



Рис. 1. Динаміка витрат на соняшник в пунктах реалізації  $\omega_1$ ,  $\omega_3$ .

#### Джерела та література:

1. Knight F. H. Risk, uncertainty and profit / F. H. Knight // Hart, Schaffner, and Marx Prize Essays. – Boston, MA : Houghton Mifflin, 1921. – No. 31.
2. Aizenman J. Managing volatility and crisis overview / J. Aizenman // Managing volatility and crisis: a practitioner's guide overview / B. Pinto, J. Aizenman, (Eds.). – Cambridge : Cambridge University Press, 2005.
3. Schnepf R. Price determination in agricultural commodity markets : a primer / R. Schnepf; CRS-Congressional Research Service. – Report for Congress, RL33204, 2005.
4. Вентцель А. Д. Курс теории случайных процессов / А. Д. Вентцель. – 2-е изд., доп. – М. : Наука; Физматлит, 1996. – 400 с.
5. Жлуктенко В. І. Стохастичні процеси в економіці : монографія / В. І. Жлуктенко, А. В. Бегун. – К. : КНЕУ, 2005. – 352 с.
6. <http://zernoua.info/index.php?action=prices&categoryid=8&archive>.

Игнатьев В. М.

УДК 311-330.4: 631.6

### ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ФУНКЦИИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Сельскохозяйственное производство на орошаемых землях описывается значительным числом показателей, которые характеризуют предприятие АПК с учетом влияния рынка, погодных условий, земельных и водных ресурсов. Учет основных факторов и показателей является актуальным при оценке эффективности сельскохозяйственного производства. Объекты хозяйствования и их показатели можно оценить методами многомерной статистики [1]. Получение производственных функций, которые позволяют проследить зависимости основных показателей эффективности хозяйственного водопользования от других факторов, опирается на постулат исследования системы только с учетом внешних параметров и показателей. Само хозяйство, как систему, можно представить в виде «черного ящика».

При построении производственных функций эффективности водопользования в хозяйстве предлагается использовать методику оценивания, использующую метод главных компонент. Последовательность расчетов по методике такая: снижения числа показателей, получение латентных (скрытых) показателей, ранжирование показателей по влиянию на латентный показатель, выделение результирующих и исходных показателей и оценка степени влияния выделенных показателей на результирующий показатель, построение регрессионной зависимости.

Основные показатели экономической и технической деятельности хозяйств Миусской оросительной системы Ростовской области, подготовленные по указаниям [2], приведены в монографии [3].

Латентные показатели являются объединением исходных показателей в виде следующей линейной зависимости [1]:

$$z_i = li_1 \cdot x_1 + li_2 \cdot x_2 + li_3 \cdot x_3 + \dots + li_n \cdot x_n, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

где:  $z_i$  –  $i$ -я компонента;  $n$  – количество показателей;  $x_i$  – отклонение  $i$ -го показателя от его среднего значения;  $li_j$  – искомые коэффициенты.

По исходным показателям формируется матрица  $X$ , размерностью  $6 \cdot 21$ , где  $6$  – количество хозяйств,  $21$  – число показателей. Элементами исходной матрицы  $X$  являются размерные значения показателей водопользования.

Среди показателей оценивающих эффективность водопользования в хозяйствах после проведения корреляционного анализа остались следующие 10 показателей: коэффициент использования воды в хозяйстве; отклонение фактической площади полива от плановой; отклонение фактически проведённых гектарополивов от плановых; отклонение фактической водоподачи от плановой водоподачи; отклонение

фактической нормы полива от плановой нормы; продуктивность и эффективность орошаемого гектара; продуктивность и эффективность 1000 м<sup>3</sup> оросительной воды; фондоотдача.

По данным уменьшенной матрицы X, размерностью 6·10 рассчитывается ковариационная матрица K, размерностью 10·10. Ковариационная матрица является исходной для метода главных компонент. Собственные значения ковариационной матрицы находятся с помощью функции  $eigenvals(K)$  в пакете математических расчетов MathCAD и принимают следующие значения: -0,021; -5,78·10<sup>-8</sup>; 0,022; 18,5; -21,92; 46,35; 311,09; 7277; 19810; 449300.

Собственные значения располагаются в порядке возрастания их значений по модулю. Рассмотрим формулы, по которым оценивается степень влияния латентных показателей на процесс ранжирования орошаемых хозяйств:

$$g_i = \lambda_i / \sum_{i=1}^{10} \lambda_i \cdot 100 \% \quad (2)$$

Значения весов коэффициентов  $g_i$ , подсчитанные по формулам (2), равны: 4,481·10<sup>-6</sup>; 1,212·10<sup>-11</sup>; 4,56·10<sup>-6</sup>; 4,6·10<sup>-3</sup>; 3,88·10<sup>-3</sup>; 9,72·10<sup>-3</sup>; 0,065; 1,526; 4,155; 94,24 %. Первый латентный показатель описывает эффективность водопользования с достоверностью 94,24 %, а два первых показателя характеризуют систему с достоверностью 98,38 %.

Значения коэффициентов в формуле первого латентного показателя (коэффициенты собственного вектора ковариационной матрицы) принимают следующие значения: 2,772·10<sup>-6</sup>; 4,09·10<sup>-4</sup>; 7,26·10<sup>-3</sup>; 3,6·10<sup>-4</sup>; 2,36·10<sup>-3</sup>; 0,896; 0,424; 0,12; 0,057; 0,023. Значения коэффициентов в формуле второго латентного показателя принимают следующие значения: 0,224·10<sup>-5</sup>; 0,0007546; 0,033; 0,000085; 0,00288; 0,407; 0,861; 0,135; 0,27; 0,012.

Формула первого латентного показателя (1) без подстановки средних значений примет следующий вид:

$$z_1 = 2,772 \cdot 10^{-6}(y_1 - m_1) + 4,089 \cdot 10^{-4}(y_2 - m_2) + 0,00726 (y_3 - m_3) + 3,6 \cdot 10^{-4}(y_4 - m_4) + 0,00236(y_5 - m_5) + 0,896 (y_6 - m_6) + 0,424 (y_7 - m_7) + 0,12 (y_8 - m_8) + 0,057 (y_9 - m_9) + 0,023(y_{10} - m_{10}). \quad (3)$$

Второй латентный показатель (1) при подстановке средних значений примет вид:

$$z_2 = 0,224 \cdot 10^{-5}(y_1 - 0,709) + 0,0007546 (y_2 - 1,133) + 0,033(y_3 - 10,983) + 0,000085 (y_4 - 13,433) + 0,00288(y_5 - 14,767) + 0,407(y_6 - 871,833) + 0,861(y_7 - 318,334) + 0,135(y_8 - 195,5) + 0,27(y_9 - 70,784) + 0,012(y_{10} - 20,137). \quad (4)$$

Значения первого латентного показателя для рассматриваемых хозяйств умножим на 0,94236, а значения второго латентного показателя умножим на 0,04155. Используя эти новые значения в качестве векторов, получим значения результирующего показателя по теореме Пифагора: 910; 177; 443; 176; 324; 466; 1819; 702; 07; 9,53. С применением значений результирующего показателя хозяйства по степени убывания хозяйства упорядочиваются так: 4,1,5,2,3,6. А список наименований хозяйств выглядит так: ТОО «Родина», ТОО «Прогресс», ТОО им. Орлова, ТОО «Лиманное», АФ «Золотая коса» и ТОО «Первомайское». Значения второго латентного показателя, рассчитанные по формуле (4), такие: 7,3, 234,947, 207,25, 9,844, 16,13, 5,577.

Наибольшее значение коэффициента в формуле первого латентного показателя (3) принимает коэффициент при шестом слагаемом, который имеет значение 0,896. Далее показатели по степени убывания располагаются в следующей последовательности номеров: 7,8,9,10,3,5,2,4,1. Первыми пятью показателями являются: продуктивность орошаемого гектара, эффективность орошаемого гектара, продуктивность 1000 м<sup>3</sup> и эффективность 1000 м<sup>3</sup> оросительной воды и фондоотдача. Они вносят числовой вклад в значение первого латентного показателя в размере 99,3%. А продуктивность орошаемого гектара, эффективность гектара и продуктивность 1000 м<sup>3</sup> вносят вклад в значение латентного показателя в 95 %. С учетом достоверности первого латентного показателя в 94,24 % первые три показателя оценивают эффективность хозяйственного водопользования с достоверностью в 10 %.

Для этих трех основных при оценке эффективности показателей можно построить производственную функцию, которая даст регрессионную зависимость между ними. Среди значимых производственных функций наилучшая имеет следующий вид:

$$Y = 160 + G^{0,8854} \cdot V^{-0,098} \quad (5)$$

где: Y – эффективность орошаемого гектара, руб. / га; G – продуктивность орошаемого гектара, руб. / га; V – продуктивность 1000 м<sup>3</sup> оросительной воды, руб. / га.

Зависимость, указанных в формуле (5), показателей приемлема при изменении продуктивности гектара от 426 до 1050 и при изменении продуктивности 1000 м<sup>3</sup> оросительной воды от 142 до 348 руб.

При построении производственной функции для хозяйств Азовского районного управления оросительных систем Ростовской области число показателей (m) равно 11. Рассчитав ковариационную матрицу, найдём собственные значения, которые принимают значения: -1,716 10<sup>-5</sup>; -3,867 10<sup>-6</sup>; 5,87· 10<sup>-6</sup>; -7,2550·10<sup>-5</sup>; 6,214; 300,7; 27420; 28640; 9664; 4,099109; 3,522 10<sup>11</sup>. Собственные значения располагаются в порядке возрастания их значений. Поэтому степень значимости латентных показателей на процесс ранжирования орошаемых хозяйств, указанная в процентах, следующая: -4,81610<sup>-15</sup>; -1,085· 10<sup>-15</sup>; 1,65 10<sup>-15</sup>; -2,036 10<sup>-14</sup>; 1,744 10<sup>-9</sup>; 8,44 10<sup>-8</sup>; 7,696 10<sup>-6</sup>; 8,038 10<sup>-6</sup>; 2,712 10<sup>-5</sup>; 1,151; 98,85.

Первый латентный показатель описывает систему с достоверностью 98,85 % и имеет следующий вид:  $z_1 = -0,1392(y_1 - m_1) + 0,00008946(y_2 - m_2) - 0,1366(y_3 - m_3) - 7,245 \cdot 10^{-7}(y_4 - m_4) + 0,009453(y_5 - m_5) + 0,02411(y_6 - m_6) - 0,2553(y_7 - m_7) - 0,4402(y_8 - m_8) + 0,7811(y_9 - m_9) + 0,03035(y_{10} - m_{10}) + 0,3023(y_{11} - m_{11})$ .

Значения первого латентного показателя для хозяйств Аксайского района получаются равными: 0,5856; 2,302; 2,087; 13,28; 73,34; 0,05663; 1,202; -23,3. Оптимальная последовательность номеров хозяйств такая: 5,4,2,3,7,1,6,8. Эта последовательность соответствует наименованиям хозяйств: Старочеркасский, Темерницкий, Заречный, Островский, им. Чкалова, им. Горького, Щепкинский, племенной совхоз Аксайский.

Наибольшее значение коэффициента в формуле первого латентного показателя  $z_1$  принимают коэффициенты: водоподача в тыс. м<sup>3</sup> на один гектар (оросительная норма брутто), продуктивность одной тысячи м<sup>3</sup>, себестоимость одной тысячи м<sup>3</sup> воды и фондоотдача. Далее располагаются показатели, которые вносят в значение первого латентного показателя на 16 % погрешности.

Поэтому эти четыре показателя из формулы первого латентного показателя оценивают процесс эффективности на  $0,84 \cdot 0,9885 \approx 0,83$  или на 83 %.

Построим зависимость продуктивности воды от фондоотдачи, оросительной нормы и себестоимости воды. В результате применения ряда формул регрессии получили зависимость следующего вида:

$$P = 0,107F^2 - 0,031F - 0,574M^2 + 114,82M + 0,000274C^2 + 0,775C - 347,065, \quad (6)$$

где:  $P$  – продуктивности 1000 м<sup>3</sup> оросительной воды, руб.;  $F$  – фондоотдача, %;  $M$  – оросительная норма брутто, тыс. м<sup>3</sup> на га;  $C$  – себестоимость водоподачи, руб. / 1000 м<sup>3</sup>.

Если найти локальную связь между продуктивностью воды и оросительной нормой, то получается параболическая зависимость

$$P = 56,422 M^2 - 442,75 M + 895,033. \quad (7)$$

Достоверность функции (6) по сравнению с параболой (7) выше на 35 %. Если перемножить продуктивности воды на оросительную норму, то получим продуктивность орошаемого гектара. И тогда можно для оценки эффективности водопользования в производственную функцию вместо двух переменных (продуктивности воды и оросительной нормы брутто) ввести одну переменную: продуктивность орошаемого гектара. Таким образом, для двух групп данных в производственных функциях используются одни и те же показатели: прибыль, себестоимость, оросительная норма и фондоотдача.

Производственная функция (6), позволяет легко найти значения, при которых она достигает максимума. Для этого достаточно функцию (6) про дифференцировать по аргументу, приравнять к нулю и найти оптимальное значение. Например,  $Copt = 0,775/2/0,0002742 = 1413$ .

При упорядочении показателей, характеризующих водопользование в хозяйствах Азовского районного управления оросительных систем Ростовской области, применялся следующий метод главных компонент [1]. Рассчитывалась корреляционная матрица по показателям. Затем по этой матрице с помощью функции `eigenvecs(K)` пакета MathCAD находились собственные вектора, которые характеризуют вариацию показателей в системе латентных показателей: Коэффициенты собственных векторов располагались по убыванию по абсолютной величине. В результате упорядочения показатели системы можно записать по убыванию влияния на систему показателей: коэффициент ритмичности, оросительная норма брутто, доход, фондоотдача, продуктивность воды, удельные затраты, продуктивность орошаемого гектара, себестоимость водоподачи, мелиоративные фонды, стоимость валовой продукции, наличие орошаемых земель. Коэффициент ритмичности рассматривался как корреляция между требуемыми и фактическими объемами декадной водоподачи.

Предложенная методика построения производственных функций и оценки показателей приемлема для оценки эффективности системного водопользования.

#### Источники и литература:

1. Айвазян С. А. Прикладная статистика. Основы эконометрики / С. А. Айвазян. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 432 с.
2. Ольгаренко В. И. Указания по оценке эффективности планирования водопользования в хозяйствах / В. И. Ольгаренко, В. М. Игнатьев, Т. Н. Шульга. – Новочеркасск : НПО «Югмелиорация», 1991.
3. Волосухин В. А. Оптимизация решений в водохозяйственном строительстве : монография / В. А. Волосухин, В. М. Игнатьев, И. А. Русин. – Ростов н/Д. : СКНЦВШ, 2003. – 136 с.