

**ИНВЕСТИЦИОННО–ПРОЕКТНЫЙ ПОДХОД К
ФОРМИРОВАНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ
АГРОПРОМЫШЛЕННОЙ ФИРМЫ**

В статье рассматриваются вопросы формирования производственной программы агропромышленного предприятия в условиях неопределенной урожайности и других параметров внешней среды на основе полиномиальной модели «доходы затраты».

Прогноз параметров производства в условиях нестабильного спроса и урожайности является актуальной и необходимой задачей внутрифирменного планирования агропромышленного предприятия (АПК). Неопределенность ключевых параметров такого планирования обязывает искать средства и инструменты, позволяющие имитировать наиболее реалистичные, по мнению, менеджмента варианты плана, и принимать решения исходя из критериев доходности и риска. Инструменты имитации предполагают использовать формальные модели исследуемых процессов, реалистично отражающих некоторые интегральные показатели результатов инвестирования или производства. Оценку эффективности производственной программы АПК можно осуществить, используя полиномиальную модель «затраты–продажи» [1,2], представленную графически на рисунке 1, а аналитически совокупностью функций f_1 , f_2 , f_4 . Основной подход к имитации взаимодействия основан на представлении экономики каждой номенклатурной позиции моделью «затраты-продажи», тогда модель производственной программы ПК состоит из совокупности соотношений $f_{j1}(x_j)$ и $f_{j2}(x_j)$, которые обозначают функции объема продаж и затрат для $j = 1, 2, \dots, m$ номенклатурных позиций, при этом, без ограничения общности, можно предположить, что берутся первые m номенклатурных позиций из n . Выделение m номенклатурных позиций обусловлено тем, что некоторые виды продукции не включаются в план, например, по причине отсутствия спроса или другим причинам. Некоторые номенклатурные позиции не включаются в план по причине очень низкой рентабельности, если даже спрос и существует и предприятие вынуждено экономить оборотный капитал. Ряд номенклатурных позиций может иметь очень низкую прибыль или вообще не иметь прибыли, тогда функции объема продаж и затрат могут иметь другой вид, например, вид сливающихся прямых, разность между которыми (прибыль) в любой точке объема выпуска равна 0. Функция $f_{j1}(x_j)$ должна быть непрерывной, вогнутой и дважды дифференцируемой, $f_{j2}(x_j)$ – должна быть выпуклой, непрерывной, дважды дифференцируемой функцией. На рисунке 1 x_{jm} соответствует обозначение x_m , а x_j - x . Два этих параметра специально выделены по их роли и значению для планирования производственной программы, во-первых, роль производственной мощности в том, что она ограничивает моделируемый вы-

пуск сверху, т.е. $x_j \leq x_{jm}$, в случае, если $x_{jm} \leq x_{jc}$, когда спрос превышает производственную мощность.

В нашем случае, предприятие потребляет некоторое количество исходных ресурсов интегрально измеряемых функциями затрат $f_2(x_j)$, и при этом производит m продуктов в количестве $X = (x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_m)$, в натуральном измерении, функционально связанных с объема продаж $f_1(x_j)$.

Нахождение точек безубыточности $x_{1б}$, $x_{2б}$ производится решением уравнения $f_1(x) = f_2(x)$, что равносильно нахождению корней уравнения:

$$f_1(x) - f_2(x) = 0,$$

В качестве фактического верхнего ограничителя выпуска служит мощность x_m .

С помощью модели «затраты-продажи» можно вычислить следующие показатели и параметры производственной программы [2]:

объем продаж и затрат для точек безубыточности, для нижней:

$$f_1^H = f_1^H(x_{1б});$$

$$f_2^H = f_2^H(x_{1б});$$

для верхней:

$$f_1^H = f_1^H(x_{2б});$$

$$f_2^H = f_2^H(x_{2б});$$

2. Точка максимальной прибыли в области $Q - X_o^4$ - (рис. 1) определяется решением уравнения:

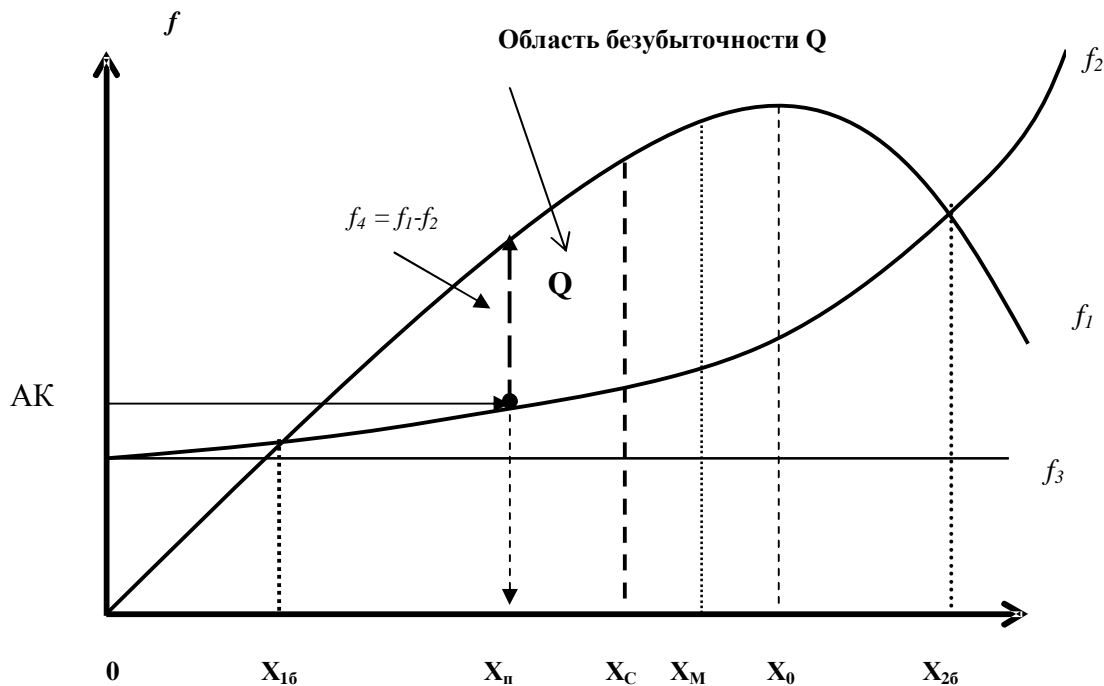
$$\frac{df_4}{dx} = 0.$$

3. Максимальное значение прибыли – P_0 -определяется как:

$$P_0 = f_4(X_o^4).$$

4. Максимальное значение объема продаж:

$$O_o = f_1(X^1_o),$$



Условные обозначения

f_1, f_2 – функции объема продаж и производственных затрат, соответственно;

АК – авансированный капитал (сумма средств для реализации производственной программы);

f_4 – функция прибыли;

X_{16}, X_{26} – точки безубыточности;

$X_{п}$ – объем производства в натуральном измерении, соответствующий данному объему инвестированного капитала АК;

$X_{с}$ – объем спроса в натуральном измерении;

$X_{м}$ – объем производства, соответствующий производственной мощности;

X_0 – объем производства в натуральном измерении, соответствующий при данных технологических возможностях максимальной прибыли.

f_3 – постоянные затраты ($f_2 = f_{2n} + f_3$); f_{2n} – условно-переменные затраты

Рис. 1. Нелинейная модель экономики отдельного продукта АПК

где X^1_o , определяется из условия $\frac{df_1}{dx} = 0$.

5. Средняя прибыль P_{cp}

$$P_{cp} = \frac{1}{X_{o2} - X_{o1}} \int_{X_{o1}}^{X_{o2}} f_4 dX,$$

6. Рентабельность производства r :

$$r = f_4(x)/f_2(x),$$

7. Рентабельность продаж R :

$$R = f_1(x)/f_2(x).$$

8. Производственная мощность X_M :

$$X_M = k X_0^1.$$

где k – коэффициент загрузки мощности, зависит от спроса и степени средней загрузки, $X_C / X_0^1 \leq k \leq 1$; экспертно устанавливаются $k = 0,8 \div 0,95$.

9. Объем производства X_0 при заданном объеме инвестируемого капитала AK_0 , находится как корень уравнения:

$$f_2(X_0) = AK_0.$$

10. Объем авансированного капитала AK_0 , необходимый для производства заданного X_0 находится вычислением функции:

$$AK_0 = f_2(X_0).$$

12. Объем продаж O для объема производства X_0 :

$$O = f_1(X_0).$$

13. Прибыль для X_0 :

$$P = f_4(X_0).$$

Характер фактического поведения функций выпуска и затрат позволяют с достаточной точностью описывать кривые f_1 и f_2 с помощью полиномов второго порядка вида:

$$Y = a_1 x^2 + a_2 x + a_3.$$

Тогда, используя соответствующие обозначения коэффициентов запишем,

$$f_1 = a_1 x^2 + b_1 x + c_1 \quad (1)$$

$$f_2 = a_2 x^2 + b_2 x + c_2 \quad (2)$$

В этом случае получаем функции прибыли

$$f_4 = (a_1 - a_2)x^2 + (b_1 - b_2)x + (c_2 - c_1).$$

Если обозначить

$$a_4 = a_2 - a_1; \quad b_4 = b_2 - b_1; \quad c_4 = c_2 - c_1,$$

то:

$$f_4 = a_4 x^2 + b_4 x + c_4.$$

Полиномиальное представление экономики ПС позволяет достаточно корректно проводить анализ эффективности ее деятельности.

Модель производственной программы АПК формируется как матрица коэффициентов регрессии моделей «затраты продажи» по всем номенклатурным позициям. В рамках проведенного нами исследования, была апробирована формализованная производственная программа АПК по пяти доминантным позициям: 1) пшеница, 2) ячмень, 3) озимая рожь, 4) агрегат (обобщенная зернобобовая позиция), в которой объединяются по средневзвешенной от площади засева: овес, просо, гречиха, горох, подсолнечник. Продукция растениеводства измерялась как в натуральных показателях, так и в стоимостной форме. Пятым самостоятельным элементом производственной программы выступила обобщенная продукция животноводства, измеряемая только в стоимостной форме.

На основе реальных данных и выбранных пяти товарных позиций формируется вектор структуры производственной программы $CB = (cb_1, cb_2, cb_3, cb_4, cb_5)$.

Где: cb_1 – доля общих затрат на производство пшеницы, cb_2 – доля общих затрат на производство ячменя, cb_3 – доля общих затрат на производство ози-

мой ржи, cb_4 – доля общих затрат на производство агрегата, cb_5 – доля общих затрат на производство продукции животноводства.

$$\sum_{i=1}^5 cb_i = 1$$

Если обозначить общие затраты на производственную программу АК, то инвестируемый капитал на производство пшеница определяется как:

$$AKPSH = cb_1 \times АК,$$

аналогично и по другим позициям.

Например, по 2000 году вектор $CB = (0,48; 0,09; 0,02; 0,03; 0,38)$,

$AK = 14526$ тыс. руб.,

$AKPSH = 6972,48$; $AKJA = 1307,34$; $AKRO = 290,52$; $AKOST = 435,78$;
 $AKGIV = 5519,88$.

Где $AKPSH$ – инвестируемый капитал по пшенице, $AKJA$ – авансированный капитал по ячменю, $AKRO$ – авансированный капитал по озимой ржи, $AKOST$ – инвестируемый капитал по агрегату, $AKGIV$ – авансированный капитал по животноводству.

Таким образом вектор CB описывает структуру издержек производства ПК по элементам производственной программы и играет важную роль в процедурах имитации влияния заказа ПЛ на производственную программу ПК. Механизм влияния «заказа», через вектор CB будет описан ниже.

Предварительно, сделаем несколько замечаний относительно вида функций f_1 и f_2 , описывающих объем продаж и производственные затраты. Прежде всего, характер данных кривых должен отражать реальные особенности производства сельскохозяйственной продукции, которые характеризуются следующими моментами:

- ◆ Необходимостью соблюдать агротехнические требования, т.е. чередовать посевы и выдерживать пары, что существенно ограничивает «физическую мощность» производства зерновых;
- ◆ ограниченность основных производственных фондов, в том числе машин и механизмов;
- ◆ ограниченность финансов для приобретения хороших семян, удобрений, ГСМ;
- ◆ четкое планирование площадей под посевы;
- ◆ неопределенность объемов производства (урожайности), цен и спроса на различные культуры, что задает управленческий риск при принятии плановых решений;
- ◆ любые стратегии, связанные с желанием увеличить объем той или иной позиции связан с резким увеличением издержек: дополнительные финансовые ресурсы на ГСМ, удобрения, запчасти, семена, аренда дополнительных площадей, дополнительный труд и т.д.

Отсюда, в совокупности превышение номинальных мощностей производства тех или иных видов культур приводит к резкому увеличению затрат, что и отражает вид функции f_2 .

Аналогичные рассуждения применимы и к объему продаж f_1 , в частности, стремление повысить объем продаж сопровождается изменением структуры рынка, излишки продукции требуют хранения, уменьшается скорость продаж, падает спрос, уменьшается цена и т.д., что приводит к снижению выпуска в стоимостном выражении.

Обозначим каждый элемент производственной программы формальным символом, а именно: пшеница – PSH; ячмень – JA; озимая рожь – RO; агрегат – OST; животноводство – GIV.

Вид теоретических кривых (см. рис. 1.) с достаточной точностью отражает особенности производства агропромышленного предприятия. Функции $f_1(x)$ и $f_2(x)$ можно получить на основе регрессионного анализа, для чего необходимо иметь фактические данные о f_1 , f_2 и X , здесь x – объем производства ячменя в тоннах. В целях удобства проведения регрессионного анализа были сформированы необходимые данные в промежуточных таблицах: по пшенице – таблица 1, аналогично по другим позициям.

Таблица 1.

Выпуск продукции и затраты по пшенице

№	Выпуск нат. выр.(тонн)	Выпуск стоим. в тыс. руб.	Затраты(тыс. руб.)
1	2	3	4
1	0	0	1000
2	454,4	999,68	1205
3	908,8	1999,36	1340
4	1363,2	2999,04	1489,69
5	1817,6	3998,72	1563,136
6	2272	4998,4	1953,92
7	2726,4	5998,08	2344,704
8	3180,8	6997,76	2735,488
9	3635,2	7997,44	3126,272
10	4089,6	8997,12	3517,056
11	4544	9996,8	3907,84
12	4998,4	10900	4298,624
13	5452,8	10900	5100,69
14	5907,2	10900	6480
15	6361,6	10850	7360
16	6816	10340	8140
17	7270,4	9820	9600

Используя данные регрессионного анализа, были описаны конкретные функции выпуска и затрат по каждому элементу производственной программы в стоимостной форме. В таблицу 2 сведены коэффициенты регрессии, которая имеет следующий вид.

Таблица 2.

Коэффициенты уравнений регрессии

№	Наименование		A	B	C
1	Пшеница	$F1P$	-0,0002	3,36	-768,66
		$F2P$	0,0002	-0,1696	1282,4

		<i>F4P</i>	-0,0004	3,53	-2051,06
2	Ячмень	<i>F1J</i>	-0,0004	3,11	90,50
		<i>F2J</i>	0,0002	-0,158	940
		<i>F4J</i>	-0,0006	3,27	-849,5
3	Озимая рожь	<i>F1R</i>	-0,0007	3,23	-253,54
		<i>F2R</i>	0,0005	-0,6402	418,23
		<i>F4R</i>	-0,0012	3,87	-671,77
4	Агрегат	W1	0	1,1	0
5	Животноводство	W2	0	0,8	0

В качестве примера покажем как работает процедура формирования производственной программы на основе реальных данных АПК «колхоза Гигант» Алтайского края. Для выбранной структуры инвестируемого капитала $CB = (0,48; 0,09; 0,02; 0,03; 0,38)$, $AK = 14526$ тыс. руб., где $AKPSH = 6972,48$; $AKJA = 1307,34$; $AKRO = 290,52$; $AKOST = 435,78$; $AKGIV = 5519,88$. Принимаем в процедурах моделирования разделение общих транзакционных издержек на транзакционных издержки по элементам производственной программы пропорционально вектору CB , т.е. по пшенице:

$$TAI1 = cb_1 \times TAI = 0,48 \times 2178,9 = 1045,87 \text{ тыс. руб.}$$

Аналогично и по другим позициям. $TAI2 = 196,10$ тыс. руб.; $TAI3 = 43,57$ тыс. руб.; $TAI4 = 65,36$ тыс. руб.; $TAI5 = 827,98$ тыс. руб.

Назовем сумму производственных бухгалтерских затрат и транзакционных издержек характеристическими затратами (полными).

$$SSitog = AK + TAI$$

Аналогично для каждой позиции производственной программы, например, для пшеницы:

$$SS1itog = AKPSH + TAI1$$

Конкретные значения этих показателей приводим ниже:

$$SSitog = 16705 \text{ тыс. руб.}$$

$$SS3itog = 334,1 \text{ тыс. руб.}$$

$$SS1itog = 8018,35 \text{ тыс. руб.}$$

$$SS4itog = 501,14 \text{ тыс. руб.}$$

$$SS2itog = 1503,44 \text{ тыс. руб.}$$

$$SS5itog = 6347,86 \text{ тыс. руб.}$$

Вычисление основных параметров производственной программы ПК Пшеница:

Приравниваем функцию $f2P$ к авансированному капиталу по пшенице $AKPSH$, получаем уравнение, решив которое находим объем производства в натуральных показателях.

$$0,0002X_1^2 - 0,1696X_1 + 1282,4 = 6972,48$$

В итоге получаем:

$$1) X_1 = 5774,72 \text{ тонн.}$$

1) Подставляем значение X_1 в (3.1) получаем объем выпуска

$$f1P(5774,72) = 11964,92 \text{ тыс. руб.}$$

2) Расчетную бухгалтерскую прибыль определяем подставляя значение X_1 в $f4P$ (3.3), которая равняется 4992,44 тыс. руб.

3) Характеристические затраты $SS1itog = 8018,35$ тыс. руб.

- 4) Характеристическая прибыль получаем корректировкой бухгалтерской прибыли на транзакционные издержки:

$$BP1 = 11965,0 - 8018,4 = 3946,6 \text{ тыс. руб.}$$

- 5) Размер посевных площадей определяем делением X_1 на планируемую урожайность. $5774,7 : 1,42 = 4066,7$ га.
6) Точки безубыточности $X^B_1 = 8198,6$ тонн; $X^H_1 = 625,4$ тонн.
7) Интервал безубыточной работы $X^B_1 - X^H_1 = 7573,2$ тонн.
8) Средняя прибыль для этих условий рассчитываем по формуле (2.43)
 $P^*_1 = 3823$ тыс. руб.
9) Максимальная прибыль получаем в точке $X^*_1 = 4412$ га т.е.
 $f4P(4412) = 5735$ тыс. руб.

Аналогично определяем характеристики других элементов производственной программы, а именно:

Ячмень.

Приравниваем функцию $f2J$ к инвестируемому капиталу по ячменю АКJA и получаем уравнение, решив которое находим объем производства продукции в натуральных показателях.

$$0,0002X^2_2 - 0,158X_2 + 940 = 1307,34$$

В итоге получаем

- 1) $X_2 = 1806,64$ тонн.
- 2) $f1J(1806,64) = 4403,57$ тыс. руб.
- 3) Расчетная бухгалтерская прибыль по ячменю равняется
 $f4J(1806,64) = 3096,23$ тыс. руб.
- 4) $SS2itog = 1503,44$ тыс. руб.
- 5) Управленческая прибыль $BP2 = 2900$ тыс. руб.
- 6) Размер посевных площадей равен $1272,28$ га.
- 7) $X^B_2 = 5172,97$ тонн; $X^H_2 = 273,7$ тонн.
- 8) $X^B_2 - X^H_2 = 4899,27$ тонн.
- 9) $P^*_2 = 2400$ тыс. руб.
- 10) $X^*_2 = 2723$ га., тогда $f4J(2723) = 3600$ тыс. руб.

Озимая рожь:

Приравниваем функцию $f2R$ к авансированному капиталу по озимой ржи АКRO и получаем уравнение, решив которое находим объем производства продукции в натуральных показателях.

$$0,0005X^2_3 - 0,64X_3 + 418,23 = 290,52$$

В итоге получаем:

- 1) $X_3 = 1033,18$ тонн.
- 2) $f1R(1033,18) = 2336,42$ тыс. руб.
- 3) Расчетная бухгалтерская прибыль по озимой ржи равняется
 $f4R(1033,18) = 2045,9$ тыс. руб.
- 4) $SS3itog = 334,1$ руб.
- 5) Управленческая прибыль $BP3 = 2002,31$ тыс. руб.
- 6) Размер посевных площадей равен 420 га.
- 7) $X^B_3 = 3041,08$ тонн; $X^H_3 = 184,08$ тонн.
- 8) $X^B_3 - X^H_3 = 2857$ тонн

9) $X_3^* = 1613,0$ га., тогда $f_4R(1613,0) = 2449,0$ тыс. руб.

По позициям производственной программы «агрегат» и «животноводство» число характеристических показателей значительно меньше, поскольку эти направления деятельности практически не влияют на эффективность: «животноводство» необходимо хозяйству, но убыточно, а «агрегат» малорентабелен.

Итак, по агрегату:

1. Авансированный капитал AKOST = 435,78 тыс.руб.
2. Объем продаж W1 = 479,36 тыс. руб.
3. Прибыль 43,57 тыс. руб.
4. Трансакционные издержки 65,36 тыс. руб.
5. Управленческая прибыль – 21,78 тыс. руб.
6. Размер занятых площадей $435,78 : 1,14 = 382,3$ га.

По животноводству:

1. Авансированный капитал AKGIV = 5519,9 тыс. руб.
2. Объем продаж 4415,9 тыс. руб.
3. Прибыль – 1103,98 тыс. руб.
4. Трансакционные издержки 827,9 тыс. руб.
5. Управленческая прибыль BP5 = –1931,95 тыс. руб.

Итогом расчетов является производственная программа, которая представлена в таблице 3.

Достоинством предлагаемого подхода к формированию производственной программы является ее внутренняя оптимизационность, т.е. в результате расчетов получается оптимальная производственная программа АПК по возможностям и спросу. Производственная программа существенным образом зависит от фактической урожайности и рыночных цен. В этом случае необходимо определить пессимистические и оптимистические границы разброса ее параметров. В таком случае применяется следующий прием: берется соотношение затрат для

$$f_2^2(x_2)/f_2^1(x_2) = \eta$$

где η – корректирующий коэффициент модели затрат, x_2 – фактическая урожайность, x_1 – плановая урожайность при затратах f_1 .

Таблица 3.

Основные параметры производственной программы АПК

№	Наименование Показателя	Ед. Изм.	Вид продукции					Итого
			Пшеница	Ячмень	Рожь	Агрегат	Животноводство	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Планируемая урожайность	Тонн /Га	1,42	1,42	24,6	1,15		
2	Планируемая цена за тонну	Руб.	2200	2880	2000	32,8	3625,5	
3	Авансированный капитал	Тыс. руб.	6972,48	1307,34	290,52	435,78	5519,88	14526

4	Площадь	Га	4066,7	1272,28	419	363,15	X	6122
5	Объем произведенной продукции в натуре	Тонн	5774,72	1806,64	1033,18	37,8	1344,3	X
6	Объем производства в стоимостном выражении	Тыс. руб.	11964,92	4403,57	2336,42	479,36	4415,9	23600,16
7	Трансакционные издержки	Тыс. руб.	1045,87	196,10	43,57	65,36	827,98	2178,9
8	Общие Издержки	Тыс. руб.	8018,35	1503,44	334,1	501,14	6347,86	16705
9	Прибыль бухгалтерская	Тыс. руб.	4992,44	3096,23	2045,9	43,57	-1103,98	9074,16
10	Прибыль управленческая	Тыс. руб.	3946,6	2900,12	2002,31	-21,78	-1931,95	6895,26
11	Прибыль от реализации	Тыс. руб.	2762,6	2030	1401,6	-15,2	-1352,3	4826,68
12	Средняя прибыль	Тыс. руб.	3823	2400	1632,17	43,5	-1352,3	6686,37
13	Максимальная прибыль	Тыс. руб.	5735	3600	2449	87	0	12081

Тогда $f_2^2(x_2) = \eta f_2^1(x_2)$, при условии равенства постоянных затрат это означает, что, с учетом соотношения (2), $a_2^2 = \eta a_1^1$; $b_2^2 = \eta b_1^1$; $c_2 = c_1$. Тогда на основе ретроспективных наблюдений можем установить реалистичные пределы урожайности:

$$x_H \leq x_{\Pi} \leq x_B, \quad (3)$$

где x_H , x_{Π} , x_B – нижнее, плановое и верхнее значения урожайности, соответственно. Для нижней границы x_H , η будет больше 1, для x_{Π} , равен 1, а для x_B , меньше 1. При расчете плановых показателей производственной программы необходимо принимать решение, учитывая интервал (3), что приводит к многовариантным расчетам, т.е. моделированию.

Библиографические ссылки

1. Межов И.С., Организационное проектирование интегрированных производственных систем: Моногр. / Барнаул: Изд-во АГУ, 2002..
2. Плещинский А.С., Титов В.В., Межов И.С. Механизмы вертикальных взаимодействий предприятий (вопросы методологии и моделирования). – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2005.
3. Межов И.С., Бочаров С.Н. Теоретические и прикладные вопросы организации рентабельных интегрированных агропромышленных комплексов в регионе // Ползуновский вестник, 2005, № 4 (ч.3).