

И. В. Труфанов, Н. В. Солдатова

Центр-колледж прикладных квалификаций ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, г. Мичуринск, Российская Федерация

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В СОЦИОЛОГИИ

Аннотация. *Сегодня математические методы используются в разных научных областях. Применение математики в технических и экономических науках является нормой. А в социальных науках оно не так очевидно. Не смотря на сближение математических и социальных наук, другими словами, появление математической социологии, остается ещё неприятие математических подходов. Многие ошибочно полагают, что математические методы дают только количественный ответ, но с их помощью можно получить и качественную характеристику. Любая наука должна обладать конкретными и точными положениями, а если ситуация точно описана, то тут уже начинается математика.*

Сформулированы определения понятий: случайная величина, случайное событие, вероятность наступления события. Дана оценка связи признаков с помощью распределения Пирсона на примере опроса болельщиков Мичуринских хоккейных команд. Представлен расчёт теоретических частот, то есть число появлений каждой пары значений для абсолютно несвязанных между собой величин. Обоснован выбор уровня значимости. Отмечено условие применения распределения Пирсона и репрезентативности выборки.

Представлена количественная оценка силы связи с использованием метода наименьших квадратов. Рассмотрено семейство линейных функций, коэффициенты которых найдены как решение системы линейных уравнений. Получено приближение, которое позволяет использовать функцию вместо набора эмпирических точек и вычислять ее значения за пределами области исходных данных.

Аргументировано применение математических методов в социологии.

Ключевые слова: *анализ информации, математические методы, приложение математики, социология, социологические исследования.*

I. V. Trufanov, N. V. Soldatova

Center - College of Applied Qualifications FSBEI HE Michurinsk SAU, Michurinsk, the Russian Federation

APPLICATION OF MATHEMATICAL METHODS IN SOCIOLOGY

Abstract. *Today, mathematical methods are used in various scientific fields. The application of mathematics in technical and economic sciences is the norm. But in the social sciences it is not so obvious. Despite the convergence of mathematical and social sciences, in other words, the emergence of mathematical sociology, there is still a rejection of mathematical approaches. Many mistakenly believe that mathematical methods give only a quantitative answer, but they can also be used to obtain a qualitative characteristic. Any science must have specific and precise provisions, and if the situation is accurately described, then mathematics begins here.*

Definitions of concepts are formulated: a random variable, a random event, the probability of an event. An assessment of the relationship of features using the Pearson distribution is given on the example of a survey of fans of the Michurinsk hockey teams. The calculation of theoretical frequencies is presented, that is, the number of occurrences of each pair of values for absolutely unrelated quantities. The choice of significance level is substantiated. The condition for applying the Pearson distribution and the representativeness of the sample is noted.

A quantitative estimate of the bond strength using the least squares method is presented. A family of linear functions is considered, the coefficients of which are found as a solution to a system of linear equations. An approximation is obtained that allows using the function instead of a set of empirical points and calculating its values outside the area of the initial data.

The application of mathematical methods in sociology is argued.

Keywords: *information analysis, mathematical methods, application of mathematics, sociology, sociological research.*

Введение

Во всех областях социологического исследования применяются математические методы, поэтому они и играют важную роль. Математический аппарат успешно используется для решения социологической проблемы. Хотя многие ученые используют математику только для ясности и точности, но это неправильно.

Была поставлена проблема: рассмотреть применение вероятностных и статистических методов в социологии и доказать, что математические методы являются инструментарием для расширения границ социологических исследований.

Определены задачи:

1. изучить вероятностные и статистические методы;
2. рассмотреть процесс возникновения математических методов в социологической науке;
3. дать оценку связи признаков с помощью распределения χ^2 ;
4. изложить сущность метода наименьших квадратов;
5. проиллюстрировать применение математических методов в социологии на примерах.

В исследовательской работе «Применение математических методов в социологии» подробно изучены вероятностные и статистические методы, потому что именно они чаще других используются в социологии и остаются наиболее ценными при проведении исследований.

Эта тема сейчас актуальна, интересна, потому что ни одно исследование не может быть истинным, если оно не представлено на математическом языке.

В 1918 году К. М. Тахтарев впервые классифицировал методы исследования, применяемые в социологии [1, с. 48]. В числе общенаучных методов он выделил анализ, сопоставление и сравнение, наблюдение и опыт, предположение и проверку, обобщение и установление общих положений.

В 50-х - начале 60-х годов двадцатого века впервые в социальных исследованиях были применены методы дескриптивной статистики: методы аналитических группировок и средних чисел, индексный метод анализа. Кроме того, важным стало решение вопроса соответствия характеристик выборки характеристикам генеральной совокупности в целом [2, с. 125].

Со временем математические методы обработки социальной информации и выборки стали применяться в социологических исследованиях. К вычислительной технике стали прибегать чаще, потому что приходилось оперировать огромными массивами данных [3, с. 137]. У исследователей появилась необходимость в построении моделей реальных процессов и измерении качественных социальных переменных. Это в свою очередь привело к обсуждению и решению проблемы использования математических методов в социологической науке [4, с. 224].

Новосибирские ученые из Института экономики и организации промышленного производства и Института математики Сибирского отделения АН СССР в конце 70-х годов стали основателями подлинной школы математической социологии, которая сохранилась до сегодняшнего дня [5, с. 145].

Сегодня практически в каждом научном социологическом исследовании применяются вероятностные и статистические методы. Случайная величина выступает объектом изучения при применении данных методов. В случае присваивания случайной величине какого-либо значения, она переходит в случайное событие.

Случайным называется событие, связанное с данным испытанием, которое при осуществлении испытания может произойти, а может и не произойти [6, с. 41].

Вероятность наступления является характеристикой случайного события, но не в классическом варианте [7, с. 302]. В социологических исследованиях вероятность рассматривается как числовая мера степени объективной возможности события.

Применение методов

Дадим оценку распределения величины с помощью распределения χ^2 , сразу оговоримся, что использовать этот критерий желательно, когда минимальное значение теоретической частоты больше 5. Начнём с рассмотрения тривиального случая, когда требуется лишь установить наличие или отсутствие связи [8]. В городе Мичуринске был проведен опрос болельщиков местных хоккейных команд, результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты опроса болельщиков

Наблюдаемые частоты	Название хоккейной команды			Всего
	Факел	Мотор	Искра	
Пол				
Юноши	33	25	8	66
Девушки	30	5	14	49
Всего	63	30	22	115

Предположим, что предпочтения болельщиков не зависят от пола опрашиваемых. Найдем теоретические частоты. Теоретическая частота для юношей-болельщиков Факела получена следующим образом: $\frac{66 \cdot 63}{115} \approx 36,157$. Аналогичным образом вычисляем остальные теоретические частоты, которые представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Теоретические частоты предпочтений

Теоретические частоты	Название хоккейной команды			Всего
	Факел	Мотор	Искра	
Пол				
Юноши	36,157	17,217	12,626	66
Девушки	26,843	12,783	9,374	49
Всего	63	30	22	115

$$\chi^2 = \frac{(36,157 - 33)^2}{36,157} + \frac{(17,217 - 25)^2}{17,217} + \frac{(12,626 - 8)^2}{12,626} + \frac{(26,843 - 30)^2}{26,843} + \frac{(12,783 - 5)^2}{12,783} + \frac{(9,374 - 14)^2}{9,374}$$

$$\chi^2 = 0,276 + 3,518 + 1,695 + 0,371 + 4,739 + 2,283 = 12,882$$

Определим количество степеней свободы $s = (3 - 1)(2 - 1) = 2$. Для $s = 2$ и уровня значимости 0,05 (с вероятностью 95%) ищем критическое значение: $\chi_{табл}^2 = 5,991$. Так как значение χ^2 значительно выше $\chi_{табл}^2$, то наша гипотеза была неверна. Данные были получены из разных районов города, поэтому можно говорить о зависимости хоккейных предпочтений от пола опрашиваемого.

Теперь рассмотрим более сложный пример, когда необходимо дать количественную оценку силе связи. Будем использовать для этого метод наименьших квадратов. Изменение численности обучающихся центра-колледжа прикладных квалификаций представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Численность обучающихся

Год (x)	2018	2019	2020	2021	2022
Численность обучающихся, тыс. человек (y)	1,05	1,087	1,164	1,2	1,609

В связи с тем, что показатели численности за разные годы не значительно отличаются, то можно аппроксимировать зависимость линейной функцией $y = a_0 + a_1x$, где a_0 и a_1 - решение системы уравнений:

$$\begin{cases} a_0 + a_1 m_1 = m_0 \\ a_0 m_1 + a_1 m_2 = m_t \end{cases} \quad (1)$$

Первый год учета обозначим через 0 (для упрощения вычислений), введя новую переменную $t = x - 2018$. Вычислим m_1, m_2, m_0, m_t .

$$m_1 = \frac{1}{5} (0 + 1 + 2 + 3 + 4) = 2$$

$$m_2 = \frac{1}{5} (0^2 + 1^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2) = 6$$

$$m_0 = \frac{1}{5} (1,05 + 1,087 + 1,164 + 1,2 + 1,609) = 1,222$$

$$m_t = \frac{1}{5} (0 * 1,05 + 1 * 1,087 + 2 * 1,164 + 3 * 1,2 + 4 * 1,609) = 2,6902$$

Подставим полученные значения в систему (1)

$$\begin{cases} a_0 + a_1 \cdot 2 = 1,222, \\ a_0 \cdot 2 + a_1 \cdot 6 = 2,6902. \end{cases}$$

Решим данную систему методом подстановки.

$$\begin{cases} a_0 = 1,222 - 2a_1, \\ 2(1,222 - 2a_1) + 6a_1 = 2,6902. \\ 2,444 - 4a_1 + 6a_1 = 2,6902 \\ -4a_1 + 6a_1 = 2,6902 - 2,444 \\ 2a_1 = 0,2462 \\ a_1 = 0,1231 \\ a_0 = 1,222 - 2 \cdot 0,1231 = 0,9758 \\ a_1 = 0,1231 \end{cases}$$

Получаем следующее приближение:

$$y \approx 0,9758 + 0,1231t = 0,9758 + 0,1231(x - 2018),$$

которое позволяет нам прогнозировать численность обучающихся, то есть получать значения функции, выходящие за пределы исходных данных.

Заключение

Проведя исследование, я смог выделить факторы, подтверждающие, что математические методы помогают развиваться социологии:

1. Исследователь, применяющий математику, способен точно описать образ исследуемого объекта, при этом довольно-таки трудно дать однозначное описание, поэтому необходимо применять методы в совокупности. Хотя это и усложняет анализ, но зато дает более обширное представление о реальности.

2. Математические методы помогают отвлечься от массы реальных свойств исследуемого объекта и способствуют замещению его идеализированным. Это не позволяет уйти от первоначального восприятия изучаемого явления.

3. Математика даёт возможность прийти к умозаключениям, не лежащим на поверхности благодаря анализу огромных массивов информации и учету большого числа факторов. Изучая связь между признаками не обойтись без статистических методов.

Данное исследование позволило мне окунуться в мир математических методов, некоторые из них я изучал, а с некоторыми столкнулся впервые. В своей работе я доказал, что математические методы являются инструментарием для расширения границ социологических исследований. Показал их актуальность в наше время и практическое применение в социологии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тахтарев, К.М. Социология, ее краткая история, научное значение, основные задачи, система и методы / К.М. Тахтарев. – Петроград: Кооперация, 1918. – 112 с. – Текст : непосредственный.

2. Мельников, М.В. История социологии. Классический период : учебник для вузов / М. В. Мельников. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 329 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-05139-1. – Текст : электронный.

3. Семенов, В.А. Математические методы в гуманитарных исследованиях : учебное пособие для вузов / В. А. Семенов, В. А. Макаридина. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 250 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-15194-7. – Текст : электронный.

4. Канитов, Э.А. Социология XX века : история и технологии : учебное пособие для студентов вузов / Э. А. Капитонов. - Ростов-на-Дону : Феникс, 1996. - 508, [1] с. : ил., табл.; 21 см.; ISBN 5-85880-203-6. – Текст : электронный.

5. Бусыгин, В.П. Теория игр / В. П. Бусыгин, Е. А. Левина. – Москва : Наука, 1994. – 476 с.

6. Калашникова, Г.И. Математика: методические указания и контрольные задания для студентов / Г.И. Калашникова. – М.: Издательство СЕРГИЕВ ПОСАД, 2003. – 62 с. – Текст : непосредственный.

7. Попов, А. М. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник для среднего профессионального образования / А. М. Попов, В. Н. Сотников ; под редакцией А. М. Попова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 434 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-01058-9. – Текст : электронный.

8. Давыдов А.А. Математическая социология: обзор зарубежного опыта // Социологические исследования. 2008. Вып.4. С. 105-111. – Текст :электронный.

REFERENCES

1. Takhtarev, K.M. Sociology, its brief history, scientific significance, main tasks, system and methods / K.M. Takhtarev. - Petrograd: Cooperation, 1918. - 112 p. – Text: direct.

2. Melnikov, M.V. History of sociology. Classical period: a textbook for universities / M. V. Melnikov. - 3rd ed., Rev. and additional - Moscow: Yurayt Publishing House, 2022. - 329 p. - (Higher education). – ISBN 978-5-534-05139-1. – Text : electronic.

3. Semenov, V.A. Mathematical methods in humanitarian research: textbook for universities / V. A. Semenov, V. A. Makaridina. - Moscow: Yurayt Publishing House, 2022. – 250 p. - (Higher education). – ISBN 978-5-534-15194-7. – Text : electronic.

4. Kanitov, E.A. Sociology of the XX century: history and technologies: textbook for university students / E. A. Kapitonov. - Rostov-on-Don: Phoenix, 1996. - 508, [1] p. : ill., tab.; 21 cm; ISBN 5-85880-203-6. – Text : electronic.

5. Busygin, V.P. Game theory / V. P. Busygin, E. A. Levina. - Moscow: Nauka, 1994. - 476 p.

6. Kalashnikova, G.I. Mathematics: methodical instructions and control tasks for students / G.I. Kalashnikov. - M.: Publishing house SERGIEV POSAD, 2003. - 62 p. – Text : direct.

7. Popov, A. M. Probability theory and mathematical statistics: a textbook for secondary vocational education / A. M. Popov, V. N. Sotnikov; edited by A. M. Popov. - 2nd ed., Rev. and additional - Moscow: Yurayt Publishing House, 2022. - 434 p. - (Professional education). – ISBN 978-5-534-01058-9. – Text : electronic.

8. Davydov A.A. Mathematical sociology: a review of foreign experience // Sociological research. 2008. Issue 4. pp. 105-111. – Text :electronic.

Информация об авторах

Труфанов Иван Владиславович – студент, Центр-колледж прикладных квалификаций ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, г. Мичуринск, e-mail: kantman254@mail.ru

Солдатова Наталья Владимировна – преподаватель математики, Центр-колледж прикладных квалификаций ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, г. Мичуринск, e-mail: soldatova_natasha@mail.ru

Information about the authors

Ivan Vladislavovich Trufanov – student, Center-College of Applied Qualifications FSBEI HE Michurinsk SAU, Michurinsk, e-mail: kantman254@mail.ru

Natalia Vladimirovna Soldatova – teacher of Math, Center-College of Applied Qualifications FSBEI HE Michurinsk SAU, Michurinsk, e-mail: soldatova_natasha@mail.ru