

ОЦЕНКА КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ОБУСЛОВЛЕННОСТЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

Для определения количественных обусловленностей между параметрами исследования строились регрессионные модели и по ним определялись вклады параметров-аргументов в этих моделях. Эти вклады параметров-аргументов являются оценкой количественной обусловленности зависимого параметра в регрессионной модели. В качестве параметров-аргументов в регрессионных моделях были взяты параметры исследования. Регрессионные модели строились методом Брандона и методом наименьших квадратов.

Ключевые слова: регрессионная модель, количественная обусловленность, метод Брандона, метод наименьших квадратов.

Корреляционный и факторный анализ дают наличие качественных обусловленностей между параметрами исследования, но не дают количественной оценки этих обусловленностей.

Для определения количественных обусловленностей строились регрессионные модели [2] и по ним определялись вклады параметров-аргументов в этих моделях.

Эти вклады параметров-аргументов являются оценкой количественной обусловленности зависимого параметра в регрессионной модели.

В качестве параметров-аргументов в регрессионных моделях были взяты параметры исследования: твердые тт/год, валовый выброс Аглоцех Носта; оксид углерода тт/год, валовой выброс Аглоцех Носта; диоксид серы тт/год, валовой выброс Аглоцех Носта; оксиды азота тт/год, валовой выброс Аглоцех Носта; твердые тт/год, валовой выброс Доменный Носта; оксид углерода тт/год, валовой выброс Доменный Носта; диоксид серы тт/год, валовой выброс Доменный Носта; оксиды азота тт/год, валовой выброс Доменный Носта; твердые тт/год, валовой выброс Мартен Носта; оксид углерода тт/год, валовой выброс Мартен Носта; диоксид серы тт/год, валовой выброс Мартен Носта; оксиды азота тт/год, валовой выброс Мартен Носта; твердые тт/год, валовой выброс КХП Носта; оксид углерода тт/год, валовой выброс КХП Носта; диоксид серы тт/год, валовой выброс КХП Носта; оксиды азота тт/год, валовой выброс КХП Носта.

Зависимыми параметрами в регрессионных моделях были: средние годовые конц. твердых мг/м куб. на 1 км, атмосфера; максим. разовые конц. твердых мг/м куб. на 1 км, атмосфера; средние годовые конц. твердых мг/м куб. на 3 км, атмосфера; максим. разовые конц. твердых мг/м куб. на 3 км, атмосфера; средние годовые конц. твердых мг/м куб. на 5 км, атмосфера; мак-

сим. разовые конц. твердых мг/м куб. на 5 км, атмосфера; средние годовые конц. твердых мг/м куб. на 7 км, атмосфера; максим. разовые конц. твердых мг/м.куб на 7 км, атмосфера; средние годовые конц. фенола мг/м куб. на 1 км, атмосфера; максим. разовые конц. фенола мг/м куб. на 1 км, атмосфера; средние годовые конц. фенола мг/м куб. на 3 км, атмосфера; максим. разовые конц. фенола мг/м куб. на 3 км, атмосфера; средние годовые конц. фенола мг/м куб. на 5 км, атмосфера; максим. разовые конц. фенола мг/м куб. на 5 км, атмосфера; средние годовые конц. фенола мг/м куб. на 7 км, атмосфера; максим. разовые конц. фенола мг/м куб. на 7 км, атмосфера; средние годовые конц. серовод мг/м куб. на 1 км, атмосфера; максим. разовые конц. серовод мг/м куб. на 1 км, атмосфера; средние годовые конц. серовод мг/м куб. на 3 км, атмосфера; максим. разовые конц. серовод мг/м куб. на 3 км, атмосфера; средние годовые конц. серовод мг/м куб. на 5 км, атмосфера; максим. разовые конц. серовод мг/м куб. на 5 км, атмосфера; средние годовые конц. серовод мг/м куб. на 7 км, атмосфера; максим. разовые конц. серовод мг/м куб. на 7 км, атмосфера; средние годов. конц. оксид угл мг/м куб. на 1 км, атмосфера; максим. разов. конц. оксид угл. мг/м куб. на 1 км, атмосфера; средние годов. конц. оксид угл мг/м куб. на 3 км, атмосфера; максим. разов. конц. оксид угл. мг/м куб. на 3 км, атмосфера; средние годов. конц. оксид угл. мг/м куб. на 5 км, атмосфера; максим. разов. конц. оксид угл. мг/м куб. на 5 км, атмосфера; средние годов. конц. оксид угл. мг/м куб. на 7 км, атмосфера; максим. разов. конц. оксид угл. мг/м куб. на 7 км, атмосфера; средние годов конц. диокс азот мг/м куб. на 1 км, атмосфера; максим. разов конц. диокс азот мг/м куб. на 1 км, атмосфера; средние годов конц. диокс азот мг/м куб. на 3 км, атмосфера; максим. разов конц. ди-

Таблица 1. Вклады параметров-аргументов в модели(1)

Номер	Название параметра	Вклад в модель
2	Твердые(т/год), валовый выброс Аглоцех Носта	0.0000
3	Оксид углерода(т/год),валовый выброс Аглоцех Носта	0.0000
4	Диоксид серы(т/год),валовый выброс Аглоцех Носта	0.0000
5	Оксиды азота(т/год),валовый выброс Аглоцех Носта	0.0000
6	Твердые(т/год), валовый выброс Доменный Носта	0.0000
7	Оксид углерода(т/год),валовый выброс Доменный Носта)	0.0000
8	Диоксид серы(т/год),валовый выброс Доменный Носта)	0.0000
9	Оксиды азота(т/год),валовый выброс Доменный Носта	0.0000
10	Твердые(т/год), валовый выброс Мартен Носта	0.0000
11	Оксид углерода(т/год),валовый выброс Мартен Носта	0.0000
12	Диоксид серы(т/год),валовый выброс Мартен Носта	1.0000
13	Оксиды азота(т/год),валовый выброс Мартен Носта	0.0000
14	Твердые(т/год), валовый выброс КХП Носта	0.0000
15	Оксид углерода(т/год),валовый выброс КХП Носта	0.0000
16	Диоксид серы(т/год),валовый выброс КХП Носта	0.0000
17	Оксиды азота(т/год),валовый выброс КХП Носта	0.0000

окс азот мг/м куб. на 3 км, атмосфера; средние годов конц. диокс азот мг/м куб. на 5 км, атмосфера; максим. разов конц. диокс азот мг/м куб. на 5 км, атмосфера; средние годов конц. диокс азот мг/м куб. на 7 км, атмосфера; максим. разов конц. диокс азот мг/м куб. на 7 км, атмосфера; средние годов конц. диокс сера мг/м куб. на 1 км, атмосфера; максим. разов конц. диокс сера мг/м куб. на 1 км, атмосфера; средние годов конц. диокс серы мг/м куб. на 3 км, атмосфера; максим. разов конц. диокс сера мг/м куб. на 3 км, атмосфера; средние годов конц. диокс серы мг/м куб. на 5 км, атмосфера; максим. разов конц. диокс сера мг/м куб. на 5 км, атмосфера; средние годов конц. диокс сера мг/м куб. на 7 км, атмосфера; максим. разов конц. диокс сера мг/м куб. на 7 км, атмосфера; средние годовые конц. аммиак мг/м куб. на 1 км, атмосфера; максим. разовые конц. аммиак мг/м куб. на 1 км, атмосфера; средние годовые конц. аммиак мг/м куб. на 3 км, атмосфера; максим. разовые конц. аммиак мг/м куб. на 3 км, атмосфера; средние годовые конц. аммиак мг/м куб. на 5 км, атмосфера; максим. разовые конц. аммиак мг/м куб. на 5 км, атмосфера; средние годовые конц. аммиак мг/м куб. на 7 км, атмосфера; максим. разовые конц. аммиак мг/м куб. на 7 км, атмосфера.

Регрессионные модели строились методом Д. Брандона [3] и методом наименьших квадратов [1].

Рассмотрим некоторые модели и оценки количественных обусловленностей по ним.

Модель, построенная методом Д. Брандона: зависимый параметр – средние годовые конц. твердых мг/м куб. на 1 км, атмосфера.

Модель – средние годовые конц. твердых мг/м куб. на 1 км, атмосфера, значимый по вкла-

ду параметр – 12 (11. Диоксид серы (т/год), валовой выброс Мартен Носта), вклад = 1.0000000

$$y = y + (4.7394) * (x12) ** 0 + (-60.7878) * (x12) ** 1 + (275.8280) * (x12) ** 2 + (-399.6884) * (x12) ** 3 \quad (1)$$

* – умножение, ** – возведение в степень, где y – зависимый параметр, x12 – параметр-аргумент.

Таблица 2. Характеристики модели (1)

Характеристика модели	Значения
Коэффициент детерминации	1.00
Средняя абсолютная ошибка	0.00
Средняя ошибка в процентах	0.00

Модель, построенная методом наименьших квадратов: зависимый параметр – средние годовые конц. твердых мг/м куб. на 1 км, атмосфера

Модель для зависимого параметра

$$y(i,j18) = + (-.890825992952295D-03) * (x(i,j2)) ** 4 + (-.859917579461963D-02) * (x(i,j2)) ** 3 + (.450533768725576D-01) * (x(i,j2)) ** 2 + (-.116021364341117D+00) * (x(i,j2)) ** 1 + (.186100846264533D-07) * (x(i,j3)) ** 4 + (-.598233370965407D-05) * (x(i,j3)) ** 3 + (.687037838229561D-04) * (x(i,j3)) ** 2 + (.177974179362208D-01) * (x(i,j3)) ** 1$$

$$y(i,j18) = y(i,j18) + (-.523385998723432D-04) * (x(i,j4)) ** 4 + (.160926488241826D-02) * (x(i,j4)) ** 3 + (-.298856523513481D-02) * (x(i,j4)) ** 2 + (-.330214074000567D-01) * (x(i,j4)) ** 1 + (.125652703122141D+00) * (x(i,j5)) ** 4 + (-.748876317506073D-01) * (x(i,j5)) ** 3 + (-.250374584749413D+00) * (x(i,j5)) ** 2 + (.356861504496585D+00) * (x(i,j5)) ** 1$$

$$\begin{aligned}
 & y(i,j18)=y(i,j18)+ \\
 & +(-.129313190839139D-03)*(x(i,j6))^{**4}+ \\
 & +(-.634358001653782D-03)*(x(i,j6))^{**3}+ \\
 & +(-.647536468935186D-03)*(x(i,j6))^{**2}+ \\
 & +(.306209865509461D-01)*(x(i,j6))^{**1}+ \\
 & +(-.245677443726718D-03)*(x(i,j7))^{**4}+ \\
 & +(.183300960561687D-02)*(x(i,j7))^{**3}+ \\
 & +(-.110602642054694D-01)*(x(i,j7))^{**2}+ \\
 & +(.131430154401330D-01)*(x(i,j7))^{**1} \\
 & y(i,j18)=y(i,j18)+ \\
 & +(-.125198323581272D+02)*(x(i,j8))^{**4}+ \\
 & +(-.138974980499824D+02)*(x(i,j8))^{**3}+ \\
 & +(.387783201542928D+01)*(x(i,j8))^{**2}+ \\
 & +(-.139425544405834D+01)*(x(i,j8))^{**1}+ \\
 & +(-.251382122445158D+02)*(x(i,j9))^{**4}+ \\
 & +(.640824337017539D+01)*(x(i,j9))^{**3}+ \\
 & +(-.33668239976670D+01)*(x(i,j9))^{**2}+ \\
 & +(-.181629678063884D+00)*(x(i,j9))^{**1} \\
 & y(i,j18)=y(i,j18)+ \\
 & +(.106142364567918D+00)*(x(i,j10))^{**4}+ \\
 & +(-.917286791204390D-02)*(x(i,j10))^{**3}+ \\
 & +(.569233904860226D-01)*(x(i,j10))^{**2}+ \\
 & +(.297383136877843D+00)*(x(i,j10))^{**1}+ \\
 & +(-.107960648300551D-01)*(x(i,j11))^{**4}+ \\
 & +(.789168346682295D-01)*(x(i,j11))^{**3}+ \\
 & +(-.638120225260111D-01)*(x(i,j11))^{**2}+ \\
 & +(-.616131027677272D-01)*(x(i,j11))^{**1} \\
 & y(i,j18)=y(i,j18)+ \\
 & +(-.151748518346093D+02)*(x(i,j12))^{**4}+ \\
 & +(.158207782515345D+02)*(x(i,j12))^{**3}+ \\
 & +(-.255158761721754D+01)*(x(i,j12))^{**2}+ \\
 & +(.725293968491237D-01)*(x(i,j12))^{**1}+ \\
 & +(-.387336354161975D-01)*(x(i,j13))^{**4}+ \\
 & +(.612535704707288D-01)*(x(i,j13))^{**3}+ \\
 & +(-.957215334318248D-02)*(x(i,j13))^{**2}+ \\
 & +(-.200569148624847D+00)*(x(i,j13))^{**1} \\
 & y(i,j18)=y(i,j18)+ \\
 & +(-.444530580904383D-01)*(x(i,j14))^{**4}+ \\
 & +(.232544183403806D-01)*(x(i,j14))^{**3}+ \\
 & +(.174902145276896D+00)*(x(i,j14))^{**2}+ \\
 & +(.179747554061979D+00)*(x(i,j14))^{**1}+ \\
 & +(-.413888127723504D-04)*(x(i,j15))^{**4}+ \\
 & +(-.580560786782934D-03)*(x(i,j15))^{**3}+ \\
 & +(.106934754479458D-01)*(x(i,j15))^{**2}+ \\
 & +(.524342078797571D-01)*(x(i,j15))^{**1} \\
 & y(i,j18)=y(i,j18)+ \\
 & +(.144585073665894D-01)*(x(i,j16))^{**4}+ \\
 & +(-.223756226526848D-01)*(x(i,j16))^{**3}+ \\
 & +(.484331372835638D-01)*(x(i,j16))^{**2}+ \\
 & +(.466483994435664D-01)*(x(i,j16))^{**1}+ \\
 & +(.117894748655942D+02)*(x(i,j17))^{**4}+ \\
 & +(-.138973600448196D+02)*(x(i,j17))^{**3}+ \\
 & +(-.178098497875139D+01)*(x(i,j17))^{**2}+
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & +(.637130875619441D-01)*(x(i,j17))^{**1} \\
 & +(.205002245166354D-02),
 \end{aligned}$$

где $y(i, j18)$ – зависимый параметр,
 i – номер наблюдения,
 $j18$ – номер зависимого параметра,
 $x(i, j2) - x(i, j17)$ – параметры-аргументы,
 $j2, j3, \dots, j17$ – номера параметров-аргументов,
 $mDp = m * 10^{**p}$, * – умножение, ** – возведение в степень.

Согласно таблице 1 параметр «Средние годовые конц. твердых мг/м куб. на 1 км, атмосфера» более всего обусловлен параметром «Диоксид серы (тт/год), валовой выброс Мартен Носта», потому что его вклад в модели (1) максимальный – 1.

Согласно таблице 3, параметр «Средние годовые конц. твердых мг/м куб. на 1 км, атмосфера» более всего обусловлен параметром «Твердые (тт/год), валовой выброс Аглоцех Носта», потому что его вклад в модели (2) максимальный – 0,10146.

Количественная обусловленность одного и того же параметра «Средние годовые конц. твердых мг/м куб. на 1 км, атмосфера» получилась различной по моделям (1) и (2).

Это связано с тем, что модель (1) построена методом Д. Брандона с элиминированием параметров-аргументов, а модель (2) построена методом наименьших квадратов без элиминирования параметров-аргументов.

Для объективной оценки количественной обусловленности необходимо рассматривать вклады, полученные по модели (2).

Для осуществления прогноза параметра «Средние годовые конц. твердых мг/м куб. на 1 км, атмосфера» лучше использовать модель (1), потому что в ней всего один параметр-аргумент.

Аналогичный подход в оценке количественной обусловленности и прогноза будет и для других параметров исследования.

Коэффициент детерминации модели (1) равен 1, а средние абсолютные и относительные ошибки аппроксимации равны нулю.

Поэтому моделью (1) можно пользоваться для определения параметра «Средние годовые конц. твердых мг/м куб. на 1 км, атмосфера» по параметру «Диоксид серы (тт/год), валовой выброс Мартен Носта».

Для этого надо в модель (1) поставить значение параметра-аргумента «Диоксид серы (тт/

Таблица 3. Вклады параметров-аргументов в модели (2)

Номер	Название параметра	Вклад
2	Твердые(т/год), валовый выброс Аглоцех Носта)	0.10146
3	Оксид углерода(т/год), валовый выброс Аглоцех Носта)	0.09847
4	Диоксид серы(т/год),валовый выброс Аглоцех Носта)	0.04009
5	Оксиды азота(т/год),валовый выброс Аглоцех Носта)	0.06747
6	Твердые(т/год), валовый выброс Доменный Носта)	0.01673
7	Оксид углерода(т/год),валовый выброс Доменный Носта)	0.03140
8	Диоксид серы(т/год),валовый выброс Доменный Носта)	0.05351
9	Оксиды азота(т/год),валовый выброс Доменный Носта)	0.08748
10	Твердые(т/год), валовый выброс Мартен Носта)	0.05537
11	Оксид углерода(т/год),валовый выброс Мартен Носта)	0.04007
12	Диоксид серы(т/год),валовый выброс Мартен Носта)	0.04546
13	Оксиды азота(т/год),валовый выброс Мартен Носта)	0.06956
14	Твердые(т/год), валовый выброс КХП Носта)	0.08107
15	Оксид углерода(т/год),валовый выброс КХП Носта)	0.06255
16	Диоксид серы(т/год),валовый выброс КХП Носта)	0.07239
17	Оксиды азота(т/год),валовый выброс КХП Носта)	0.07690

год), валовой выброс Мартен Носта» и посчитать значение зависимого параметра «Средние годовые конц. твердых мг/м куб. на 1 км, атмосфера».

Аналогично можно определить параметр «Средние годовые конц. твердых мг/м куб. на 1 км, атмосфера» по модели (2), средняя абсолют-

ная ошибка аппроксимации для которой тоже равна нулю.

Но вычисление по модели (2) будет сложнее, потому что в этой модели надо использовать шестнадцать параметров-аргументов вместо одного в модели (1).

13.09.2010 г.

Список использованной литературы:

1. Бендат Д. Ж., Пирсол А. Измерение и анализ случайных процессов. – М.: Мир, 1974.
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. Psychometrica, 23, 187-200(1958).

Сведения об авторах: **Колесник Алексей Николаевич**, доцент кафедры экономики и организации производства Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук, тел. (3532) 372448, e-mail: eco@mail.osu.ru

Мустафина Динара Рамильевна, ассистент, кафедры информационных систем и технологий Оренбургского государственного университета, тел. (3532) 372553, e-mail: dinara.must@mail.ru, ist@unpk.osu.ru

UDC 502.3

Kolesnik A.N., Mustafina D.R.

QUANTITIES ASSESSMENT OF DEPENDENCE FROM ATMOSPHERIC POLLUTION

To quantify the conditioning between the parameters of the study we build up the regression models, and based on them we determined the contributions of the argument parameters to these models. These argument parameters contributions are the estimate for the quantitative dependence of the parameter in the regression model. Parameters of the study were taken as argument parameters in the regression models. Regression models were built through Brandon method and method of least squares.

Keywords: regression model, quantitative conditionality, Brandon's method, the method of least squares.

Bibliography:

- 1 D. Bendat J., Piersol A. Measurement and analysis of random processes. – М.: Мир, 1974.
- 2 Drayper N., Smith H. Applied regression analysis. – Moscow: Statistika, 1973.
- 3 Brandon D. B. Developing Mathematical Models for Computer Control, USA Journal, 1959, VS, N7.
- 4 Harman G. Modern factor analysis. – М.: Statistika, 1972.
- 5 Iberl C. Factor analysis.– М.: Statistics, 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).