

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ОБУСЛОВЛЕННОСТИ В МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Описано использование корреляционного, факторного и регрессионного анализов для определения качественных и количественных обусловленностей количества вызовов скорой помощи по смертям и инсультам приливными изменениями силы тяжести.

Для определения качественной и количественной обусловленности количества вызовов скорой помощи была построена матрица исследования, параметрами-столбиками которой были поправки приливных изменений силы тяжести (по часам суток), их первые, вторые, третьи, четвертые производные, среднее время нулевых значений поправок и производных, количество нулевых значений поправок и производных, количество вызовов по смертям и инсультам.

Строчками-наблюдениями в матрице исследования были значения параметров исследования во временном интервале с 20 декабря 2006 года по 13 января 2007 года (25 дней непрерывной регистрации вызовов).

Для определения качественных парных обусловленностей на матрице исследования был проведен корреляционный анализ.

Были получены следующие коэффициенты парной корреляции между количеством вызовов по смертям и остальными параметрами исследования:

параметр 131 (количество вызовов по смертям (общее число))

-.12	.21	.07	-.06	-.18	-.30	-.39	-.44	-.45	-.42
-.33	-.19	.03	.13	-.02	-.14	-.17	-.11	-.01	.10
.21	.31	.39	.43	.41	-.36	-.43	-.43	-.36	-.22
-.06	.12	.28	.41	.45	.39	.23	-.04	-.29	-.22
-.05	.11	.26	.37	.41	.35	.23	.08	-.06	-.10
-.01	.12	.28	.40	.44	.38	.24	.05	-.16	-.35
-.43	-.33	-.13	.09	.29	.40	.36	.22	.05	-.12
-.27	-.36	-.40	.43	.43	.39	.30	.12	-.07	-.25
-.39	-.43	-.35	-.18	.03	.24	.39	.41	.29	.10
-.09	-.26	-.39	-.41	-.35	-.28	-.20	.41	.30	.02
-.28	-.41	-.42	-.31	-.13	.06	.25	.39	.42	.32
.14	-.06	-.25	-.39	-.41	-.31	-.15	.06	.34	.41
.33	.00	-.31	-.15	.05	-.29	.31	-.44	.25	-.29
1.00	.85	.60	.34	.79	.85	-.09	.03	-.12	.30
-.26	.01								

с параметром-(поправка в 5 часов)	коэффициент корреляции=	-.388
с параметром-(поправка в 6 часов)	коэффициент корреляции=	-.444
с параметром-(поправка в 7 часов)	коэффициент корреляции=	-.454
с параметром-(поправка в 8 часов)	коэффициент корреляции=	-.416
с параметром-(поправка в 9 часов)	коэффициент корреляции=	-.330
с параметром-(поправка в 20 часов)	коэффициент корреляции=	.311
с параметром-(поправка в 21 час)	коэффициент корреляции=	.389
с параметром-(поправка в 22 часа)	коэффициент корреляции=	.428
с параметром-(поправка в 23 часа)	коэффициент корреляции=	.415
с параметром-(первая производная в 0 часов)	коэффициент корреляции=	-.362
с параметром-(первая производная в 1 час)	коэффициент корреляции=	-.432
с параметром-(первая производная в 2 часа)	коэффициент корреляции=	-.434
с параметром-(первая производная в 3 часа)	коэффициент корреляции=	-.358
с параметром-(первая производная в 8 часов)	коэффициент корреляции=	.408
с параметром-(первая производная в 9 часов)	коэффициент корреляции=	.451
с параметром-(первая производная в 10 часов)	коэффициент корреляции=	.389
с параметром-(первая производная в 18 часов)	коэффициент корреляции=	.371
с параметром-(первая производная в 19 часов)	коэффициент корреляции=	.409
с параметром-(первая производная в 20 часов)	коэффициент корреляции=	.354
с параметром-(вторая производная в 4 часа)	коэффициент корреляции=	.399
с параметром-(вторая производная в 5 часов)	коэффициент корреляции=	.442
с параметром-(вторая производная в 6 часов)	коэффициент корреляции=	.384
с параметром-(вторая производная в 10 часов)		

коэффициент корреляции= - .351 с параметром-(вторая производная в 11 часов)	коэффициент корреляции= .315 с параметром-(четвертая производная в 16 часов)
коэффициент корреляции= - .430 с параметром-(вторая производная в 12 часов)	коэффициент корреляции= - .387 с параметром-(четвертая производная в 17 часов)
коэффициент корреляции= - .331 с параметром-(вторая производная в 16 часов)	коэффициент корреляции= - .413 с параметром-(четвертая производная в 18 часов)
коэффициент корреляции= .397 с параметром-(вторая производная в 17 часов)	коэффициент корреляции= - .314 с параметром-(четвертая производная в 21 час)
коэффициент корреляции= .358 с параметром-(вторая производная в 22 часа)	коэффициент корреляции= .335 с параметром-(четвертая производная в 22 часа)
коэффициент корреляции= - .362 с параметром-(вторая производная в 23 часа)	коэффициент корреляции= .413 с параметром-(четвертая производная в 23 часа)
коэффициент корреляции= - .402 с параметром-(третья производная в 0 часов)	коэффициент корреляции= .326 с параметром-(количество нулей скоростей)
коэффициент корреляции= .432 с параметром-(третья производная в 1 час)	коэффициент корреляции= - .314 с параметром-(среднее значение времени нулей первой производной)
коэффициент корреляции= .428 с параметром-(третья производная в 2 часа)	коэффициент корреляции= .313 с параметром-(среднее значение времени нулей второй производной)
коэффициент корреляции= .395 с параметром-(третья производная в 7 часов)	коэффициент корреляции= - .444 с параметром-(смерти, общее число)
коэффициент корреляции= - .391 с параметром-(третья производная в 8 часов)	коэффициент корреляции= 1.000 с параметром-(смерти, мужчины)
коэффициент корреляции= - .433 с параметром-(третья производная в 9 часов)	коэффициент корреляции= .850 с параметром-(смерти, женщины)
коэффициент корреляции= - .347 с параметром-(третья производная в 13 часов)	коэффициент корреляции= .602 с параметром-(смерти, до 30 лет (общее число))
коэффициент корреляции= .388 с параметром-(третья производная в 14 часов)	коэффициент корреляции= .337 с параметром-(смерти, от 30 до 60 лет (общее число))
коэффициент корреляции= .406 с параметром-(третья производная в 19 часов)	коэффициент корреляции= .785 с параметром-(смерти, больше 60 лет (общее число))
коэффициент корреляции= - .390 с параметром-(третья производная в 20 часов)	коэффициент корреляции= .848 с параметром-(инсульты, до 30 лет (общее число))
коэффициент корреляции= - .412 с параметром-(третья производная в 21 час)	коэффициент корреляции= .302
коэффициент корреляции= - .347 с параметром-(четвертая производная в 0 часов)	
коэффициент корреляции= .409 с параметром-(четвертая производная в 4 часа)	
коэффициент корреляции= - .415 с параметром-(четвертая производная в 5 часов)	
коэффициент корреляции= - .419 с параметром-(четвертая производная в 6 часов)	
коэффициент корреляции= - .309 с параметром-(четвертая производная в 10 часов)	
коэффициент корреляции= .393 с параметром-(четвертая производная в 11 часов)	
коэффициент корреляции= .420 с параметром-(четвертая производная в 12 часов)	

Как видно из приведенных значений коэффициентов парной корреляции, количество вызовов по смертям имеет слабую линейную связь со всеми характеристиками поправок приливных изменений силы тяжести.

Это подтверждают и результаты факторного анализа [4-7], который, как известно, дает возможность определения качественных групповых обусловленностей между параметрами исследования.

Так только в факторе 9 произошло объединение количества вызовов по инсультам с

количеством нулей третьих производных поправок приливных изменений силы тяжести:

Таблица-Объединение по фактору 9.

НОМЕР	НАЗВАНИЕ ПАРАМЕТРА	НАГРУЗКА
125	(количество нулей третьих производных	-.5960
141	(инсульты, от 30 до 60 лет(общее число)	.8803

Аналогично обстоит дело со всеми другими вызовами.

Корреляционный и факторный анализы дают возможность определения качественных обусловленностей, связей, между параметрами.

Для определения количественных обусловленностей методом Брандона Д.[3] были построены регрессионные модели[2] для количества вызовов скорой помощи и по этим моделям были получены вклады параметров-аргументов, которые и являются оценкой количественной обусловленности вызовов.

Количественная(но не качественная!) обусловленность является определяющей для исследуемого параметра.

В качестве параметров-аргументов в регрессионных моделях рассматривались базовые параметры, определенные по результатам факторного анализа[1].

Зависимый параметр - 131 (количество вызовов по смертям(общее число))

Таблица-Вклады параметров-аргументов в модели.

НОМЕР	НАЗВАНИЕ ПАРАМЕТРА	ВКЛАД В МОДЕЛЬ
14	(поправка в 12 часов)	.0695
90	(третья производная в 16 часов)	.1098
27	(первая производная в 1 час)	.7050
124	(количество нулей ускорений)	.0655
129	(среднее значение времени нулей третьей производной)	.0501

Модель - (количество вызовов по смертям(общее число)) (1)

$$y = +(-.3708550E+03) * (x 14) **0 + (.3582619E+02) * (x 14) **1 + (-.1138574E+01) * (x 14) **2 + (.1189193E-01) * (x 14) **3 + (-.8566036E+00) * (x 90) **0 + (.1858117E+00) * (x 90) **1 + (.7578215E-01) * (x 90) **2 + (.6038739E-01) * (x 90) **3 + (.1028153E+02) * (x 27) **0 + (.7338318E-01) * (x 27) **1 + (.6932602E-02) * (x 27) **2 + (-.3422532E-03) * (x 27) **3 + (-.4217440E+02) * (x124) **0 + (.2969485E+02) * (x124) **1 + (-.4824876E+01) * (x124) **2 + (.2868951E+03) * (x129) **0 + (-.7321501E+02) * (x129) **1 + (.6113822E+01) * (x129) **2 + (-.1673032E+00) * (x129) **3$$

*-умножение, **-возведение в степень

Таблица-Характеристики модели.

ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДЕЛИ	ЗНАЧЕНИЯ
Коэффициент детерминации	.77
Средняя абсолютная ошибка	2.02
Средняя ошибка в процентах	16.86

Согласно вкладам по модели (1) количество вызовов по смертям(общее число) более всего обусловлено первой производной поправки приливных изменений силы тяжести в 1 час.

Зависимый параметр- 132 (количество вызовов по смертям(мужчины))

Таблица-Вклады параметров-аргументов в модели.

НОМЕР	НАЗВАНИЕ ПАРАМЕТРА	ВКЛАД В МОДЕЛЬ
14	(поправка в 12 часов)	.1010
90	(третья производная в 16 часов)	.1982
27	(первая производная в 1 час)	.4938
124	(количество нулей ускорений)	.1246
129	(среднее значение времени нулей третьей производной)	.0825

Модель - (количество вызовов по смертям (мужчины)) (2)

$$y = +(-.5337216E+03) * (x 14) **0 + (.5049002E+02) * (x 14) **1 + (-.1570363E+01) * (x 14) **2 + (.1605733E-01) * (x 14) **3 + (-.3072583E+00) * (x 90) **0 + (.2035469E+01) * (x 90) **1 + (-.9700228E-01) * (x 90) **2 + (-.1212471E+00) * (x 90) **3 + (.4795314E+01) * (x 27) **0 + (.6000383E-01) * (x 27) **1 + (-.4674846E-02) * (x 27) **2 + (-.2457418E-03) * (x 27) **3 + (-.3242313E+02) * (x124) **0 + (.2555061E+02) * (x124) **1 + (-.4419940E+01) * (x124) **2 + (.5356635E+03) * (x129) **0 + (-.1300783E+03) * (x129) **1 + (.1038756E+02) * (x129) **2 + (-.2729587E+00) * (x129) **3$$

*-умножение, **-возведение в степень

Таблица. Характеристики модели.

ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДЕЛИ	ЗНАЧЕНИЯ
Коэффициент детерминации	.87
Средняя абсолютная ошибка	1.30
Средняя ошибка в процентах	21.89

Согласно вкладам по модели (2) количество вызовов по смертям(мужчины) более всего обусловлено первой производной поправки приливных изменений силы тяжести в 1 час.

**Зависимый параметр- 137
(количество вызовов
по инсультам (общее число))**

Таблица-Вклады параметров-аргументов в модели.

НОМЕР	НАЗВАНИЕ ПАРАМЕТРА	ВКЛАД В МОДЕЛЬ
14	(поправка в 12 часов)	.1454
90	(третья производная в 16 часов)	.0702
27	(первая производная в 1 час)	.0433
124	(количество нулей ускорений)	.0296
129	(среднее значение времени нулей третьей производной)	.7115

**Модель-(количество вызовов
по инсультам (общее число)) (3)**

$$y = + (.1063281E+04) * (x 14) **0 + (-.9711149E+02) * (x 14) **1 + (.2916405E+01) * (x 14) **2 + (-.2882795E-01) * (x 14) **3 + (-.5668021E+00) * (x 90) **0 + (-.1017726E+01) * (x 90) **1 + (.1113911E-01) * (x 90) **2 + (.1211194E+00) * (x 90) **3 + (.1387010E+00) * (x 27) **0 + (.4115831E-02) * (x 27) **1 + (.3063468E-03) * (x 27) **2 + (-.8729527E-04) * (x 27) **3 + (.7396795E+01) * (x124) **0 + (-.3106525E+01) * (x124) **1 + (.2974819E+00) * (x124) **2 + (-.5024403E+03) * (x129) **0 + (.1369386E+03) * (x129) **1 + (-.1192458E+02) * (x129) **2 + (.3393146E+00) * (x129) **3$$

*-умножение, **-возведение в степень

Таблица. Характеристики модели

ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДЕЛИ	ЗНАЧЕНИЯ
Коэффициент детерминации	.84
Средняя абсолютная ошибка	1.61
Средняя ошибка в процентах	15.58

Согласно вкладам по модели (3) количество вызовов по инсультам(общее число) более всего обусловлено средним значением времени нулей третьей производной.

Согласно вкладам по модели (4) количество вызовов по инсультам(мужчины) более всего обусловлено третьей производной поправок приливных изменений силы тяжести в 16 часов.

**Зависимый параметр- 138
(количество вызовов
по инсультам(мужчины))**

Таблица. Вклады параметров-аргументов в модели

НОМЕР	НАЗВАНИЕ ПАРАМЕТРА	ВКЛАД В МОДЕЛЬ
14	(поправка в 12 часов)	.0975
90	(третья производная в 16 часов)	.5942
27	(первая производная в 1 час)	.1258
124	(количество нулей ускорений)	.0617
129	(среднее значение времени нулей третьей производной)	.1207

**Модель-(количество вызовов
по инсультам(мужчины)) (4)**

$$y = + (-.1696176E+03) * (x 14) **0 + (.1491880E+02) * (x 14) **1 + (-.4286203E+00) * (x 14) **2 + (.4030388E-02) * (x 14) **3 + (.4057450E+01) * (x 90) **0 + (.2510814E+00) * (x 90) **1 + (-.4011441E-01) * (x 90) **2 + (.1985966E-01) * (x 90) **3 + (.4184690E+00) * (x 27) **0 + (-.1185016E+00) * (x 27) **1 + (-.1619197E-02) * (x 27) **2 + (.2370197E-03) * (x 27) **3 + (.3238058E+02) * (x124) **0 + (-.1909307E+02) * (x124) **1 + (.2736761E+01) * (x124) **2 + (.3663772E+03) * (x129) **0 + (-.8621877E+02) * (x129) **1 + (-.6658592E+01) * (x129) **2 + (-.1688529E+00) * (x129) **3$$

*-умножение, **-возведение в степень

Таблица-Характеристики модели.

ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДЕЛИ	ЗНАЧЕНИЯ
Коэффициент детерминации	.81
Средняя абсолютная ошибка	1.06
Средняя ошибка в процентах	26.78

Так как модели 1-4 имеют высокий коэффициент детерминации и небольшие средние абсолютные и относительные ошибки, то их можно использовать для параметрического прогноза количества вызовов скорой помощи по приливным изменениям силы тяжести.

Предлагаемая методика может использоваться во многих областях, связанных с многопараметрическими исследованиями.

Список использованной литературы:

- 1.Чепасов В.И., Харченко Д.А. Минимизация количества параметров исследования//ОГУ, Оренбург, 2004г.,186с.
2. Драйпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. - М.: Статистика, 1973.
3. Brandon D. V. Developing Mathematical Models for Computer Control, USA Journal, 1959, V.S,N.7.
4. Харман Г. Современный факторный анализ.-М.:Статистика, 1972.
5. Иберла К. Факторный анализ.-М.:Статистика, 1980.
6. Lawley D.M. The estimation of factor loadings by the method of maximum likelihood. Proc. roy. Soc. Edinb. Abo. 64-82(1940).
7. Kaiser H. F. [1]. The varimax criterio for analytic rotation in factor analysis. Psychometrica, 23, 187-200(1958).

Статья поступила в редакцию 04.04.07