

ПРОБЛЕМЫ УНИВЕРСИТЕТСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 510.633:51-77

Использование логического метода в анализе учебного процесса

А. В. Ганичева

Тверская государственная сельскохозяйственная академия

Россия, 170904, Тверская область, г. Тверь, ул. Маршала Василевского (Сахарово), д. 7

TGAN55@yandex.ru; (4822) 34-73-09

Статья посвящена логическому методу принятия коллективных решений на основе высказываний экспертов. Метод основан на понятиях: изображающее число, высказывание, булева функция. Рассмотрено применение логического метода для анализа факторов, влияющих на эффективность учебного процесса, путем обработки результатов опроса групп экспертов. Данный метод является достаточно универсальным и может использоваться в задачах принятия коллективных решений в различных областях.

Ключевые слова: *изображающие числа; базис; разряды; перестановка; матрицы столбцов; перестановочная матрица; дизъюнктивная нормальная форма.*

DOI: 10.17072/1993-0550-2018-3-134-138

Введение

При анализе социально-экономических и технических процессов часто приходится решать задачи, в которых объектом изучения является совокупность качественных признаков, не поддающихся количественному измерению и описанию, при этом известны связывающие их логические зависимости. Бывают задачи и другого рода, когда количественно можно измерять определенные явления или процессы, но имеющаяся информация и способы ее организации не соответствуют требованиям методов количественного измерения. В этих условиях весьма актуальным становится использование логического метода распознавания образов.

В нашей стране становление и развитие логического метода распознавания связано с работами российских ученых А.Л. Горелика, В.А. Скрипкина [6, 7], А.Д. Закревского [11, 12], Г.С. Лбова [13] и др.

Среди зарубежных авторов следует отметить Р. Гонсалеса и Дж. Ту [17].

Логический метод является универсальным и может использоваться в задачах принятия решений в самых различных областях, о чем свидетельствуют публикации. Данный метод применяется для решения экономических [5, 15], сельскохозяйственных [2–4] задач, задач технической диагностики [10], анализа текстов на естественном языке [1], электродинамике [16] и т.д. Развитием логического метода является вероятностно-логический метод [8, 9, 14].

Целью данной статьи является рассмотрение особенностей применения логического метода для решения задач анализа учебного процесса.

1. Постановка задачи исследования учебного процесса

При анализе деятельности ВУЗов в ряде случаев используются качественные показатели, формируемые на основе высказываний отдельных групп преподавателей или экспертов. Для обработки качественных суждений с целью вынесения заключения о деятельности ВУЗа может использоваться логический метод.

В процессе анализа социально-экономических явлений приходится сталкиваться с комбинацией изменяющихся признаков. При различном сочетании действия факторов, учтенных в анализе, их влияние на результативный признак может оказаться либо регрессивным, либо нейтральным, либо прогрессивным.

Предположим, что в процессе социально-экономического исследования учебного процесса в вузах были получены три группы зависимостей, показывающих влияние различных факторов на показатели качества. Перечислим их.

Высокий балл поступления или использование недостаточно квалифицированных работников, несмотря на достаточное учебно-методическое обеспечение, привели к тому, что из-за невысокого уровня интенсивности труда получилось низкое качество обучения и в среднем много тем для самостоятельного изучения.

Высокий балл поступления или достаточный уровень квалификации преподавателей, но недостаточная учебно-методическая база приводит либо к высокому уровню интенсивности труда, либо при невысокой интенсивности к большому количеству тем самостоятельного изучения и высокому качеству обучения.

При недостаточной учебно-методической базе или при нехватке квалифицированных кадров и низком вступительном балле обучение осуществлялось либо с невысоким уровнем интенсивности труда при низком качестве обучения, либо при большом количестве тем для самостоятельного изучения.

Требуется определить:

Как влияет на качество обучения:

- а) вступительный средний балл;
- б) уровень учебно-методического обеспечения;
- в) квалификация преподавателей.

При каких условиях будут достигнуты:

- а) высокая интенсивность труда;
- б) небольшое среднее количество тем для самостоятельного изучения;
- в) высокое качество обучения.

2. Формализация задачи

Выделим понятия, связанные с основными факторами и показателями учебного процесса:

(1) средний вступительный балл – невысокий или высокий;

(2) учебно-методическое материальное обеспечение – на достаточном уровне или недостаточном уровне;

(3) преподаватели – квалифицированные или недостаточно квалифицированные;

(4) интенсивность труда – высокая или невысокая;

(5) среднее количество тем для самостоятельного изучения – большое или небольшое;

(6) качество обучения – высокое или невысокое.

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

A = средний вступительный балл высокий;

\bar{A} = средний вступительный балл невысокий;

B = учебно-методическое обеспечение на достаточном уровне;

\bar{B} = учебно-методическое обеспечение на недостаточном уровне;

C = преподаватели недостаточно квалифицированные;

\bar{C} = преподаватели квалифицированные;

A' = высокий уровень интенсивности труда;

\bar{A}' = невысокий уровень интенсивности труда;

B' = большое среднее количество тем для самостоятельного изучения;

\bar{B}' = небольшое среднее количество тем для самостоятельного изучения;

C' = высокое качество обучения;

\bar{C}' = низкое качество обучения.

Представим группы зависимостей в виде логических соотношений, получим

$$A + CB = \bar{A}' \rightarrow B'\bar{C}', \quad (1)$$

$$A + \bar{C} \cdot \bar{B} = A' + (\bar{A}' \rightarrow B'C'), \quad (2)$$

$$\bar{B} + C\bar{A} = B' + \bar{A}' \bar{C}'. \quad (3)$$

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

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

$$A + CB = A' + B'\bar{C}', \quad (4)$$

$$A + \bar{C} \cdot \bar{B} = A' + B' \cdot C', \quad (5)$$

$$\bar{B} + C\bar{A} = B' + \bar{A}' \bar{C}'. \quad (6)$$

3. Метод решения задачи

Для решения задачи воспользуемся логическим методом, изложенным в [1] и примененным для решения экономических задач в [2]. Поскольку в равенствах (4)–(6) участвуют три переменные А, В, С, то сначала найдем изображающие числа переменных А, В, С в трехэлементном базисе в [А, В, С]. Для этого составим табл. 1.

Таблица 1. Изображающие числа переменных А, В, С в трехэлементном базисе в [А, В, С]

	0	1	2	3	4	5	6	7
#А	0	1	0	1	0	1	0	1
#В	0	0	1	1	0	0	1	1
#С	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 А', В', С' в базисе в [А', В', С'], 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 · 0 = 0, 0 · 1 = 0, 1 · 0 = 0, 1 · 1 = 1. Изображающее число отрицания \bar{A} получается из изображающего числа А 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 табл. 2 и 3, в которых в верхних строках указаны соответствующие разряды:

Таблица 2. Изображающие числа левых частей равенств (4)–(6)

Разряды	0	1	2	3	4	5	6	7
$A + CB$	0	1	0	1	0	1	1	1
$A + \bar{C} \cdot \bar{B}$	1	1	0	1	0	1	0	1
$\bar{B} + \bar{C} \bar{A}$	1	1	0	0	1	1	1	0

Таблица 3. Изображающие числа правых частей равенств (4)–(6)

Разряды	0	1	2	3	4	5	6	7
$A' + B' \bar{C}'$	0	1	1	1	0	1	0	1
$A' + B' \cdot C'$	0	1	0	1	0	1	1	1
$B' + A' \bar{C}'$	1	0	1	1	0	0	1	1

Выпишем последовательно все столбцы изображающих чисел из полученных таблиц в виде двоичных чисел и укажем справа их десятичные значения.

Итак, для табл. 2 имеем последовательность:

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

Для табл. 3 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 табл. 1 можно получить из столбцов табл. 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 табл. 4.

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

Таблица 4. Номера столбцов таблиц 2 и 3

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 табл. 2 и 3 соответственно можно установить при помощи перестановочной матрицы $R = (r_{ij})$ такой, что

$$U_2 = R \cdot U_1,$$

причем $r_{ij} = 1$ тогда и только тогда, когда в табл. 4 в j -м разряде первой строки и в i -м 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

$$R = \begin{matrix} & \begin{matrix} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{matrix} \end{matrix}$$

Отсюда искомое преобразование переменных есть

$$\begin{aligned} \#A' &= (0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1) \\ \#B' &= (0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1) \\ \#C' &= (0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1) \end{aligned} \cdot R = \begin{aligned} & (0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1) \\ & = (1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0) \\ & (1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1) \end{aligned}$$

т.е.

$$\begin{aligned} \#A'(A, B, C) &= 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1, \\ \#B'(A, B, C) &= 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0, \\ \#C'(A, B, C) &= 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1. \end{aligned}$$

Восстановим A' , B' , и C' в дизъюнктивной нормальной форме по их изображающим числам:

$$\begin{aligned} A' &= \overline{ABC} + \overline{ABC} + \overline{ABC} + \overline{ABC} = \overline{AC} + AC = A; \\ B' &= \overline{ABC} + \overline{ABC} + \overline{ABC} + \overline{ABC} = \overline{AB} + \overline{BC} + \overline{ABC}; \\ C' &= \overline{ABC} + \overline{ABC} + \overline{ABC} + \overline{ABC} = \overline{AC} + AC. \end{aligned}$$

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

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	1	0
$R=3$	0	1	0	0	0	0	0	0
4	0	0	1	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	1
6	1	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	1	0	0

Тогда

$$\begin{aligned} \#A' &= (0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1) \\ \#B' &= (0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1) \\ \#C' &= (0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1) \end{aligned} \cdot R = \begin{aligned} & (0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1) \\ & = (1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0) \\ & (1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0) \end{aligned}$$

Таким образом

$$\begin{aligned} \#A'(A, B, C) &= 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1, \\ \#B'(A, B, C) &= 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0, \\ \#C'(A, B, C) &= 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0. \end{aligned}$$

Найдем A' , B' и C' в дизъюнктивной нормальной форме:

$$\begin{aligned} A' &= \overline{ABC} + \overline{ABC} + \overline{ABC} + \overline{ABC} = \overline{AC} + AC = A; \\ B' &= \overline{ABC} + \overline{ABC} + \overline{ABC} + \overline{ABC} = \overline{AB} + \overline{BC} + \overline{ABC}; \\ C' &= \overline{ABC} + \overline{ABC} + \overline{ABC} + \overline{ABC} = \overline{AC} + AC = \overline{C}. \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} A' &= A; \\ B' &= \overline{BC} + \overline{AB} + \overline{ABC}; \\ C' &= \overline{AC} + \overline{ABC} + \overline{ABC}. \end{aligned}$$

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:

$$\begin{aligned} A' &= A; \\ B' &= \overline{BC} + \overline{AB} + \overline{ABC}; \\ C' &= \overline{AC} + \overline{ABC} + \overline{ABC}. \end{aligned}$$

Обобщая полученные четыре решения, получаем общее решение:

$$\begin{aligned} A' &= A; \\ B' &= \overline{AB} + \overline{BC} + \overline{ABC} = \overline{B} \cdot (\overline{C} + A) + \overline{ABC}; \\ C' &= \overline{AC} + AC + \overline{C} + \overline{ABC} + \overline{ABC} + \overline{ABC} = AC + \overline{C}. \end{aligned}$$

Выводы и результаты

На основании полученных равенств можно сделать следующие выводы:

При данных условиях на качестве обучения не отразился уровень учебно-методического обеспечения, а определяющими факторами явились либо квалификация преподавателей, либо средний вступительный балл.

На уровень интенсивности обучения в данных условиях оказывает влияние средний вступительный балл.

Высокое качество обучения в данных условиях определяется либо высокой квалификацией преподавателей, либо при их невысокой квалификации – высоким вступительным баллом.

На снижение количества тем для самостоятельного обучения не может повлиять

- учебно-методическое обеспечение – при недостаточно высокой квалификации преподавателей и невысоком вступительном балле;
- высокая квалификация преподавателей либо высокий вступительный балл – при недостаточном уровне учебно-методического обеспечения.

Таким образом, с помощью логического метода можно спрогнозировать учебный процесс. Тем самым появляется возможность управлять этим процессом и обеспечивать заданный конечный результат.

Список литературы

1. Батура Т.В., Мурзин Ф.А. О логических методах анализа текста на естественном языке // Казахстанское общество: национальные приоритеты и ключевые факторы конкурентоспособности: тр. Междунар. науч.-практ. конф. 2007. С. 240–245.
2. Ганичева А.В. Логический метод определения роевого состояния пчел // Актуальные проблемы развития племенного животноводства и кормопроизводства в Российской Федерации / Всеросс. науч.-практ. конф. Тверь: ТГСХА. 2014. С. 204–207.
3. Ганичева А.В., Фирсов С.А. Логический метод оценки значимости факторов плодородия почв // Нива Поволжья. 2011. № 1. С. 13–17.
4. Ганичева А.В., Фирсов С.А. Логический метод решения сельскохозяйственных задач // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2011. № 1 (01). С. 165–172.
5. Ганичева А.В., Уманская Е.Г. Логический метод решения экономических задач // Вопросы теории и практики автоматизированной обработки экономической информации: сб. науч. тр. Тверь: ТГУ, 2000. С. 114–119.
6. Горелик А.Л., Скрипкин В.А. Методы распознавания: учеб. пособие для вузов 4-е изд., испр. М.: Высш. шк., 2004. 261 с.
7. Горелик А.Л., Гуревич И.Б., Скрипкин В.А. Современное состояние проблемы распознавания: Некоторые аспекты. М.: Радио и связь, 1985. 160 с.
8. Городецкий А.Е., Тарасова И.Л. Нечеткое математическое моделирование плохо формализуемых процессов и систем. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. 336 с.
9. Дубаренко В.В., Курбанов В.Г. Метод приведения систем логических уравнений к форме линейных последовательностных машин // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2009. Т. 7, № 4. С. 37–41.
10. Дунаев М.П. Многокритериальный логический метод диагностирования // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2011. № 5. С. 179–182.
11. Закревский А.Д. Логические уравнения. 2 изд., стереотип. М.: УРСС, 2003. 95 с.
12. Закревский А.Д. Решение больших систем логических уравнений. Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2009. 96 с.
13. Лбов Г.С., Старцева Н.Г. Логические решающие функции и вопросы статистической устойчивости решений. Новосибирск: Изд-во ИМ СО РАН, 1999.
14. Лянденбургский В.В. Вероятностно-логический метод поиска неисправностей автомобилей // Мир транспорта и технологических машин. 2011.
15. Меркулина И.А., Никитин А.П. Применение методов обнаружения логических закономерностей в экономических задачах: монография. М.: ИВЦ "Маркетинг", 2007. 354 с.
16. Пащенко Ф.Ф., Торшин В.В. Использование логических методов в электродинамике: Междунар. науч. конф. "Информационные и компьютерные технологии, моделирование, управление". Тбилиси. 2010. С. 169–170.
17. Ту Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов. М.: Мир, 1978. 412 с.

Using the logical method in the analysis of educational process

A. V. Ganicheva

Tver State Agricultural Academy

7, Marshala Vasilevskogo st. (Sakharovo), Tver, 170904, Tver region, Russia

TGAN55@yandex.ru; (4822) 34-73-09

The article deals with the logical method of collective decision-making based on the statements of experts. The method is based on the following concepts: the representing number, a statement, a Boolean function. Application of the logical method for the analysis of the factors that influence the efficiency of educational process by processing the results of an expert groups survey is considered. This method is rather universal and can be used in problems of collective decision-making in various areas.

Keywords: *representing numbers; basis; categories; shift; matrices of columns; permutation matrix; disjunctive normal form.*