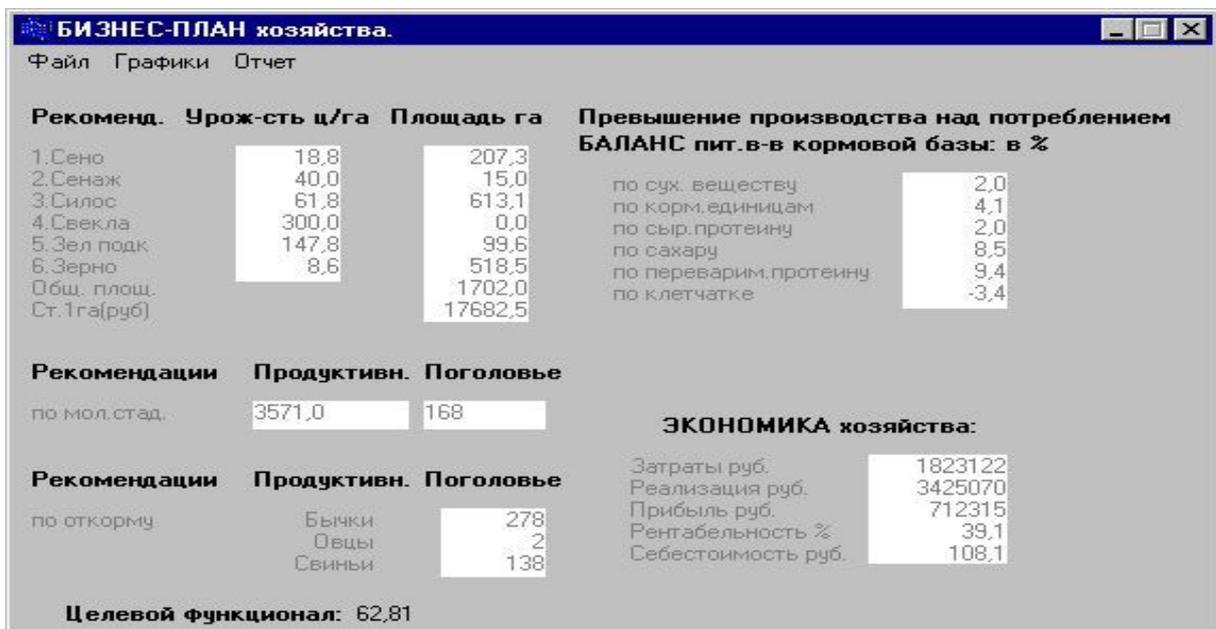


Рис.2 Внешний вид выходного решения оптимизационной задачи

Программная реализация оптимизационной задачи осуществлена в программной оболочке C++Builder6.

Выходная форма оптимизационной задачи по производственной структуре предприятия АПК приведена на рис. 2.

**Результаты и анализ численного решения оптимизационной задачи.** В процессе решения экстремальной задачи оптимизации осуществлялась максимизация функционала на множестве переменных в области поиска D по площади Xj зе-

мельных угодий под культурами, урожайности  $U_{ij}$  этих культур, питательности  $V_{ij}$  кормов, потребности животных в элементах питания  $p_{ij}$  и структуре поголовья  $Y_k$  стада.

Коэффициенты питательности  $V_{ij}$  задаются в модель из входного файла kopta.pit, внешний вид которого представлен ниже:

1. СУХОЕ ВЕЩЕСТВО								
Сено1	Сенаж	Силос	Свекла	Зел подк	Зерно	Сено2	Сено3	
RM[1][9]								
0.82	0.48	0.24	0.11	0.2	0.85	0.86	0.85	0.0
2. КОРМОВЫЕ ЕДИНИЦЫ								
Сено1	Сенаж	Силос	Свекла	Зел подк	Зерно	Сено2	Сено3	
RM[2][9]								
0.5	0.33	0.18	0.14	0.21	1.08	0.58	0.18	0.0
.....								
6. КЛЕТЧАТКА								
Сено1	Сенаж	Силос	Свекла	Зел подк	Зерно	Сено2	Сено3	
RM[6][9]								
0.277	0.162	0.078	0.007	0.05	0.058	0.266	0.325	0.0
7. КРАХМАЛ								
Сено1	Сенаж	Силос	Свекла	Зел подк	Зерно	Сено2	Сено3	
RM[7][9]								
0.0045	0.001	0.004	0.0013	0.02	0.35	0.023	0.008	0.0

Границы изменения переменных, задаются из входного файла var, внешний вид которого представлен ниже:

СЗАО Березниковское, задача от 21 апреля 2012 г		
У Р О Ж А Й Н О С Т И		
СЕНО:	Нижн.гран	Нач.знач. Верх.гран
28.4	29	32.6
СЕНАЖ:	Нижн.гран	Нач.знач. Верх.гран
70.0	100.0	104.0
СИЛОС:	Нижн.гран	Нач.знач. Верх.гран
200.0	210.0	250.0
.....		
П Л О Щ А Д И , га		
СЕНО:	Нижн.гран	Нач.знач. Верх.гран
0	600.0	705.0
СЕНАЖ:	Нижн.гран	Нач.знач. Верх.гран
0	250.0	360.0
СИЛОС:	Нижн.гран	Нач.знач. Верх.гран
0	187.0	250.0
.....		
ЗЕРНО:	Нижн.гран	Нач.знач. Верх.гран
0	450.0	1176.0
П О Г О Л О В Ь Е		
М/Стадо:	Нижн.гран	Нач.знач. Верх.гран -> X[13]
525	525	525
БЫЧКИ:	Нижн.гран	Нач.знач. Верх.гран -> X[17]
1700	1700	1700
Прод м/с:	Нижн.гран	Нач.знач. Верх.гран -> X[20]
14	14	16
.....		
Себестоимость(ss5):		
70.0		
Цена реализ.1ц: молоко говядина свинина		
352.0	2500.0	3100.0

Кроме этого учитывался показатель экономической эффективности с входящими в него величинами значений денежной выручки и затрат ( **Свыр.ij**, **Сзат.ij** ) при соответствующих объемах проданной и произведенной продукции (Oj и Qj).

Решение данной экстремальной задачи сводилось к поиску равновесной точки «спроса - предложения» по 6 основным элементам питания кормовой базы с учетом имеющихся земельных ресурсов и планируемых возможных диапазонов изменения

урожайности кормовых культур и поголовья скота. Результатом решения является оптимальный по Парето исход.

Процесс решения экстремальной задачи оптимизации с поиском оптимального варианта производственно-экономической структуры аграрного хозяйства занимает менее 3-х секунд машинного времени на современной ПК.

Численным решением задачи моделирования считается получение оптимальной производственной структуры предприятия АПК (оптимальный по Парето исход):

$$S^{\circ} = (X_j^{\circ}, U_j^{\circ}, V_{ij}^{\circ}, p_{ik}^{\circ}, Y_k^{\circ})$$

где  $X_j^{\circ}, U_j^{\circ}, V_{ij}^{\circ}, p_{ik}^{\circ}, Y_k^{\circ}$  - найденные оптимальные значения структурных составляющих:

$X_j^{\circ}$  - оптимальная площадь пашни, занятой под  $j$ -ой кормовой культурой;

$U_j^{\circ}$  - оптимальная урожайность  $j$ -ой культуры;

$V_{ij}^{\circ}$  - питательность кормовых культур;

$p_{ik}^{\circ}$  - потребность животных в элементах питания;

$Y_k^{\circ}$  - поголовье стада животных.

Рекомендации по отрасли растениеводства		Урожайность ц/га	Площадь га	Превышение производства над потреблением питательных веществ в кормовой базе	
1. Сено		32.7	449.2	по сухому веществу	8.0%
2. Сенаж		55.6	253.1	По кормовым единицам	2.1%
3. Силос		370.7	232.0	по сырому протеину	0.0%
4. Свекла		347.3	23.4	по сахару	0.0%
5. Картофель		19.0	80.5	по перевар протеину	2.8%
6. Зерно		18.4	637.5	По клетчатке	0.7%
Общая площадь.			1675.8		
Рекомендации по мол. стаду		Продуктивность 3098 кг год	Поголовье 449 голов		
Рекомендации по откорму		Животные КРС	Поголовье 841 голов	Затраты руб.	2795989.2
		Овцы	0	Реализация руб.	3206537.5
		Свиньи	0	Прибыль руб.	410548.2
				Рентабельность %	10.8

Рис.3 . Внешний вид выходной формы численного решения Парето оптимизации

В этой выходной форме кроме размеров площадей  $X_j^{\circ}$  под культурами, величин их урожайности  $U_j^{\circ}$  и структуры поголовья  $Y_k^{\circ}$ , представлены также обеспеченность  $P_i^{\circ}$  и сбалансированность  $V_{ij}^{\circ}$  питательными компонентами кормовой базы. Найденная оптимальная структура  $S^{\circ}$  аграрного хозяйства обеспечивает получение максимальных объемов производства молока (для анализируемого хозяйства : 30,38 ц \*449 голов коров = 13910 ц) и гарантированной прибыли, входящих в целевую функцию  $K(S)$ . В данном примере полученной оптимальной производственной структуре хозяйства, которая обеспечивает наибольшее значение  $R_i^{\circ} = 410548,2$  руб. и объеме производства молока 13910 ц. Путем изменения начальных исходных для оптимизационной модели (например, путем их увеличения) можно обоснованно определять такие производственные структуры предприятий АПК, при которых достигается максимизация объемов производства молока и прибыли. Пока-

затели выходной формы численного решения оптимизационной задачи могут быть взяты в предприятием АПК в качестве своего бизнес плана и в случае его успешной его реализации, возможно последовательное развитие таких бизнес планов, которые позволят в дальнейшем позволять решать задачи по увеличению объемов производства молока на данном предприятиях АПК.

Создание такой математической модели, универсальной или унифицированной для всех аграрных секторов регионов РФ, позволяет организовать обоснованные расчеты для всех предприятий АПК по оценке сбалансированности кормовой базы по питательным веществам, которые в свою очередь гарантировано позволят обеспечить такие объемы производства молока, которые решат задачу импортозамещения по всей линейке выпускаемой в России молочной продукции, которая пользуется спросом у населения

### **Библиографический список**

1. Брикач Г.Е. Нелинейная оптимизация в оценках деловой стратегии предприятий/ Г.Е. Брикач. –Москва:Издательство Российской академии образования, серия «Библиотека экономиста», 2006.-С.200.
2. Брикач, Г.Е. Оценка эффективности производства и продажи молока в России, США и Великобритании в условиях конкуренции/ Брикач Г.Е., Новоторов А.В., Ширяев Е.Н., Строков А.А. // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. -2008.- № 9.- С. 27-30.
3. Novotorov A. V., Brikach G. E. Forecasting Profit: Optimization of Production Cost at Fort Hays State University//My Net Research -Empowering Collaboration. 2009.

### **References**

1. Brikach GE Non-linear optimization in the estimates of the business strategy of the enterprises / GE Brikach. -Moscow: Publisher of the Russian Academy of Education, a series of "economist Library", 2006, S.200.
2. Brikach, GE Evaluating the effectiveness of the production and sale of milk in Russia, the USA and the UK in terms of competition / Brikach GE, Novotorov AV, Shiryayev EN, AA Strokov // Economics of agricultural and processing pre-acceptance. -2008.- № 9.- pp 27-30.
3. Novotorov A. V., Brikach G. E. Forecasting Profit: Optimization of Production Cost at Fort Hays State University // My Net Research -Empowering Collaboration. 2009.