

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ МЕДИЦИНСКИХ УСЛУГ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ МНОГОМЕРНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ

¹Токарев К. Е., ²Токарева Ю. М.

¹ФГБОУ ВПО «Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия», Волгоград Россия (400002, г. Волгоград, Университетский проспект, 26), e-mail: tke.vgsha@mail.ru

²ГБОУ ВПО «Волгоградский государственный медицинский университет Минздрава России», Волгоград Россия (400131, Россия, г. Волгоград, площадь Павших Борцов, д. 1), e-mail: kazachkova.djulia@yandex.ru

В статье представлена методика применения факторного анализа для выявления критериев, влияющих на формирование удовлетворенности пациентов качеством медицинских услуг. Для исследования были созданы две группы респондентов: контрольная и экспериментальная. Обработку данных опроса необходимо основывать на составлении таблиц сопряженности. Каждому ответу присваивается числовая характеристика, формулируется статистическая и нулевая гипотеза, а также назначаются уровень значимости и доверительная вероятность. Применяя «нормальный закон» Гаусса, был вычислен интегральный показатель, который подтвердил, что материально-техническое оснащение ЛПУ оказывает опосредованное влияние на оценку качества медицинских услуг пациентом. Другие факторы, определяющие формирование удовлетворенности от взаимодействия с медицинской подсистемой, могут быть обнаружены в результате проведения рангового анализа критериев всей выборочной совокупности. Данная методика является универсальной и может быть использована в системе здравоохранения при сопоставлении различных антагонистических групп факторов.

Ключевые слова: качество медицинских услуг, ранжирование, таблица сопряженности, статистическая гипотеза.

QUALITY MANAGEMENT OF MEDICAL SERVICES ON THE BASIS OF METHODS OF MULTIVARIATE MATHEMATICAL STATISTICS

¹ Tokarev K.E., ² Tokareva J.M.

¹Volgograd State Agricultural Academy, Volgograd Russia (400002, Volgograd, the University prospectus, 26), e-mail: tke.vgsha@mail.ru

²Volgograd state medical university, Volgograd Russia (400131, Volgograd, The area of the Fallen Fighters, 1), e-mail: kazachkova.djulia@yandex.ru

In article the procedure of application of the factorial analysis for revealing the criteria influencing formation of satisfaction of patients by quality of medical services is presented. For research two groups of respondents have been created: control and experimental. Data processing of interrogation is necessary for basing on preparation of tables of an interlinking. To each answer the numerical characteristic is appropriated, the statistical and zero hypothesis is stated, as well as the significance value and confidential probability is appointed. Applying Gauss's «the normal law» the integrated parameter which has confirmed has been calculated, that material equipment of treatment-and-prophylactic establishment renders the mediated influence on an assessment of quality of medical services by the patient. Other factors defining formation of satisfaction from interoperability with medical subsystems, can be detected as a result of carrying out rank analysis of criteria of all sample. The given procedure is universal and is maybe used in system of healthcare by comparison of various antagonistic groups of factors.

Key words: quality of medical services, ranging, the table of an interlinking, statistical hypothesis.

Подавляющая часть аналитической работы в социально-экономических исследованиях медицинских процессов заключается в поиске причинно-следственных

связей, при помощи которых возможна интерпретация наблюдаемых фактов. Например, существует ли связь между удовлетворенностью пациентов качеством медицинских услуг и материально-техническим оснащением ЛПУ? Если да, то можно ли говорить о взаимном влиянии признаков. Этот поиск лежит в основе процесса подтверждения предварительно выдвинутых гипотез. Первым шагом к этому анализу является соответствующая группировка данных, посредством таблиц сопряженности (Табл. 1).

Таблица 1. Пример двухмерной таблицы сопряженности: «Удовлетворены ли Вы качеством медицинских услуг?»

			Удовлетворены ли Вы качеством медицинских услуг в стационаре?	
			Да	Нет
Ваш возраст	До 20 лет	Количество респондентов	5	75
		%	2,7 %	8,6 %
	20–29 лет	Количество респондентов	4	164
		%	2,2 %	18,7 %
	30–39 лет	Количество респондентов	14	179
		%	7,5 %	20,4 %
	40–49 лет	Количество респондентов	28	164
		%	15,1 %	18,7 %
	50–59 лет	Количество респондентов	48	107
		%	25,8 %	12,2 %
	60 и выше	Количество респондентов	87	187
		%	46,8 %	21,3 %

Таблицы сопряженности могут также представлять взаимосвязь трех и более переменных. Однако группировка дынных, более чем по трем признакам, сложна и потому может рассматриваться на начальной стадии, с целью выявления ненужной информации и выделения наиболее значимых закономерностей. Таблицы сопряженности демонстрируют определенную закономерность в развитии двух и более признаков, либо ее отсутствие. Подобные исследования также обнаруживают влияние различных факторов на исследуемый объект. Согласно общепринятому определению, факторный анализ – (от лат. factor – действующий, производящий и греч. analysis – разложение, расчленение) – метод многомерной математической статистики, применяемый при исследовании статистически связанных признаков с целью выявления определенного числа скрытых от непосредственного наблюдения факторов. Задача факторного анализа состоит в замене набора параметров меньшим числом некоторых категорий («факторов»), являющихся

линейной комбинацией исходных параметров. Удовлетворительным решением служит такая система факторов, которая достаточно адекватно передает информацию, имеющуюся в наборе параметров. Таким образом, главная цель факторного анализа – сжатие информации, экономное описание.

Одна и та же матрица корреляций может быть факторизована бесчисленным количеством способов. Возможно, именно неосведомленность об этом факте послужила причиной бурных дискуссий о «правильном», «наилучшем» или «инвариантном» решении для данного набора параметров. Раз возможно бесконечное число одинаково «правильных» решений, то естественно возникает вопрос: как произвести выбор? Выбор типа нужного факторного решения производится на основании двух принципов: 1) статистической простоты; 2) содержательного социологического смысла (если речь идет о социологии). В свою очередь, каждый из этих принципов может быть по-разному интерпретирован; доказательством тому служит неоднозначное их применение различными школами факторного анализа.

Если иметь в виду чисто статистический поход, то естественно заменить исходный набор параметров несколькими факторами, определяемыми последовательно и таким образом, чтобы каждый из последующих факторов «отбирал на себя» максимум из оставшейся суммарной дисперсии параметров. Этот статистический оптимальный подход и соответствующий метод главных осей был впервые предложен Пирсоном в начале столетия и досконально разработан Хотеллингом в 1930–х годах. Алгоритмы метода главных компонентов весьма эффективны с точки зрения результатов, но очень трудоемки: вычислить вручную главные компоненты для матрицы 10–го и более высокого порядка практически невозможно. В последние годы, однако, эта трудность была преодолена благодаря быстродействующим ЭВМ.

Другим методом, основанным на статистическом подходе, является центроидный метод. Этот метод был введен в употребление как вычислительный паллиатив (мера, не обеспечивающая полного, коренного решения задачи) после того, как стала ясна практическая нереализуемость метода главных факторов. Это означает, что центроидный метод позволяет достаточно легко из многих систем координат выбрать такую, которая в смысле распределения дисперсии приближается к оптимальной системе.

В поисках содержательно значимых методов были созданы различные теории в надежде найти такой единственный метод, который был бы одинаково хорош при исследовании любых параметров.

Методы факторного анализа нашли применение, главным образом, в социологии. Решение, полученное методами факторного анализа, может послужить основой при

формулировании некоторой научной гипотезы; возможно и обратное: методами факторного анализа находится подтверждение существующей гипотезы.

В начале статьи мы приводили пример темы исследования в социологии медицины. Рассмотрим его как образец сравнения двух выборочных совокупностей. Напомним, что речь шла о выявлении степени влияния материально-технического оснащения стационара на формирование удовлетворенности пациентов качеством медицинских услуг. Для исследования нужны однородные объекты, разделенные на две группы. В нашем случае респонденты – это пациенты одного стационара, опрошенные до и после инновационного материально-технического оснащения. Для каждого объекта регистрируется его некоторая числовая характеристика (Табл. 2).

Прежде чем воспринимать эти числа как факт и основание для вывода, следует помнить о случайности отличий и отсутствии значимых различий в числах этих двух выборок. В связи с чем, придется выдвинуть статистическую гипотезу об отсутствии различий или нулевую гипотезу.

Назначим уровень значимости α , как показатель вероятности ошибочно отвергнуть нулевую гипотезу, или $p = 1 - \alpha$ – доверительную вероятность. Например, $\alpha = 0,003$ (или 0,3 %) означает риск ошибиться в 3 случаях из 1000. Гипотеза отвергается, если в эксперименте наблюдается явление, чья вероятность по гипотезе мала (равна α).

Таблица 2. Удовлетворенность пациентов качеством медицинских услуг

Респонденты	До модернизации материально-технического оснащения стационара	После модернизации материально-технического оснащения стационара
1	38	50
2	40	41
3	47	48
4	51	60
5	63	46
6	50	60
7	63	51
8	57	42
9	59	62
10	51	54
11	0	42
12	0	46

Целью нашего исследования является выявление степени влияния на удовлетворенность пациента от взаимодействия с медицинской подсистемой материально-технического оснащения. Сформированы экспериментальная и контрольная группы. В экспериментальную группу вошли пациенты стационара, проходящие лечение после обновления материально-технической базы. Контрольная группа – респонденты,

опрошенные нами до переоснащения ЛПУ. Цель анализа – определить эффективность проведенной работы. Представители двух групп отвечали на вопросы анкеты, на основании которых рассчитывался интегральный показатель зависимости исследуемых факторов.

Упорядочим все полученные оценки, присваивая им ранги по возрастанию. Под рангом понимается порядковый номер числа. Если несколько чисел совпадают по величине, то каждому из них присваивается ранг, равный среднему арифметическому их номеров (Табл. 3).

Таблица 3. Ранжирование оценок пациентами качества медицинских услуг

№	До модернизации материально-технического оснащения стационара	Ранг	После модернизации материально-технического оснащения стационара	Ранг
1	38	1	50	10,5
2	40	2	41	3
3	47	8	48	9
4	51	13	60	18,5
5	63	21,5	46	6,5
6	50	10,5	60	18,5
7	63	21,5	51	13
8	57	16	42	4,5
9	59	17	62	20
10	51	13	54	15
11	0		42	4,5
12	0		46	6,5
		Сумма рангов: 123,5		Сумма рангов: 129,5

Пусть в первой выборке N_1 чисел, во второй N_2 чисел. Обозначим сумму рангов первой выборки R_1 , R_2 – сумма рангов второй выборки. При больших объемах выборки N_1 и N_2 (практически $N_1 > 8$ и $N_2 > 8$) по центральной предельной теореме случайные числа R_1 и R_2 подчиняются «нормальному закону», который был впервые обнаружен в XIX веке в применении к теории ошибок измерения Лапласом и Гауссом.

Поэтому первоначально необходимо вычислить числа W_1 (1.1), W_2 (1.2).

$$W_1 = N_1 \cdot N_2 + \frac{N_1(N_1 + 1)}{2} - R, \quad (1.1)$$

$$W_2 = N_1 \cdot N_2 + \frac{N_2(N_2 + 1)}{2} - R \quad (1.2)$$

Затем найти среди них минимальное значение, обозначим его W и вычислим число Z (2).

$$Z = \frac{W - \frac{N_1 \cdot N_2}{2}}{\sqrt{\frac{1}{12} \cdot N_1 \cdot N_2 \cdot (N_1 + N_2 + 1)}} \quad (2)$$

То можно доказать, что оно подчиняется Z – закону Гаусса. Для закона Z свойственно правило «трех σ », т.е. можно сказать, что при $\sigma = 0,003$ величина $|Z| \geq 3$. Следовательно, нулевая гипотеза отклоняется при $\sigma = 0,003$, если $|Z| \geq 3$; или при $\sigma = 0,05$, если $|Z| \geq 2$; или при $\sigma = 0,3$, если $|Z| > 1$. В противном случае числа из выборок не дают основания утверждать, что способ обработки оказывает вообще какое-либо действие. При других уровнях значимости α величину критического значения $|Z|$ необходимо брать из таблиц распределения Гаусса в статистических справочниках.

В нашем случае суммы рангов: $R_1 = 129,5$ и $R_2 = 123,5$. Заметим, что $N_1 = 12$, $N_2 = 10$.

Получим:

$$W_1 = 12 \cdot 10 + \frac{12 \cdot (12 + 1)}{2} - 129,5 = 68,5, \quad (3.1)$$

$$W_2 = 12 \cdot 10 + \frac{10 \cdot (10 + 1)}{2} - 123,5 = 51,5, \quad (3.2)$$

минимальное из которых – $W = 51,5$.

Вычислим число Z:

$$Z = \frac{51,5 - \frac{12 \cdot 10}{2}}{\sqrt{\frac{1}{12} \cdot 12 \cdot 10 \cdot (12 + 10 + 1)}} \approx -0,56 \quad (4)$$

Следовательно, $|Z| = 0,56$ и нулевая гипотеза о полной бесполезности проведенной работы не может быть отброшена ни при $\alpha = 0,003$, ни при $\alpha = 0,05$, ни при $\alpha = 0,3$, так как полученное значение меньше и 3, и 2, и 1. Но эти исследования не дают исследователю содержательного ответа о причинах, обусловивших отсутствие различий.

Материально-техническое оснащение ЛПУ оказывает опосредованное влияние на оценку качества медицинских услуг пациентом. Такой вывод позволяет сделать проведенное исследование с применением метода ранжирования в двух выборочных совокупностях. Однако исследование не определяет те факторы, которые формируют удовлетворенность пациента. Подобную информацию можно получить в результате рангового анализа оценок респондентов в экспериментальной и контрольной группах по следующим параметрам:

взаимоотношения с лечащим врачом, профессионализм медицинского персонала, бесплатность медицинских услуг и т. д.

Список литературы

1. Бююль А., Цёфель П. SPSS: Искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей. – СПб.: ООО «ДиаСофтЮП», 2002. – 603 с.
2. Математические методы в социологии. Анализ данных и логика вывода в эмпирическом исследовании: учеб. пособие для вузов / Р. Л. Агабекян, М. М. Кириченко, С. В. Усатиков. – Ростов н/Д: Феникс, 2005. – 192 с.
3. Токарев К. Е. Оценка эффективности оказания медицинских услуг в условиях необходимости повышения их качества // «Бизнес. Образование. Право». Вестник института бизнеса. – 2011. – № 3.
4. Токарева Ю. М., Чижова В. М. Применение факторного анализа для оценки качества медицинской помощи // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2009. – № 3. – С.96-99.
5. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ: Пер. с англ./Дж.-О. Ким, Ч. У. Мьюллер, У. Р. Клекка и др.; Под ред. И. С. Енюкова. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 215 с.

Рецензенты

Рогачев А. Ф., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Информатика, ТМ и ОНИ» ФГБОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия, г. Волгоград.

Козенко З. Н., д.э.н., профессор кафедры «Экономическая теория и СКК», ФГБОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия, г. Волгоград.