

УДК 502:504.54:911.2:911.52:519.876

РАНГОВЫЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ОТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ПАРАМЕТРАМИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ СУБЪЕКТОВ УРАЛА И СИБИРИ

Мазуркин П.М.

*Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола,
e-mail: kaf_po@mail.ru*

Относительно географических координат северной широты, восточной долготы и высоты центров столиц 14 субъектов Федерации (социумов) из Уральского и Сибирского федеральных округов над уровнем Балтийского моря были выбраны еще 37 параметров по 9 группам жизни населения. Методом идентификации выявлены нелинейные и волновые закономерности, позволяющие изучать поведение населения у каждого субъекта федерации. Коэффициент коррелятивной вариации системы из 40 влияющих и зависимых параметров составляет 0,5551, и это значение относится к среднему уровню адекватности. По диагональным клеткам матрицы в ранжировании субъектов по сумме рангов распределений 40 параметров первое место заняла Тюменская область. На втором месте находится Томская область, а на третьем – Свердловская область. Коэффициенты корреляции 1600 формул получаются от 0,0001 до 1. На первом месте в рейтинге влияющих переменных находится фактор X19 – использование воды, на втором месте X01 – северная широта и на третьем месте X32 – уровень безработицы. В рейтинге показателей на первом месте X33 – доля населения ниже прожиточного минимума, на втором – X26 – ожидаемая продолжительность жизни женщин, на третьем – X32 – уровень безработицы. Первый член у обоих рейтингов является законом Мандельброта (в физике), поэтому колебания располагаются как некратные фракталы. Видно, что поведение субъектов как переменных происходит по закону спада, однако как у показателей происходит рост. В обоих случаях по второму члену в виде степенной функции происходит кризис (отрицательный знак) в рейтинге 40 параметров. Этот кризис происходит из-за неосознания специалистами парных связей. Метод рангов применим для сравнения жизни населения субъектов.

Ключевые слова: 40 параметров, рейтинг субъектов, отношения, вейвлеты, матрица, рейтинги параметров

RANK DISTRIBUTIONS AND RELATIONS BETWEEN THE PARAMETERS OF POPULATION LIFE IN THE URALS AND SIBERIA

Mazurkin P.M.

Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, e-mail: kaf_po@mail.ru

With respect to the northern latitude, east longitude and altitude of the centers of the capitals of 14 subjects of the federation (societies) from the Ural and Siberian federal districts above the level of the Baltic Sea, another 37 parameters were selected for 9 groups of population life. The identification method revealed nonlinear and wave patterns that make it possible to study the behavior of the population in each subject of the federation. The coefficient of correlative variation of a system of 40 influencing and dependent parameters is 0.5551, and this value refers to the average level of adequacy. By the diagonal cells of the matrix in the ranking of subjects by the sum of the ranks of the distributions of 40 parameters, the Tyumen region took the first place. Tomsk Oblast is in second place, and Sverdlovsk Oblast is in third place. Correlation coefficients of 1600 formulas are obtained from 0.0001 to 1. In the first place in the ranking of influencing variables is factor X19 – water use, in second place X01 – northern latitude and in third place X32 – the unemployment rate. In the ranking of indicators, the first place is X33 – the share of the population is below the subsistence level, the second is X26 – the life expectancy of women, and the third is X32 – the unemployment rate. The first term in both ratings is Mandelbrot's law (in physics), so fluctuations are located as non-multiple fractals. It can be seen that the behavior of subjects as variables occurs according to the law of decline, however, as indicators, there is an increase. In both cases, a crisis (negative sign) occurs in the rating of 40 parameters for the second component in the form of a power function. This crisis is due to the fact that specialists do not realize paired connections. The rank method is applicable to compare the lives of the population of subjects.

Keywords: 40 parameters, rating of subjects, relations, wavelets, matrix, ratings of parameters

Мы выдвинули доктрину колебательной адаптации в природе, включая живое и косное вещества по В.И. Вернадскому [1]. Тогда получается, что закон Коммонера «всё связано со всем» [2] исходит из взаимных колебаний процессов адаптации, которые проявляются в виде суммы асимметричных вейвлет-сигналов (уединенных волн).

Урбанизация оказывает существенное влияние на климат и метеорологические ус-

ловия. Данные были собраны на 15 уровнях на 325-метровой метеорологической башне в Пекине в 1991–2011 гг. Ежегодная и сезонная (весна, лето, осень и зима) средняя скорость ветра на 15 уровнях имеет тенденции снижения. Заметен феномен «излома» в профиле ветра, и средняя высота излома увеличилась примерно от 40 до почти 80 м [3].

Мы рассматриваем урбанизацию как географическое стягивание всех параметров

жизни населения к центрам столиц субъектов Федераций России. Фактически всё население стремится к столицам, повышая численность городского населения.

Наземные растения вместе с океаном обеспечили обитаемость жизни на планете. Однако использование ископаемого топлива к середине XXI в. даст объемы CO_2 , сравнимые с ранним эоценом (примерно 50 млн лет назад). Если концентрация CO_2 будет нарастать такими же темпами и в XXIII в., то уже планета Земля будет вести себя так же, как 1,5 млрд лет назад [4]. В итоге будущее программы снижения количества CO_2 имеется в увеличении на поверхности суши лесов [5]. Тогда к центрам столиц субъектов также можно стягивать любые параметры окружающей и природной среды, включая климат и погоду.

Цель исследования – выявление ранговых распределений 40 параметров для рейтинга субъектов региона, вейвлет-анализ парных взаимодействий, суммирование коэффициентов корреляции по строкам и столбцам корреляционной матрицы и составление рейтингов влияющих переменных и зависимых показателей. Метод применим для сравнения жизни населения субъектов по множеству параметров, привязанных к центрам столиц субъектов.

Материалы и методы исследования

Нами составлены консолидированные данные относительно географических параметров (широта, долгота, высота) для центров столиц у субъектов федерации, 13 видов угодий из кадастра, экологических и экономических показателей [1] (табл. 1).

Параметры распределились по следующим группам: 1) координаты центров столиц субъектов (X01 – северная широта, $\alpha := \alpha - 50, ^\circ$; X02 – восточная долгота, $\beta := \beta - 60, ^\circ$; X03 – высота над Балтийским морем, м); 2) климатические (среднемесячные) параметры за период 1961–1990 гг. (X04 – ночная температура, $^\circ\text{C}$; X05 – дневная температура, $^\circ\text{C}$; X06 – сумма осадков, мм; X07 – число дней с осадками более 0,1 мм, шт.); 3) погода за 2018 г. (X08 – январская средняя температура, $^\circ\text{C}$; X09 – июльская средняя температура, $^\circ\text{C}$; X10 – сумма осадков за январь, мм; X11 – сумма осадков за июль, мм); 4) доли (%) угодий к суше (X12 – доля сельхозугодий; X13 – доля лесов; X14 – для пашни; X15 – доля растительности «трава + кусты + деревья»; X16 – антропогенные угодья; X17 – экологический коэффициент, вычисляемый

делением растительности к площади измененных угодьям); 5) удельные потребление воды, сброс и выброс загрязнений (X18 – забор воды, $\text{м}^3/\text{чел.}$; X19 – использование воды, $\text{м}^3/\text{чел.}$; X20 – сброс загрязнений, $\text{м}^3/\text{чел.}$; X21 – выбросы в атмосферу, $\text{кг}/\text{чел.}$; X22 – улавливание загрязняющих веществ из выбросов, $\text{кг}/\text{чел.}$); 6) параметры людей (X23 – плотность населения, $\text{чел}/\text{км}^2$; продолжительность жизни (ожидаемая), лет: X24 – всех людей; X25 – мужского населения; X26 – женского населения); 7) демографические показатели (X27 – коэффициент рождаемости (суммарный); X28 – смертность младенцев на 1000 родившихся живыми; X29 – коэффициент миграционного прироста на 10 тыс. населения; X30 – естественный прирост на тысячу населения); 8) параметры труда (X31 – занятость, %; X32 – безработица, %; X33 – доля населения, находящегося ниже прожиточного минимума, %; X34 – городское население, %; X35 – сельское население, %); 9) экономика производственных процессов (X36 – ВРП за 2018 г. на душу населения, тыс. руб./чел.; X37 – душевые доходы, руб./мес.; умершие в трудоспособном возрасте на 10^5 населения, чел.: X38 – обоих полов; X39 – мужчин в возрасте 16–59 лет; X40 – женщин в возрасте 16–54 года).

Вейвлет-сигналы как асимметричные колебания имеют вид формулы

$$y_i = A_i \cos(\pi x / p_i - a_{8i}),$$

$$A_i = a_{1i} x^{a_{2i}} \exp(-a_{3i} x^{a_{4i}}),$$

$$p_i = a_{5i} + a_{6i} x^{a_{7i}}, \quad (1)$$

где y – зависимый показатель, i – номер члена модели (1), x – влияющая переменная, $a_{1...a_8}$ – параметры уравнения (1), идентифицируемые при идентификации в программной среде CurveExpert-1.40; A_i – амплитуда (половина) колебания, p_i – полупериод колебания.

Ранжирование значений параметров субъектов Федерации

Иерархия показывает в системе параметров упорядоченность, поэтому является некоторой абстракцией структуры системы, предназначенной для изучения функциональных взаимодействий между ее компонентами и их функциональных воздействий на систему в целом [6]. Метод анализа иерархий Саати получил в мировой науке широкое распространение.

Синтез иерархического распределения возможен двумя способами, причем для известной или составленной (в нашем примере данной статьи) системы параметров:

1) вначале необходимо упорядочение значений параметров по заранее установленному вектору предпорядка предпочтительности «лучше → хуже» по последовательности рангов $R = 0, 1, 2, \dots$, после этого суммирование рангов по всему ранжированному списку параметров; в итоге образуется рейтинг элементов системы (в нашем примере 14 субъектов Урала и Сибири), причем

лучшим будет элемент (субъект Федерации) с наименьшей суммой рангов;

2) как и в методе Саати [6], выполняется парное сравнение параметров системы, методом идентификации выявляются закономерности бинарных отношений между всеми параметрами, затем коэффициенты корреляции по строкам и столбцам суммируются, после этого выявляются рейтинги параметров как влияющих переменных и зависимых показателей.

Приведем рейтинг системы факторов (табл. 2) по сумме рангов.

Таблица 1

Фрагмент данных по 40 параметрам у 14 субъектов Урала и Сибири

Код	Субъект Федерации Урала и Сибири	Столица субъекта	Координаты				...	X40
			X01	X02	X03			
45	Курганская область	Курган	5.45	5.3333	75	...	262.2	
66	Свердловская область	Екатеринбург	6.8519	0.6122	255	...	251.9	
72	Тюменская область	Тюмень	7.1522	5.5272	81	...	174.1	
74	Челябинская область	Челябинск	5.154	1.4291	218	...	251.0	
4	Республика Алтай	Горно-Алтайск	1.9606	25.9189	285	...	222.3	
17	Республика Тыва	Кызыл	1.7147	34.4534	624	...	378.1	
19	Республика Хакасия	Абакан	3.7156	31.4292	247	...	249.9	
22	Алтайский край	Барнаул	3.3606	23.7636	189	...	260.1	
24	Красноярский край	Красноярск	6.0184	32.8672	139	...	262.1	
38	Иркутская область	Иркутск	2.2978	44.296	427	...	320.1	
42	Кемеровская обл. – Кузбасс	Кемерово	5.3333	26.0833	104	...	342.8	
54	Новосибирская область	Новосибирск	5.0415	22.9346	164	...	232.1	
55	Омская область	Омск	4.9924	13.3686	90	...	220.3	
70	Томская область	Томск	6.4977	24.9744	117	...	201.3	

Таблица 2

Фрагмент ранжирования параметров субъектов Федерации

Код	Координаты			Климат						Рейтинг		Модель (2)		
	01	02	03	04	05	06	07	...	39	40	I	ΣR	ε	$\Delta, \%$
45	9	2	0	3	2	11	10	...	10	10	12	300	-7.87644	-2.63
66	12	0	10	0	4	2	4	...	7	7	3	220	4.66642	2.12
72	13	3	1	5	6	4	5	...	0	0	1	171	6.15217	3.60
74	7	1	8	2	1	7	8	...	4	6	9	289	5.41382	1.87
4	1	8	11	10	8	1	0	...	6	3	4	222	1.0128	0.46
17	0	12	13	12	11	12	13	...	11	13	11	297	-4.03939	-1.36
19	4	10	9	13	13	13	12	...	9	5	8	279	6.2439	2.24
22	3	6	7	4	0	8	6	...	7	8	13	312	-1.56	-0.50
24	10	11	5	7	9	3	3	...	5	9	6	243	-3.10485	-1.28
38	2	13	12	11	7	4	11	...	12	11	10	292	-0.97374	-0.33
42	8	9	3	9	10	6	2	...	13	12	14	324	5.84706	1.80
54	6	5	6	1	3	9	7	...	2	4	5	224	-7.1391	-3.19
55	5	4	2	6	5	10	8	...	3	2	7	266	5.67882	2.13
70	11	7	4	8	12	0	1	...	1	1	2	190	-9.95284	-5.24

Примечание. Максимальная относительная погрешность равна 5,24%; полужирным выделены субъекты Ангаро-Енисейского макрорегиона.

Ранг 0 – если больше, то лучше (или знак ↑): X04 – X11, X13, X15, X17, X24 – X27, X29 – X31, X35 – X37. Ранг 1 – если меньше, то лучше (или знак ↓): X01 – X03, X12, X14, X16, X18 – X23, X28, X32 – X34, X38 – X40. В функции Excel =РАНГ(C2;C\$2:C\$16;1) принимаются следующие условные обозначения: С – идентификатор (обозначение) ранжируемого столбца; С2, С\$2 – первая строка ряда; С\$16 – последняя строка ряда; 0 ∨ 1 – ранжирование происходит по убыванию (0) или возрастанию (1). Это дает место I , а ранг равен $R = I - 1$.

Из табл. 2 видно, что первое место с суммой рангов 171 занял субъект Федерации с кодом 72 (Тюменская область). Сравнение показывает, что лучшее теоретическое первое место получится, если $\Sigma R = 0$. Тогда у Тюменской области имеются резервы повышения эффективности деятельности. На втором месте с суммой рангов 190 находится Томская область. А на третьем месте с суммой 220 – Свердловская область.

После идентификации формулы (1) получена (рис. 1) закономерность

$$\Sigma R = 45.41003 \exp(-0.0078094I^{3.77316}) + 119.85170I^{0.41181} \exp(-0.00042280I^{2.10880}), \quad (2)$$

где ΣR – сумма рангов по 40 параметрам 14 субъектов федерации, I – место в рейти-

тинге. Остатки ϵ получаются вычитанием из фактических значений y_{ϕ} суммы рангов расчетных значений y_{ρ} по (2). Относительная погрешность ошибки моделирования $\Delta = 100\epsilon/y_{\phi}, \%$.

Коэффициент корреляции является мерой адекватности формулы (2), и он равен 0,9926. Он выше уровня 0,95 «сверхсильная факторная связь».

Из точечного графика остатков на рис. 1 видно, что значения параметров (ордината) изменяются по местам (или рангам) абсциссы волнообразно. В связи с этим тренд (2) можно будет дополнять колебаниями. Причем амплитуда волн будет зависеть от количества субъектов федерации. Будем считать, что идентификация (1) потребует только при превышении ошибки моделирования более 5%. Поэтому у всех 40 параметров для всех субъектов России (82 шт.) тренды (2) нужно будет дополнять асимметричными волновыми уравнениями (1).

Корреляционная матрица, рейтинг факторов

Итоги процесса идентификации трендом (частный случай асимметричного вейвлета) распределений по рангам (в диагональных клетках) и парных отношений между 40 факторами приведены в табл. 3.

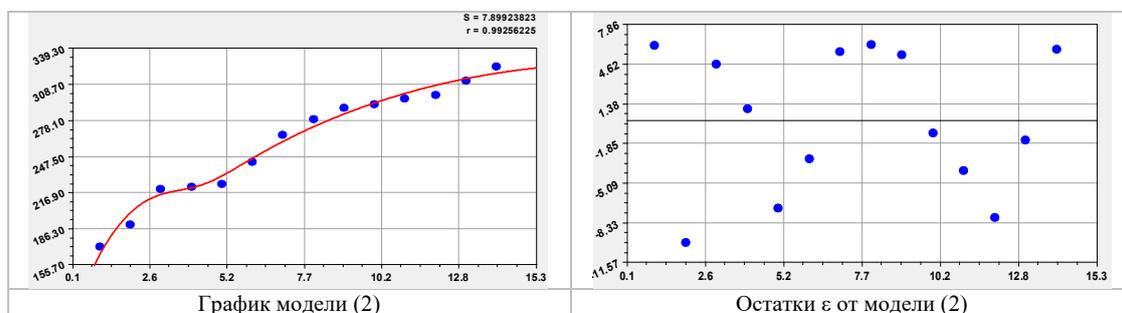


Рис. 1. Графики влияния места на сумму рангов в рейтинге субъектов (в правом верхнем углу показано: S – стандартное отклонение; r – коэффициент корреляции)

Таблица 3

Корреляционная матрица (по трендам) и рейтинг факторов (фрагмент)

Переменные x	Зависимые от переменных факторы (показатели y)					Сумма Σr	Место I_y
	X01	X02	...	X39	X40		
X01	0,9954	0,6373	...	0,6875	0,5950	27,6456	2
X02	0,6526	0,9755	...	0,5389	0,6407	22,4040	16
...
X39	0,6176	0,4087	...	0,9808	0,8925	20,7444	24
X40	0,5379	0,5005	...	0,9469	0,9870	24,6787	10
Сумма Σr	24,0392	21,6472	...	21,0033	22,8498	881,529	–
Место I_y	11	22	...	26	16	–	0,5551

Коэффициент коррелятивной вариации (определяется по Чарльзу Дарвину) по табл. 3 будет равным $881,529 / 40^2 = 0,5551$, что дает средний уровень адекватности (0,5–0,7).

Как влияющая переменная на первом месте располагается фактор X19 – использование извлеченной воды, на втором – X01 – северная широта, на третьем – X32 – уровень безработицы среди населения. Как

зависимый показатель (то есть критерий оценки) на первом месте находится параметр X33 – доля населения ниже прожиточного минимума, на втором – X26 – ожидаемая продолжительность жизни женщин, на третьем – X32 – уровень безработицы.

Закономерности распределений сумм коэффициентов корреляции по местам по модели (1) приведены в табл. 4 (рис. 2 и 3).

Таблица 4

Параметры модели (1) влияния мест на суммы рангов

Номер i	Асимметричный вейвлет $y_i = a_{1i}x^{a_{2i}} \exp(-a_{3i}x^{a_{4i}}) \cos(\pi x / (a_{5i} + a_{6i}x^{a_{7i}}) - a_{8i})$								Коеф. корр. r
	Половина амплитуды колебания				Половина периода колебания			Сдвиг a_{8i}	
	a_{1i}	a_{2i}	a_{3i}	a_{4i}	a_{5i}	a_{6i}	a_{7i}		
Рейтинг 40 параметров субъектов СФО как влияющих переменных									
1	573,635	0	0,0003284	1	0	0	0	0	0,9961
2	-485,0072	0,00232	0	0	0	0	0	0	
3	0,0018445	0	-2,71813	0,22812	17,38416	-0,0002256	2,74656	0,98491	
4	581,479	0	6,96526	0,05472	6,00598	-0,098248	0,77973	-0,7915	0,5219
5	-0,25716	1,15875	2,11273	0,22414	11,18558	-0,0012335	2,26572	-0,7370	0,3809
6	-1,8525e8	4,79888	20,80579	0,17713	-3,74001	5,21415	0,06832	5,35332	0,7243
Рейтинг 40 параметров субъектов СФО как зависимых показателей									
1	29,60095	0	-0,0057240	1	0	0	0	0	0,9972
2	-1,81452	0,59914	0	0	0	0	0	0	
3	-0,27012	0	-0,0003657	2,49704	1,27119	0,049148	1,31692	5,08767	
4	-0,10900	0	0,016377	1	5,31115	0,35185	0,60081	-0,2597	0,2575
5	1,206e-14	9,95647	0,11670	1,01327	49,01669	-1,02649	1,00047	-1,3851	0,7683
6	-1,097e-16	17,5158	0,84714	1,00348	4,50414	-0,0032434	1,02041	4,91380	0,6119

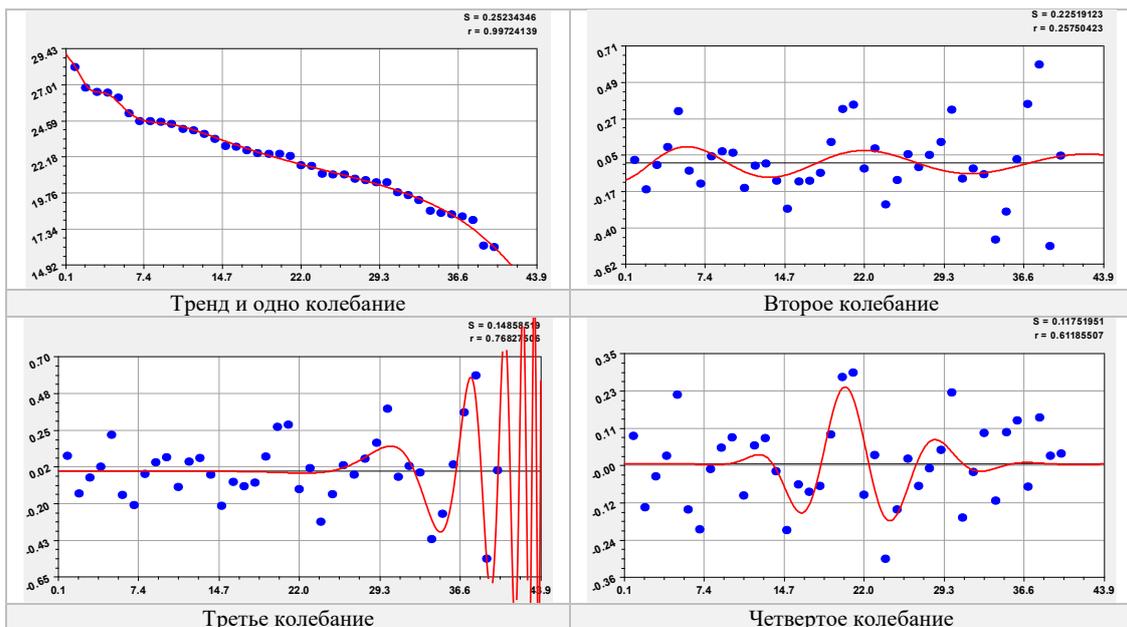


Рис. 2. Распределения сумм коэффициентов корреляции показателей

Наиболее опасным становится третье колебание из рис. 2, который показывает рост амплитуды и частоты колебания.

Первый член у обоих рейтингов является законом Мандельброта (в физике), поэтому колебания располагаются как некратные фракталы. Это же выражение называется законом Лапласа (известно в математике), Перла – Ципфа (в науке биология) и Парето (применяется в эконометрике). Видно, что поведение субъектов происходит по экспоненциальному закону спада для всех 40 параметров как влияющих переменных. Однако по первому члену в виде экспоненциального роста происходит изменение 40 факторов как зависимых показателей.

В обоих случаях по второму члену в виде степенной функции происходит кризис (отрицательный знак) в рейтинге 40 параметров. Последующие кванты поведения для рейтинга показателей имеют кризисный характер и вейвлетов № 3, 4 и 6. Это происходит из-за слабого осознания людьми (специалистами) взаимных парных связей между факторами.

Наиболее опасным становится третье колебание из рис. 3, которое показывает рост амплитуды и частоты колебания.

Вейвлет по формуле (1) становится универсальной уединенной волной, поэтому он будет определять так называемый квант поведения. Поэтому, в отличие от квантовой

механики микромира, где рассматриваются в основном кванты структуры, нами предлагаются для поведения природных и природно-антропогенных объектов *кванты функционирования*. Причем совокупность квантов поведения необходима в природе для колебательной адаптации.

Заключение

Составлены интегрированные данные по 40 параметрам для 14 субъектов из Уральского и Сибирского федеральных округов относительно географических координат (широты, долготы и высоты) центров их столиц, видов угодий из земельного кадастра, экологических и многих социально-экономических показателей.

Коэффициент коррелятивной вариации всей матрицы по столбцам и строкам из 40 параметров получился равным 0,5551, и это значение относится к среднему уровню адекватности. По этому критерию можно сравнивать разнородные объекты исследования. Сравнение объектов выполняется по функциональной связности между учтенными в системе параметрами.

В ранжировании субъектов первое место с суммой рангов 171 заняла Тюменская область. На втором месте с суммой рангов 190 находится Томская область. А на третьем месте с суммой 220 – Свердловская область.

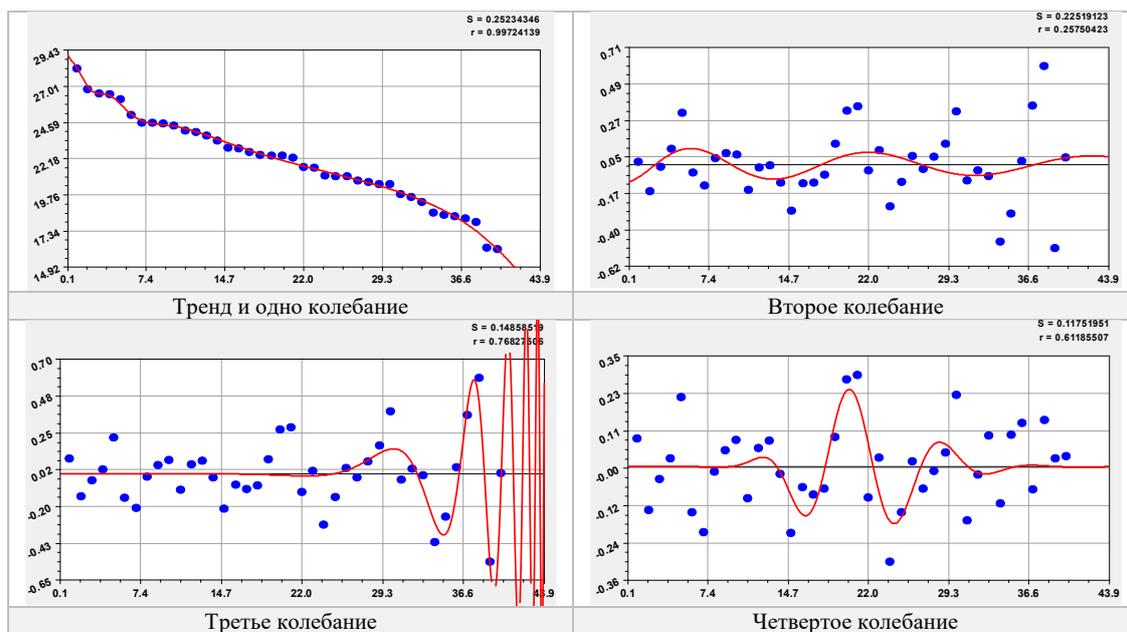


Рис. 3. Графики распределения сумм коэффициентов корреляции показателей

Среди влияющих переменных на первом месте расположился фактор Х19 – использование извлеченной воды, на втором фактор Х01 – северная широта, на третьем – Х32 – уровень безработицы. Среди зависимых показателей на первом месте находится параметр Х33 – доля населения ниже прожиточного минимума, на втором – Х26 – ожидаемая продолжительность жизни женщин, на третьем – Х32 – уровень безработицы.

Результаты применимы для сравнения разных множеств субъектов (от федеральных округов до муниципалитетов) в целом по Российской Федерации. На первые места в рейтингах выходят жизненно важные показатели для людей.

Список литературы / References

1. Мазуркин П.М. Земельные угодья Сибирского федерального округа России // Успехи современного естествознания. 2020. № 6. С. 75–82. DOI: 10.17513/use.37414.
2. Популярная экология (полезные советы в повседневной жизни) / Гл. ред. Торсуев Н.П. Казань: Изд-во «Экоцентр», 1997. 236 с.
3. Liu J., Gao Z., Wang L., Li Y. & Gao C.Y. The impact of urbanization on wind speed and surface aerodynamic characteristics in Beijing during 1991–2011. *Meteorol Atmos Phys*, 2018. 130:311–324. DOI: 10.1007/s00703-017-0519-8.
4. Foster G.L., Royer D.L., Lunt D.J. Future climate forcing potentially without precedent in the last 420 million years // *Nature communications*. 2017. 8:14845. DOI: 10.1038/ncomms14845 |www.nature.com/naturecommunications.
5. Crowther T.W., Glick H.B., Covey K.R., Betticole C., Maynard D.S. Mapping tree density at a global scale. *Nature*. 2015. 525, 201–205. DOI: 10.1038/nature14967.
6. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 274 с.
7. Saati T. Making decisions. Method for analyzing hierarchies. M.: Radio and communication, 1993. 274 p. (in Russian).