

Оптимизация структуры затрат на производимую продукцию сельскохозяйственных организаций*

П.И. Огородников, д.т.н., профессор, М.К. Базаров, к.т.н., Е.П. Гусева, н.с., Оренбургский филиал ФГБУН ИЭ УрО РАН

В настоящее время эффективность функционирования сельскохозяйственных организаций в основном определяется товарной (ассортиментной) политикой, т.е. портфелем товарной продукции. Мы предлагаем один из эффективных методов оценки рациональности ассортиментной производимой продукции на базе рангового анализа, когда структура товарной продукции обосновывается удельным весом затрат на каждый вид продукции в общем объеме затрат на производство.

Из теории вероятностей известно, что основными числовыми характеристиками случайных величин являются [1]:

1) математическое ожидание, оценкой которого служит выборочная средняя арифметическая величина:

$$M_i = \frac{\sum_{j=1}^N y_{ij}}{N}, \quad (1)$$

где M_i – оценка математического ожидания эффективности (рентабельности) i -го вида продукции;

$y_{i,j}$ – эффективность (рентабельность) i -го вида продукции в j -м наблюдении;

N – число наблюдений за эффективностью i -го вида продукции;

2) вариация (дисперсия) эффективности (рентабельности) i -го вида продукции:

$$D_i = \frac{\sum_{j=1}^N (y_{i,j} - M_i)^2}{N}; \quad (2)$$

3) ковариация (корреляционный момент) эффективностей (рентабельностей) i -го и k -го видов товарной продукции:

$$V_{i,k} = \frac{\sum_{j=1}^N (y_{i,j} - M_i) \cdot (y_{k,j} - M_k)}{N}, \quad (3)$$

очевидно, что $V_{i,i} = D_i$.

Если вариация эффективности равна нулю, то эффективность не отклоняется от ожидаемого значения, т.е. нет неопределённости, а следовательно, и риска. Поэтому в качестве меры неопределённости или риска принято считать вариацию или среднее квадратическое отклонение (СКО), равное корню квадратному из вариации (дисперсии).

При формировании структуры продуктового портфеля необходимо наряду со стремлением максимизировать эффективность позаботиться и о снижении риска, снижении неопределённости.

Пусть $X_i, i = 1, 2, 3, \dots, k$ – доля общих затрат предприятия, приходящаяся на i -й вид товарной продукции, тогда:

$$\sum_{i=1}^k X_i = 1. \quad (4)$$

Согласно теоремам теории вероятностей математическое ожидание эффективности (рентабельности) по продуктовому портфелю, оценкой которого служит общая средняя, будет равно сумме средних эффективностей по каждому виду продукции с учётом их долей в портфеле, т.е. средней взвешенной:

$$M_p = \sum_{i=1}^k M_i \cdot X_i, \quad (5)$$

где M_i – средняя эффективность (рентабельность) i -го вида товарной продукции.

Соответственно отклонение эффективности по портфелю от его математического ожидания равно

$$y_p - M_p = \sum_{i=1}^k (y_i - M_i) \cdot X_i. \quad (6)$$

Математическое ожидание этого отклонения, т.е. дисперсия (ковариация) эффективности по портфелю:

$$\begin{aligned} V_p &= M[(y_p - M_p)^2] = \\ &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k X_i \cdot X_j \cdot M[(y_i - M_i) \cdot (y_j - M_j)] = \\ &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k X_i \cdot X_j \cdot V_{i,j} \\ \text{или} \quad V_p &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k X_i \cdot X_j \cdot V_{i,j} = \\ &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k X_i \cdot X_j \cdot r_{i,j} \cdot \sigma_i \cdot \sigma_j \end{aligned} \quad (7)$$

где $V_{i,j} = M[(y_i - M_i) \cdot (y_j - M_j)]$ – корреляционный момент случайных величин y_i и y_j ;
 $r_{i,j}$ – коэффициент корреляции случайных величин y_i и y_j ;
 σ_i – среднее квадратическое отклонение случайной величины y_i .

* Статья подготовлена при финансовой поддержке ориентированных фундаментальных исследований УрО РАН. Проект 13-7-001-ОПЕН «Внедрение научно-методологического инструментария по оценке «зрелости» организаций АПК к инвестициям»

Таким образом, вариация эффективности по портфелю V_p (а следовательно, и величина риска) определяется структурой портфеля (X_i), средними квадратическими отклонениями эффективностей (σ_i) и их взаимной корреляцией ($r_{i,j}$).

Оптимизация структуры продуктового портфеля сводится к решению задачи математического программирования, которая формулируется следующим образом: найти неотрицательные значения X_i доли общего вложения капитала в i -й продукт, которые обеспечат минимум коэффициента вариации эффективности продуктового портфеля:

$$K_v = \frac{\sqrt{V_p}}{M_p} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k X_i \cdot X_j \cdot V_{i,j}}}{\sum_{i=1}^k M_i \cdot X_i} \Rightarrow \text{Min}, \quad (8)$$

при условии, что будет обеспечено заданное значение коэффициента корреляции между рангами структуры затрат и рангами сложившейся средней рентабельности продуктов (например, на уровне не менее 0,6) [2], а также, поскольку X_i – доли, т.е.

сумма их должна быть равна единице: $\sum_{i=1}^k X_i = 1$

или, если в процентах, то: $\sum_{i=1}^k X_i = 100$.

При этом минимум коэффициента вариации будет достигаться как за счёт увеличения средней эффективности, так и за счёт уменьшения вариации эффективности по портфелю, т.е. за счёт уменьшения риска.

Кроме того, учитывая сложившуюся структуру затрат, связанную с освоением определённых технологий и профессиональной занятостью работников, переход к оптимальной структуре требует постепенной перестройки технологических процессов, переквалификации работников. Следовательно, в качестве ограничения, обеспечивающего постепенность перехода на оптимальную структуру, можно ввести ограничение на показатель отклонения оптимальной структуры от исходной, который вычисляется по формуле:

$$G = 100 \cdot \left(\frac{W}{W_{\max}} \right)^{0,5} \%, \quad (9)$$

где W_{\max} – сумма квадратов элементов структуры до оптимизации;

W – сумма квадратов разности, соответствующих элементов оптимальной структуры затрат и элементов структуры до оптимизации.

Для обеспечения постепенной перестройки производства на оптимальную структуру этот показатель отклонения может составлять 10–20% [3].

Рассмотрим оптимизацию затрат на примере производства сельскохозяйственной продукции в одном из районов Оренбургской области.

Рассчитаем среднюю рентабельность, дисперсию, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации и величины риска, рассчитанной как вероятность того, что рентабельность окажется меньше нуля, в предположении, что рентабельность как случайная величина распределена нормально.

1. Результаты оптимизации с позиции минимума коэффициента вариации рентабельности в целом по портфелю

Вид продукции	Структура после диверсификации	Ранги структуры после диверсификации	Структура до диверсификации	Ранги структуры до диверсификации	Сложившаяся средняя рентабельность, руб/руб	Ранги сложившейся средней рентабельности
Пшеница X1	11,14	19	16,25	19	0,303	17
Рожь X2	0,00	1	2,17	13	0,183	12
Просо X3	0,00	8	0,30	7	0,232	14
Гречиха X4	10,12	17	0,15	6	0,428	20
Кукуруза X5	0,20	9	0,41	9	0,178	11
Ячмень X6	0,00	1	1,77	12	0,248	15
Горох X7	1,14	11	0,04	4	0,310	18
Овёс X8	0,00	1	0,01	1	0,021	8
Подсолнечник X9	1,67	13	5,39	15	0,397	19
КРС X10	1,40	12	7,50	16	-0,224	5
Свиньи X11	9,69	16	7,88	17	0,202	13
Овцы и козы X12	6,46	15	0,03	2	0,291	16
Птица X13	1,14	10	1,23	11	-0,043	7
Лошади X14	3,14	14	0,09	5	0,083	9
Молоко цельное X15	10,37	18	9,63	18	0,169	10
Яйца X16	29,53	21	24,79	21	0,479	21
Мясо КРС X17	0,00	1	3,80	14	-0,434	3
Мясо свиньи X18	0,00	1	0,53	10	-0,380	4
Мясо овцы и козы X19	0,00	1	0,03	3	-0,719	2
Мясо птицы X20	13,99	20	17,64	20	-0,074	6
Мясо лошади X21	0,00	1	0,37	8	-0,762	1
	100		100			

2. Результаты оптимизации с позиции минимума коэффициента вариации рентабельности в целом по портфелю

Показатель	При сложившейся структуре затрат	При оптимальной структуре затрат	Изменение результатов	Изменение в % к сложившимся
Средняя рентабельность продуктового портфеля, руб/руб	0,18	0,25	0,07	38,9
Коэффициент ранговой корреляции между рангами структуры затрат и рангами средней сложившейся рентабельности продуктов	0,119	0,606	0,49	409,2
Дисперсия рентабельности продуктового портфеля, [руб/100 руб] ²	129,1	63,7	-65,40	-50,7
Среднее квадратическое отклонение рентабельности продуктового портфеля, руб/100 руб	11,36	7,98	-3,38	-29,8
Коэффициент вариации рентабельности по продуктовому портфелю, %	63,1	31,9	-31,20	-49,4
Вероятность риска убыточности в предположении нормального закона распределения вероятностей рентабельности по портфелю, %	5,7	0,1	-5,57	-98,5

3. Рекомендации по изменению инвестиций в производство продукции по сравнению с 2012 г.

Вид продукции	2012 г.		Оптимальная структура затрат, %	Предложение по изменению инвестиций	Изменения в %	Изменения в тыс. руб.	Рекомендуемые инвестиции, тыс. руб.
	Полная себестоимость, тыс. руб.	Средняя структура затрат, %					
Пшеница X1	238954	15,4	11,08	снизить на	4,3	10275	228679
Рожь X2	40749	2,6	0,65	снизить на	2,0	803	39946
Просо X3	6701	0,4	1,10	повысить на	0,7	45	6746
Гречиха X4	182	0,0	12,00	повысить на	12,0	22	204
Кукуруза X5	61	0,0	2,11	повысить на	2,1	1	62
Ячмень X6	30837	2,0	0,00	снизить на	2,0	612	30225
Горох X7	302	0,0	3,41	повысить на	3,4	10	312
Овёс X8	38	0,0	0,00	снизить на	0,0	0	38
Подсолнечник X9	151590	9,8	3,86	снизить на	5,9	8939	142651
КРС X10	82295	5,3	3,57	снизить на	1,7	1422	80873
Свиньи X11	312037	20,1	8,32	снизить на	11,8	36689	275348
Овцы и козы X12	394	0,0	4,74	повысить на	4,7	19	413
Птица X13	12970	0,8	2,71	повысить на	1,9	243	13213
Лошади X14	1337	0,1	3,41	повысить на	3,3	45	1382
Молоко цельное X15	109523	7,0	8,85	повысить на	1,8	1979	111502
Яйца X16	303725	19,5	21,14	повысить на	1,6	4847	308572
Мясо КРС X17	30946	2,0	0,00	снизить на	2,0	616	30330
Мясо свиньи X18	9018	0,6	0,00	снизить на	0,6	52	8966
Мясо овцы и козы X19	348	0,0	0,00	снизить на	0,0	0	348
Мясо птицы X20	203457	13,1	13,05	снизить на	0,0	84	203373
Мясо лошади X21	18706	1,2	0,00	снизить на	1,2	225	18481
Итого сумма	1554170	100	100				1501663

Матрица парных ковариаций подтвердила, что между некоторыми видами продукции существует отрицательная линейная корреляционная связь. Это даёт основание при оптимизации затрат снизить величину риска по портфелю за счёт диверсификации.

Матрица включает элементы дисперсии рентабельности портфеля, вычисленные по формуле:

$$V_p = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k X_i \cdot X_j \cdot V_{i,j}, \quad (10)$$

где $V_{i,j} = M[(R_i - M_i) \cdot (R_j - M_j)]$ – корреляционный момент средних годовых значений рентабельностей R_i и R_j и j видов продукции;

$X_i, i = 1, 2, 3, \dots, k$ – доля общих затрат предприятия, приходящаяся на i -й вид товарной продукции;

M_i – средняя эффективность (рентабельность) i -го вида товарной продукции, вычисленная как средняя взвешенная за рассматриваемый период времени.

Проведём оптимизацию структуры затрат с целью минимума коэффициента вариации рентабельности продуктового портфеля.

Результаты оптимизации с позиции минимума коэффициента вариации рентабельности в целом по портфелю представлены в таблицах 1 и 2.

В таблице 3 представлены некоторые рекомендации по изменению инвестиций в производство продукции по сравнению с 2012 г.

По таблице видно, что средняя рентабельность продуктового портфеля увеличится по сравнению со сложившейся:

1) при оптимальной структуре затрат по коэффициенту вариации рентабельности портфеля на 39%;

2) при оптимальной структуре затрат по средней рентабельности продуктового портфеля на 74%;

3) при оптимальной структуре затрат по дисперсии рентабельности портфеля на 43%.

При этом коэффициент ранговой корреляции между рангами структуры затрат и рангами средней сложившейся рентабельности продуктов составит (по сравнению со сложившимся коэффициентом 0,119):

1) при оптимальной структуре затрат по коэффициенту вариации рентабельности портфеля 0,606;

2) при оптимальной структуре затрат по средней рентабельности продуктового портфеля 0,647;

3) при оптимальной структуре затрат по дисперсии рентабельности портфеля 0,697.

Кроме того, вероятность риска убыточности в предположении нормального закона распределения

вероятностей рентабельности по портфелю составит (по сравнению со сложившейся вероятностью 5,7%):

1) при оптимальной структуре затрат по коэффициенту вариации рентабельности портфеля 0,1%;

2) при оптимальной структуре затрат по средней рентабельности продуктового портфеля 1,2%;

3) при оптимальной структуре затрат по дисперсии рентабельности портфеля 0,3%.

С целью рационализации структуры затрат, повышения средней рентабельности продуктового портфеля и снижения вероятности риска убыточности можно рекомендовать оптимальную структуру затрат по средней рентабельности продуктового портфеля.

По разработанной методике проведена оптимизация затрат и оценено разнообразие продуктового портфеля на примере Оренбургского района Оренбургской области. За критерий оптимизации были выбраны три разных показателя.

Литература

1. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Высшая школа, 1999.
2. Ползунова Н.Н., Краев В.Н. Исследование систем управления: учеб. пособ. для вузов. М.: Академический проект; Трикта, 2006. 240 с. («Gaudeamus»).
3. Первозванский А.А., Первозванская Т.Р. Финансовый рынок: риск и расчёт. М., Инфра-М, 1994.