

УДК 631.15:658.5:510.6

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ, НА ОСНОВЕ ЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА

А.В. Ганичева

Тверская государственная сельскохозяйственная академия
Кафедра математики

Рассмотрено применение логического метода для анализа взаимосвязи различных факторов, влияющих на эффективность производства сельскохозяйственной продукции, на основе обобщения результатов опроса работников соответствующих предприятий.

Ключевые слова: эффективность сельскохозяйственных предприятий, производительность труда, анализ факторов, логический индекс, булевы функции, прогнозирование экономических процессов.

THE ANALYSIS OF FACTORS INFLUENCING THE ACTIVITY OF AGRICULTURAL ENTERPRISES ON THE BASIS OF THE LOGICAL METHOD

A.V. Ganicheva

The mathematic department of Tver State Agricultural Academy

The article is devoted to the logical method application for correlation analysis between different factors influencing the agricultural production efficiency on the basis of generalization of employee interview results of particular enterprises.

Keywords: agribusiness effectiveness, labor productivity, factor analyses, logical index, Boolean functions, prognostication of economic processes.

В процессе анализа деятельности сельскохозяйственных предприятий приходится сталкиваться с комбинацией изменяющихся факторов, влияющих на эффективность деятельности предприятий. При различном сочетании действия таких факторов, их влияние на результативный признак может оказаться либо регрессивным, либо нейтральным, либо прогрессивным. Подобного рода задачи могут быть решены с помощью логического метода, основанного на понятиях булевых функций (высказываний) и булевых уравнений.

Рассмотрим, как на производительность труда сельскохозяйственных предприятий, а также количество обработанных сельскохозяйственных угодий, стоимость производимой продукции и ее

качество влияют следующие факторы: стоимость сельскохозяйственных машин и топлива, укомплектованность парка машин, наличие и квалификация работников соответствующих хозяйств.

Предположим, что в процессе исследования деятельности сельскохозяйственных предприятий были получены три группы зависимостей, показывающих влияние различных факторов на показатели эффективности их деятельности. Перечислим их.

– Высокая стоимость сельскохозяйственных машин и топлива или использование на сельскохозяйственных работах неквалифицированной рабочей силы, несмотря на укомплектованный парк машин и оборудования, привели к тому, что из-за невысокого уровня производительности труда получилось низкое качество выполненных работ и большое количество необработанных сельскохозяйственных угодий.

– Высокая стоимость сельскохозяйственных машин и топлива при достаточном уровне квалификации рабочих, но при наличии некомплектованности парка машин и оборудования приводят либо к высокому уровню производительности труда, либо при невысокой производительности труда к большому количеству необработанных сельскохозяйственных угодий.

– При некомплектованности парка машин и оборудования или при нехватке квалифицированных рабочих кадров и низкой стоимости сельскохозяйственных машин и топлива производство осуществлялось либо с невысоким уровнем производительности труда при низком качестве продукции, либо при большом количестве необработанных сельскохозяйственных угодий.

Требуется определить:

1) Как влияют на производительность труда сельскохозяйственных предприятий следующие факторы:

- а) стоимость сельскохозяйственных машин и топлива;
- б) укомплектованность парка машин и оборудования;
- в) квалификация рабочих кадров.

2) При каких условиях будет достигнуто:

- а) высокая производительность труда;
- б) небольшое количество необработанных сельскохозяйственных угодий;
- в) высокое качество производимой сельскохозяйственной продукции.

Выделим понятия, связанные с основными факторами и показателями производства сельскохозяйственной продукции:

(1) стоимость сельскохозяйственных машин и топлива – или низкая, или высокая;

- (2) парк машин и оборудования – или укомплектован, или не укомплектован;
- (3) рабочие - квалифицированные или неквалифицированные;
- (4) производительность труда – или высокая, или низкая;
- (5) количество необработанных сельскохозяйственных угодий – или большое, или небольшое;
- (6) стоимость сельскохозяйственной продукции – или высокая, или низкая.

В соответствии с перечисленными понятиями введем в рассмотрение следующие элементарные высказывания:

- A = стоимость сельскохозяйственных машин и топлива высокая;
- \bar{A} = стоимость машин и топлива низкая;
- B = парк машин и оборудования укомплектован;
- \bar{B} = парк машин и оборудования не укомплектован;
- C = рабочие неквалифицированные;
- \bar{C} = рабочие квалифицированные;
- D = высокий уровень производительности труда;
- \bar{D} = невысокий уровень производительности труда;
- E = большое количество необработанных сельскохозяйственных угодий;
- \bar{E} = небольшое количество необработанных сельскохозяйственных угодий;
- F = высокое качество производимой сельскохозяйственной продукции;
- \bar{F} = низкое качество производимой сельскохозяйственной продукции.

Представим условия 1 – 3 в виде логических соотношений, получим:

$$A + C \times B = \bar{D} \rightarrow E \times \bar{F}, \quad (1)$$

$$A + \bar{C} \times \bar{B} = \bar{D} \rightarrow \bar{E} \times \bar{F}, \quad (2)$$

$$\bar{B} + C \times A = D + \bar{D} \times E \times F. \quad (3)$$

В данных соотношениях через “ \times ”, “+”, “-”, “ \rightarrow ” обозначены соответственно логическое умножение, сложение, отрицание, следование.

После равносильных преобразований соотношения (1) – (3) примут вид:

$$A + C \times B = D + E \times \bar{F}, \quad (4)$$

$$A + \bar{C} \times \bar{B} = D + \bar{E} \times \bar{F}, \quad (5)$$

$$\bar{B} + C \times A = D + \bar{D} \times E \times F. \quad (6)$$

Для решения задачи воспользуемся логическим методом, изложенным в [1] и примененным для решения экономических задач в [2]. Поскольку в равенствах (4) – (6) слева участвуют три переменные A, B, C и справа три переменные D, E, F , то сначала найдем изображающие числа переменных A, B, C в трехэлементном базисе в $[A, B, C]$. Для этого составим таблицу:

Таблица 1

Изображающие числа	Номер разряда							
	0	1	2	3	4	5	6	7
#A	0	1	0	1	0	1	0	1
#B	0	0	1	1	0	0	1	1
#C	0	0	0	0	1	1	1	1

В данной таблице знак «#» используется для обозначения изображающих чисел, числа в верхней стороне обозначают соответствующие разряды. Совершенно аналогичная таблица строится для изображающих чисел переменных D, E, F в базисе $[D, E, F]$, стоящих в правых частях равенств (4) – (6).

Известно, что изображающее число логической суммы (дизъюнкции) равно сумме изображающих чисел слагаемых, причем сложение осуществляется поразрядно по правилу: $0+0=0$, $0+1=1$, $1+0=1$, $1+1=1$. Изображающее число логического произведения (конъюнкции) выполняется поразрядно по правилу: $0 \times 0=0$, $0 \times 1=0$, $1 \times 0=0$, $1 \times 1=1$. Изображающее число отрицания \bar{A} получается из изображающего числа A заменой в каждом разряде 0 на 1 и 1 на 0.

Используя указанные правила, найдем изображающие числа левых и правых частей равенств (4) – (6) и результаты представим соответственно таблицами 2 и 3, в которых в верхних строках указаны соответствующие разряды:

Таблица 2

разряды	0	1	2	3	4	5	6	7
$A+C \times B$	0	1	0	1	0	1	1	1
$\overline{A+C} \times \bar{B}$	1	1	0	1	0	1	0	1
$\overline{B+C} \times \bar{A}$	1	1	0	0	1	1	1	0

Таблица 3

разряды	0	1	2	3	4	5	6	7
$D+E \times F$	0	1	0	1	0	1	1	1
$D+E \times F$	1	1	0	1	0	1	0	1
$D+D \times E \times F$	1	1	0	0	1	1	1	0

Выпишем последовательно все столбцы изображающих чисел из полученных таблиц в виде двоичных чисел и укажем справа их десятичные значения. Итак, для первой таблицы имеем последовательность:

$$011 = 6, 111 = 7, 000 = 0, 110 = 3, 001 = 4, 111 = 7, 101 = 5, 110 = 3.$$

Для второй таблицы получаем следующую последовательность:

$$001 = 4, 110 = 3, 101 = 5, 111 = 7, 000 = 0, 110 = 3, 011 = 6, 111 = 7.$$

Таким образом, каждая последовательность содержит число «0» – 1 раз, число «3» – 2 раза, число «4» – 1 раз, число «5» – 1 раз, число «6» – 1 раз, число «7» – 2 раза. Поэтому столбцы таблицы 1 можно получить из столбцов таблицы 2 соответствующими перестановками, число которых определяется количеством перестановок столбцов, соответствующих числам 3 и 7, поскольку в каждой таблице имеется по 2 столбца этих чисел. Следовательно, число возможных решений системы, определяемой равенствами (4) – (6), будет равно четырем, что соответствует различным перестановкам чисел 3 и 7 в строке 1 таблицы 4.

В этой таблице в строках 1 и 2 указаны номера столбцов таблиц 2 и 3 соответственно.

Таблица 4

Разряды	0	1	2	3	4	5	6	7
Строка 1	6	7	0	3	4	7	5	3
Строка 2	4	3	5	7	0	3	6	7

Согласно алгоритму из [1] связь между матрицами столбцов U_1 и U_2 таблиц 2 и 3 соответственно можно установить при помощи перестановочной матрицы $R = (r_{ij})$ такой, что $U_2 = R \times U_1$, причем $r_{ij} = 1$ тогда и только тогда, когда в таблице 4 в j -ом разряде первой строки и в i -ом разряде второй строки стоит одно и то же число.

Как уже отмечалось выше, возможны четыре варианта матрицы R .

Вариант 1. Пусть $r_{04} = 1, r_{13} = 1, r_{26} = 1, r_{31} = 1, r_{42} = 1, r_{57} = 1, r_{60} = 1, r_{75} = 1$. Тогда

$$\begin{array}{c}
 0 \quad 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad 5 \quad 6 \quad 7 \\
 \\
 R = \begin{array}{l}
 0 \left(\begin{array}{cccccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right) \\
 1 \left(\begin{array}{cccccccc} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right) \\
 2 \left(\begin{array}{cccccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{array} \right) \\
 3 \left(\begin{array}{cccccccc} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right) \\
 4 \left(\begin{array}{cccccccc} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right) \\
 5 \left(\begin{array}{cccccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right) \\
 6 \left(\begin{array}{cccccccc} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right) \\
 7 \left(\begin{array}{cccccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{array} \right)
 \end{array}
 \end{array}$$

Отсюда искомое преобразование переменных есть

$$\begin{array}{l}
 \#D = \left(\begin{array}{cccccccc} 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{array} \right) \\
 \#E = \left(\begin{array}{cccccccc} 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{array} \right) \\
 \#F = \left(\begin{array}{cccccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{array} \right)
 \end{array}
 \times R = \left(\begin{array}{cccccccc} 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{array} \right),$$

при этом

$$\#D(A, B, C) = 01010101, \#E(A, B, C) = 11000110, \#F(A, B, C) = 10100101.$$

Восстановим D , E , и F в дизъюнктивной нормальной форме по их изображающим числам:

$$\begin{array}{l}
 D = \overline{A} \times \overline{B} \times \overline{C} + A \times \overline{B} \times \overline{C} + A \times \overline{B} \times C + A \times B \times C = A \times \overline{C} + A \times C = A; \\
 E = \overline{A} \times B \times \overline{C} + A \times \overline{B} \times \overline{C} + A \times \overline{B} \times C + \overline{A} \times B \times C = A \times \overline{B} + \overline{B} \times \overline{C} + \overline{A} \times B \times C; \\
 F = \overline{A} \times \overline{B} \times \overline{C} + \overline{A} \times B \times \overline{C} + A \times \overline{B} \times C + A \times B \times C = \overline{A} \times \overline{C} + A \times C.
 \end{array}$$

Вариант 2. Пусть $r_{04} = 1, r_{17} = 1, r_{26} = 1, r_{35} = 1, r_{42} = 1, r_{53} = 1, r_{60} = 1, r_{71} = 1$.

В этом случае

$$\begin{array}{c}
 0 \quad 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad 5 \quad 6 \quad 7 \\
 \\
 R = \begin{array}{l}
 0 \left(\begin{array}{cccccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right) \\
 1 \left(\begin{array}{cccccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right) \\
 2 \left(\begin{array}{cccccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{array} \right) \\
 3 \left(\begin{array}{cccccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{array} \right) \\
 4 \left(\begin{array}{cccccccc} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right) \\
 5 \left(\begin{array}{cccccccc} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right) \\
 6 \left(\begin{array}{cccccccc} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right) \\
 7 \left(\begin{array}{cccccccc} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right)
 \end{array}
 \end{array}$$

Тогда

$$\begin{matrix} \#D = \\ \#E = \\ \#F = \end{matrix} \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \times R = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Таким образом

$$\#D(A, B, C) = 01010101, \#E(A, B, C) = 11000110, \#F(A, B, C) = 11110000.$$

Найдем D, E, F в дизъюнктивной нормальной форме:

$$D = A \times \bar{B} \times \bar{C} + A \times B \times \bar{C} + A \times \bar{B} \times C + A \times B \times C = A \times \bar{C} + A \times C = A;$$

$$E = \bar{A} \times \bar{B} \times \bar{C} + A \times \bar{B} \times \bar{C} + A \times \bar{B} \times C + \bar{A} \times B \times C = A \times \bar{B} + \bar{B} \times \bar{C} + \bar{A} \times B \times C;$$

$$F = \bar{A} \times \bar{B} \times \bar{C} + A \times \bar{B} \times \bar{C} + \bar{A} \times B \times \bar{C} + A \times B \times \bar{C} = \bar{A} \times \bar{C} + A \times \bar{C} = \bar{C}.$$

Вариант 3: $r_{04} = 1, r_{13} = 1, r_{25} = 1, r_{35} = 1, r_{42} = 1, r_{57} = 1, r_{60} = 1, r_{71} = 1.$

Аналогично вариантам 1 и 2 получаем, что

$$D = A; E = \bar{B} \times \bar{C} + A \times \bar{B} + \bar{A} \times B \times C; F = \bar{A} \times \bar{C} + A \times B \times C + A \times \bar{B} \times \bar{C}.$$

Вариант 4: $r_{04} = 1, r_{17} = 1, r_{26} = 1, r_{31} = 1, r_{42} = 1, r_{53} = 1, r_{60} = 1, r_{75} = 1.$

Рассматривается совершенно аналогично предыдущим случаям. В результате получаем:

$$D = A; E = \bar{B} \times \bar{C} + A \times \bar{B} + \bar{A} \times B \times C; F = \bar{A} \times \bar{C} + A \times \bar{B} \times C + A \times B \times \bar{C}.$$

Обобщая полученные четыре решения, получаем общее решение:

$$\begin{aligned} D &= A; E = A \times \bar{B} + \bar{B} \times \bar{C} + \bar{A} \times B \times C = \bar{B} \times (\bar{C} + A) + \bar{A} \times B \times C; \\ F &= \bar{A} \times \bar{C} + A \times \bar{C} + \bar{C} + A \times \bar{C} + A \times B \times \bar{C} + A \times \bar{B} \times \bar{C} + A \times B \times C + \\ &A \times B \times \bar{C} = A \times \bar{C} + \bar{C}. \end{aligned}$$

На основании полученных равенств можно сделать следующие выводы:

– При данных условиях на качестве продукции не отразился уровень укомплектованности парка машин и оборудования, а определяющими факторами явились либо квалификация рабочих, либо стоимость сельскохозяйственных машин и топлива.

– На уровень производительности труда сельскохозяйственных рабочих в данных условиях оказывает влияние стоимость сельскохозяйственных машин и топлива.

– Высокое качество сельскохозяйственной продукции в данных условиях определяется либо высокой квалификацией рабочих, либо при их низкой квалификации высокой стоимостью сельскохозяйственных машин и топлива.

На снижение количества необработанных сельскохозяйственных угодий не может повлиять

– укомплектованность парка машин и оборудования – при невысокой квалификации рабочих и низком качестве продукции;

– высокая квалификация рабочей силы либо высокое качество продукции – при неуккомплектованности парка машин и топлива.

Таким образом, с помощью логического метода можно спрогнозировать экономические процессы, в частности, происходящие в сельском хозяйстве. Тем самым появляется возможность управлять этими процессами, обеспечивать заданный конечный результат.

1. Горелик А.Л., Скрипкин В.А. Методы распознавания. – М.: Высшая школа, 1984.

2. Ганичева А.В., Уманская Е.Г. Логический метод решения экономических задач. – Тверь, ТвГУ, 2001.

Об авторах:

ГАНИЧЕВА Антонина Валериановна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики Тверской государственной сельскохозяйственной академии.