

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ПОЛИНОМИАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗА НА БАЗОВЫХ ПАРАМЕТРАХ

С помощью факторного анализа находятся базовые параметры для построения полиномиальных моделей прогноза количества вызовов скорой помощи по приливным изменениям силы тяжести. Рассмотрены модели прогноза для количества вызовов по смертям и инсультам. Аналогичный подход можно использовать в различных областях многопараметрических исследований.

Для осуществления прогноза количества вызовов скорой помощи по приливным изменениям силы тяжести была построена матрица исследования со следующими параметрами-столбиками: 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-го декабря 2006 года по 13-ое января 2007 года(25 дней непрерывной регистрации вызовов).

На построенной матрице исследования был проведен факторный анализ[4-7].

Результаты факторного анализа:

Таблица-Объединение по фактору 3.

НОМЕР	НАЗВАНИЕ ПАРАМЕТРА	НАГРУЗКА
1	(номер дня)	-.8750
14	(поправка в 12 часов)	.9752
15	(поправка в 13 часов)	.9426
16	(поправка в 14 часов)	.8506
17	(поправка в 15 часов)	.6873

в факторе- 3 базовый параметр- 14
(поправка в 12 часов)

Таблица-Объединение по фактору 1.

НОМЕР	НАЗВАНИЕ ПАРАМЕТРА	НАГРУЗКА
2	(поправка в 0 часов)	.9574
3	(поправка в 1 час)	.9931

4	(поправка в 2 часа)	.9352
5	(поправка в 3 часа)	.7951
11	(поправка в 9 часов)	-.8536
12	(поправка в 10 часов)	-.9837
13	(поправка в 11 часов)	-.8505
18	(поправка в 16 часов)	-.8450
19	(поправка в 17 часов)	-.9287
20	(поправка в 18 часов)	-.8838
21	(поправка в 19 часов)	-.7437
29	(первая производная в 3 часа)	-.7588
30	(первая производная в 4 часа)	-.9561
31	(первая производная в 5 часов)	-.9914
32	(первая производная в 6 часов)	-.8699
36	(первая производная в 10 часов)	.6760
37	(первая производная в 11 часов)	.8734
38	(первая производная в 12 часов)	.6731
40	(первая производная в 14 часов)	-.8857
41	(первая производная в 15 часов)	-.9885
42	(первая производная в 16 часов)	-.8678
47	(первая производная в 21 час)	.9247
48	(первая производная в 22 часа)	.9938
49	(первая производная в 23 часа)	.9332
50	(вторая производная в 0 часов)	-.9973
51	(вторая производная в 1 час)	-.9791

52 (вторая производная в 2 часа) -.8763	117 (четвертая производная в 19 ч) -.9928
57 (вторая производная в 7 часов) .9429	118 (четвертая производная в 20 ч) -.9205
58 (вторая производная в 8 часов) .9809	121 (четвертая производная в 23 ч) .8016
59 (вторая производная в 9 часов) .7893	в факторе- 1 базовый параметр- 90 (третья производная в 16 часов)
62 (вторая производная в 12 часов) -.8176	Таблица-Объединение по фактору 2.
63 (вторая производная в 13 часов) -.9881	НОМЕР НАЗВАНИЕ ПАРАМЕТРА НАГРУЗКА
64 (вторая производная в 14 часов) -.8564	6 (поправка в 4 часа) .8026
68 (вторая производная в 18 часов) .9427	7 (поправка в 5 часов) .9413
69 (вторая производная в 19 часов) .9912	8 (поправка в 6 часов) .9873
70 (вторая производная в 20 часов) .8674	9 (поправка в 7 часов) .9257
77 (третья производная в 3 часа) .8702	10 (поправка в 8 часов) .7582
78 (третья производная в 4 часа) .9965	22 (поправка в 20 часов) -.8465
79 (третья производная в 5 часов) .9200	23 (поправка в 21 час) -.9709
83 (третья производная в 9 часов) -.7843	24 (поправка в 22 часа) -.9888
84 (третья производная в 10 часов) -.9826	25 (поправка в 23 часа) -.8785
85 (третья производная в 11 часов) -.9332	26 (первая производная в 0 часов) .9207
89 (третья производная в 15 часов) .8805	27 (первая производная в 1 час) .9963
90 (третья производная в 16 часов) .9975	28 (первая производная в 2 часа) .9054
91 (третья производная в 17 часов) .8902	33 (первая производная в 7 часов) -.7965
95 (третья производная в 21 час) -.7487	34 (первая производная в 8 часов) -.9716
96 (третья производная в 22 часа) -.8894	35 (первая производная в 9 часов) -.9358
97 (третья производная в 23 часа) -.9694	39 (первая производная в 13 часов) .7840
99 (четвертая производная в 1 ч) .8681	43 (первая производная в 17 часов) -.7885
100 (четвертая производная в 2 ч) .9805	44 (первая производная в 18 часов) -.9640
104 (четвертая производная в 6 ч) -.8509	45 (первая производная в 19 часов) -.9426
105 (четвертая производная в 7 ч) -.9948	46 (первая производная в 20 часов) -.7098
106 (четвертая производная в 8 ч) -.9174	53 (вторая производная в 3 часа) -.7904
110 (четвертая производная в 12 ч) .8373	54 (вторая производная в 4 часа) -.9758
111 (четвертая производная в 13 ч) .9939	55 (вторая производная в 5 часов) -.9583
112 (четвертая производная в 14 ч) .9167	56 (вторая производная в 6 часов) -.7147
116 (четвертая производная в 18 ч) -.8304	

60 (вторая производная в 10 часов) .9337
61 (вторая производная в 11 часов) .9466
65 (вторая производная в 15 часов) -.8547
66 (вторая производная в 16 часов) -.9639
67 (вторая производная в 17 часов) -.7292
71 (вторая производная в 21 час) .7984
72 (вторая производная в 22 часа) .9477
73 (вторая производная в 23 часа) .9907
74 (третья производная в 0 часов) -.9847
75 (третья производная в 1 час) -.9141
76 (третья производная в 2 часа) -.7820
80 (третья производная в 6 часов) .7529
81 (третья производная в 7 часов) .9759
82 (третья производная в 8 часов) .9354
86 (третья производная в 12 часов) -.7492
87 (третья производная в 13 часов) -.9799
88 (третья производная в 14 часов) -.8659
92 (третья производная в 18 часов) .7966
93 (третья производная в 19 часов) .9828
94 (третья производная в 20 часов) .9005
98 (четвертая производная в 0 ч) -.8318
101 (четвертая производная в 3 ч) .8119
102 (четвертая производная в 4 ч) .9945
103 (четвертая производная в 5 ч) .8767
107 (четвертая производная в 9 ч) -.7674
108 (четвертая производная в 10 ч) -.9826
109 (четвертая производная в 11 ч) -.9016
113 (четвертая производная в 15 ч) .7667
114 (четвертая производная в 16 ч) .9796

115 (четвертая производная в 17 ч) .9001
119 (четвертая производная в 21 ч) -.9147
120 (четвертая производная в 22 ч) -.8992
123 (количество нулей скоростей) .5778
128 (среднее значение времени нулей вт орой производной) .7065

в факторе- 2 базовый параметр- 27
(первая производная в 1 час)

Таблица-Объединение по фактору 8.

НОМЕР	НАЗВАНИЕ ПАРАМЕТРА	НАГРУЗКА
124	(количество нулей ускорений)	- .7797
127	(среднее значение времени нулей пе рвой производной)	.6257

в факторе- 8 базовый параметр- 124
(количество нулей ускорений)

Таблица-Объединение по фактору 9.

НОМЕР	НАЗВАНИЕ ПАРАМЕТРА	НАГРУЗКА
125	(количество нулей третьих производ ных)	- .5960
141	(инсульты, от 30 до 60 лет (общее чи сло))	.8803

в факторе- 9 базовый параметр- 141
(инсульты, от 30 до 60 лет (общее число))

Таблица-Объединение по фактору 7.

НОМЕР	НАЗВАНИЕ ПАРАМЕТРА	НАГРУЗКА
126	(количество нулей четвертых произв одных)	- .7448
129	(среднее значение времени нулей тр етьей производной)	.8798
130	(среднее значение времени нулей че твертой производной)	-.7622

в факторе- 7 базовый параметр- 129
(среднее значение времени нулей третьей
производной)

Таблица-Объединение по фактору 4.

НОМЕР	НАЗВАНИЕ ПАРАМЕТРА	НАГРУЗКА
131	(смерти, общее число)	.8727
132	(смерти, мужчины)	.5836
133	(смерти, женщины)	.7660
135	(смерти, от 30 до 60 лет (общее число))	.7415
13	(смерти, больше 60 лет (общее число))	.8022

в факторе- 4 базовый параметр- 131 (смерти, общее число)

Таблица-Объединение по фактору 6.

НОМЕР	НАЗВАНИЕ ПАРАМЕТРА	НАГРУЗКА
134	(смерти, до 30 лет (общее число))	.9401
140	(инсульты, до 30 лет (общее число))	.8999

в факторе- 6 базовый параметр- 134 (смерти, до 30 лет (общее число))

Таблица-Объединение по фактору 5.

НОМЕР	НАЗВАНИЕ ПАРАМЕТРА	НАГРУЗКА
137	(инсульты, общее число)	.9019
139	(инсульты, женщины)	.9070
142	(инсульты, больше 60 лет (общее число))	.8830

в факторе- 5 базовый параметр- 139 (инсульты, женщины)

Таблица-Объединение по фактору 10.

НОМЕР	НАЗВАНИЕ ПАРАМЕТРА	НАГРУЗКА
138	(инсульты, мужчины)	.6503

в факторе- 10 базовый параметр- 138 (инсульты, мужчины)

Согласно результатам факторного анализа были получены следующие базовые параметры[1] для построения регрессионных моделей прогноза количества вызовов по смертям и инсультам[2]:

– базовый параметр 14-поправка в 12 часов

– базовый параметр 90-третья производная поправки в 16 часов

– базовый параметр 27-первая производная поправки в 1 час

– базовый параметр 124-количество нулей ускорения поправки

– базовый параметр 129-среднее значение времени нулей третьей производной поправки.

Регрессионные модели параметрического прогноза были построены методом Брандона Д.[3]

По этим моделям были получены следующие результаты прогноза во временном промежутке с 14-ого января 2007 года по 18-ое января 2007 года:

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

Модель прогноза:

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

*-умножение, **-возведение в степень

Прогноз количества вызовов по смертям (общее число):

исход=14.0000 прогноз=15.3486 ошибка=1.3486
 исход=20.0000 прогноз=15.9947 ошибка=4.0053
 исход=17.0000 прогноз=14.0219 ошибка=2.9781

исход=9.0000 прогноз=11.2043 ошибка=2.2043
исход=5.0000 прогноз=14.0161 ошибка=9.0161

средняя абсолютная ошибка прогноза=3.91046

**Зависимый параметр– 132
(количество вызовов
по смертям(мужчины))**

Модель прогноза:

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

*-умножение, **-возведение в степень

Прогноз количества вызовов по смертям(мужчины):

исход=5.0000 прогноз=6.5513 ошибка=1.5513
исход=8.0000 прогноз=9.4862 ошибка=1.4862
исход=8.0000 прогноз=9.5822 ошибка=1.5822
исход=3.0000 прогноз=5.5604 ошибка=2.5604
исход=2.0000 прогноз=3.4441 ошибка=1.4441

средняя абсолютная ошибка прогноза=1.72485

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

Модель прогноза:

$$y = +(.1063281E+04) * (x 14) **0 + (-.9711149E+02) * (x 14) **1 + (.2916405E+01) * (x 14) **2 + (-.2882795E-01) * (x 14) **3 + (-.5668021E+00) * (x 90) **0$$

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

*-умножение, **-возведение в степень

Прогноз количества вызовов по инсультам(общее число):

исход=11.0000 прогноз=9.7779 ошибка=1.2221
исход=9.0000 прогноз=11.1578 ошибка=2.1578
исход=9.0000 прогноз=13.7077 ошибка=4.7077
исход=11.0000 прогноз=19.3981 ошибка=8.3981
исход=10.0000 прогноз=13.4068 ошибка=3.4068

средняя абсолютная ошибка прогноза=3.97849

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

Модель прогноза:

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

*-умножение, **-возведение в степень

Прогноз количества вызовов по инсультам(мужчины):

исход=3.0000 прогноз=3.3739 ошибка=.3739

исход=3.0000 прогноз=3.8975 ошибка=.8975

исход=1.0000 прогноз=5.2274 ошибка=4.2274

исход=4.0000 прогноз=6.9481 ошибка=2.9481

исход=5.0000 прогноз=6.6994 ошибка=1.6994

средняя абсолютная ошибка прогноза=2.02928

Приведенные модели параметрического прогноза имеют высокие коэффициенты детерминации и небольшие средние абсолютные ошибки прогноза.

Поэтому приведенную методику можно использовать для прогноза количества вызовов скорой помощи по приливным изменениям силы тяжести, в различных многопараметрических исследованиях.

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. B. Developing Mathematical Models for Computer Control, USA Journal, 1959, V.S,N7.
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. Psychometrika, 23, 187-200(1958).

Статья рекомендована к публикации 25.05.07