

УДК 911.375.45; 502:911.2; 504.54:911.52; 519.876

ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СУБЪЕКТОВ РОССИИ ПО ГРУППАМ ФАКТОРОВ

Мазуркин П.М.¹

¹Доктор технических наук, профессор, академик РАН, заведующий кафедрой природообустройства Поволжского государственного технологического университета, г. Йошкар-Ола, e-mail: kaf_po@mail.ru

АННОТАЦИЯ Выполнена консолидация количественных данных из разных отраслей наук о земле у всех 82 субъектов Российской Федерации, что имеет синергетическое значение для углубленного понимания функций (поведения) и структуры (состояния) системы из 14 факторов. Приняты три геодезических параметра столиц субъектов федерации, а также четыре климатических параметра в среднем по месяцам за 1960-1990 годы. Остальные семь факторов относятся к землепользованию и социально-экономической деятельности населения. Из 14 разнородных факторов среди влияющих переменных первое место заняла долгота восточная, а затем метеорологические параметры: второе место – сумма среднемесячных температур днем, а третье – сумма среднемесячных температур ночью. Среди этих же 14 факторов как зависимых показателей первое место заняла ночная температура, второе – дневная, а третье место заняла площадь пашни. Тогда в деятельности человека температурный режим на территории является системообразующим. Для сопоставления разных систем факторов предложен коэффициент коррелятивной вариации, вычисляемый как отношение суммы коэффициентов корреляции к квадрату количества факторов. Он дает оценку функциональной связности всей системы и её подсистем. Наибольший коэффициент 0,6169 имеют климатические, затем 0,5811 получают геодезические и 0,4831 имеют остальные факторы. Система из всех 14 факторов получает меньшее значение 0,3807 коэффициента коррелятивной вариации.

Ключевые слова: Россия, субъекты федерации, факторы, бинарные отношения. анализ, закономерности

GEOGRAPHICAL ANALYSIS OF RUSSIAN SUBJECTS BY GROUPS OF FACTORS

Mazurkin P.M.¹

¹Dr. Sc., Prof., Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, Russia, e-mail: kaf_po@mail.ru

ABSTRACT The consolidation of quantitative data from different branches of geosciences in all 82 constituent entities of the Russian Federation has been carried out, which has a synergistic significance for an in-depth understanding of the functions (behavior) and structure (state) of a system of 14 factors. Three geodetic parameters of the capitals of the subjects of the Federation were adopted, as well as four climatic parameters on average per month for 1960-1990. The remaining seven factors relate to land use and socio-economic activities of the population. Of the 14 heterogeneous factors among the influencing variables, the first place was taken by the eastern longitude, and then the meteorological parameters: the second place is the sum of the average monthly temperatures during the day, and the third is the sum of the average monthly temperatures at night. Among the same 14 factors as dependent indicators, the first place was taken by the night temperature, the second - by the daytime, and the third place was taken by the arable land. Then, in human activity, the temperature regime in the territory is systemically important. To compare different systems of factors, the coefficient of correlative variation is proposed, calculated as the ratio of the sum of the correlation coefficients to the square of the number of factors. It evaluates the functional connectivity of the entire system and its subsystems. The highest coefficient of 0.6169 has climatic, then 0.5811 is obtained by geodetic and 0.4831 have other factors. The system of all 14 factors receives a lower value of 0.3807 coefficient of correlative variation.

Key words: Russia, subjects of the federation, factors, binary relations. analysis, patterns

Введение. Рассматривая соотношение этнических образований с той территорией, где они размещаются, Л. Н. Гумилев подчеркивает, «что каждый этнос представляет собой оригинальную форму адаптации человека в биоценозе ландшафта», и называет такой ландшафт не только *вмещающим*, но и *кормящим* ландшафтом [1].

География – это пространство, а вернее, различия в нем и поиск закономерностей этих различий. Восприятие при комплексной географической характеристике углубляется. Любая территория имеет факторы развития. Их можно разделить на внутренние и внешние. К первым относятся природные ресурсы, экономический потенциал, особенности населения [2].

С позиций прикладной математики получается, что различия должны иметь наибольшую изменчивость, причем как по списку учитываемых факторов, так и по их значениям.

Под экологической оценкой, согласно мнению Б.И. Кочурова [3], понимается выявление уровней благоприятности природно-ландшафтных условий территории для проживания человека. Однако уровни понимаются только как классификационные признаки. Мы же предлагаем дополнительно к списку факторов для моделирования методом идентификации закономерностей применять статистические данные путем консолидации разных массивов.

Нами были составлены интегрированные данные из геодезических координат столиц, видов угодий из земельного кадастра, экологических и социально-экономических показателей по всем субъектам Российской Федерации [4, 5]. По ним получены закономерности, которые и позволяют наглядно показать особенности и различия каждого субъекта федерации.

По выражению В. Вернадского – прежде чем искать законы движения, надо иметь точное научное описание системы [6]. Однако одну и ту же систему можно описать дважды, когда кроме динамики (функция) анализу подвергается и состояние (структура).

Но, при интуитивно неоспоримой конструктивности понятия природный ландшафт, эта предельная единица физико-географического районирования, не имеет на настоящее время интегрального эмпирического описания. Комплексы геокомпонентов, выделенных по их эколого-ресурсным характеристикам, обеспечивают объективность оценки свойств геосистем, так и построение параметрических моделей их взаимозависимости [6].

В статье [7] даны способы измерения уровня развития человека в регионах России. В прошлом было принято измерять уровень развития по валовому региональному продукту. Предлагается перейти на более «очеловеченные» индикаторы. Однако индикаторы являются производными факторами, поэтому применяются показатели с физической размерностью.

Цель исследования – устойчивые закономерности, выявленные методом идентификации [4, 5], бинарных отношений между факторами в принятой системе показателей.

Материалы и методы. По всем 82 субъектам Российской Федерации была рассмотрена система (Россия) из 14 показателей в виде подсистем: 1) геодезические параметры столиц субъектов федерации (α – широта северная, °; β – долгота восточная, °; h – высота над уровнем Балтийского моря, м); климатические параметры в среднем за период 1961-1990 гг. (Σt_n – сумма среднемесячных температур ночью, °С; Σt_d – сумма среднемесячных температур днем, °С; O_c – средняя сумма за 12 месяцев осадков, мм; $n_{0,1}$ – сумма за 12 месяцев среднего числа дней с осадками более 0,1 мм, сутки); параметры землепользования (S – общая площадь территории субъекта федерации, тыс. га; $S_{лф}$ – земли лесного фонда, тыс. га; S_n – пашни, тыс. га); социально-экономические параметры (N – численность населения субъекта федерации,

тыс. чел.; V – валовой региональный продукт субъекта федерации, млрд. руб.); параметры земельного кадастра ($n_{\text{кк}}$ – количество кадастровых кварталов у субъекта федерации, шт.; $n_{\text{зУ}}$ – количество земельных участков на территории субъекта федерации, шт.).

Колебания (вейвлет сигналы) записываются волновой формулой [4, 5] вида

$$y_i = A_i \cos(\pi x / p_i - a_{8i}), \quad A_i = a_{1i} x^{a_{2i}} \exp(-a_{3i} x^{a_{4i}}), \quad p_i = a_{5i} + a_{6i} x^{a_{7i}}, \quad (1)$$

где y – показатель (зависимый фактор), i – номер составляющей модели (1), m – количество членов в модели (1), x – объясняющая переменная (влияющий фактор), $a_1 \dots a_8$ – параметры модели (1), принимающие числовые значения в ходе структурно-параметрической идентификации в программной среде CurveExpert-1.40 (URL: <http://www.curveexpert.net/>), A_i – амплитуда (половина) вейвлета (ось y), p_i – полупериод колебания (ось x).

В частном случае, когда $a_2 = 0$, модель получается в виде двухчленной формуле

$$y = a \exp(-bx^c) + dx^e \exp(-fx^g), \quad (2)$$

где y – показатель, x – переменная, $a - g$ – параметры (2). Первый член является модифицированным законом экспоненциальной гибели, а второй – биотехническим законом [4, 5].

Факторный анализ. В таблице 1 приведены результаты полного факторного анализа 14 принятых параметров системы «Россия = 82 субъекта».

Таблица 1. Корреляционная матрица и рейтинг факторов по детерминированным моделям

x	Факторы как показатели y														Сумма коэф. корр.	Рейтинг I_x
	$\alpha, ^\circ$	$\beta, ^\circ$	$h, \text{ м}$	$\Sigma t_H, ^\circ\text{C}$	$\Sigma t_D, ^\circ\text{C}$	$Ос, \text{ мм}$	$n_{0.1}, \text{ сутки}$	$S, \text{ т. га}$	$S_{\text{лф}}, \text{ т. га}$	$S_{\text{п}}, \text{ т. га}$	$N, \text{ т. чел.}$	$V, 10^9 \text{ руб.}$	$n_{\text{кк}}, \text{ шт.}$	$n_{\text{зУ}}, \text{ шт.}$		
α	1	0,0060	0,4797	0,6657	0,7947	0,0840	0,4730	0,2720	0,2354	0,4370	0,1231	0,1551	0,3214	0,2660	5,3131	8
β	0,5687	1	0,6547	0,6632	0,5571	0,5303	0,5421	0,5028	0,5312	0,2449	0,2010	0,2853	0,3765	0,1833	6,8411	1
h	0,3613	0,1595	1	0,1548	0,0524	0,2381	0,2956	0,0200	0,0100	0,1659	0,1492	0,2465	0,1220	0,1042	3,0795	14
Σt_H	0,7054	0,6111	0,1548	1	0,9346	0,4977	0,5237	0,5815	0,5648	0,2798	0,2714	0,1173	0,3735	0,1346	6,7502	3
Σt_D	0,8069	0,5885	0,0524	0,9319	1	0,3338	0,4441	0,5325	0,7887	0,4108	0,3169	0,0843	0,3063	0,1676	6,7647	2
$Ос$	0,3049	0,0834	0,3496	0,3272	0,1628	1	0,8157	0,3422	0,1958	0,3025	0,0098	0,0632	0,1311	0,0265	4,1147	13
$n_{0.1}$	0,4723	0,4651	0,4483	0,1259	0,0728	0,7001	1	0,2554	0,2437	0,4767	0,0067	0,1066	0,1998	0,0757	4,6491	12
S	0,4579	0,6257	0,0200	0,7313	0,6997	0,2540	0,2557	1	0,9816	0,0819	0,0231	0,2018	0,1574	0,0058	5,4959	6
$S_{\text{лф}}$	0,3967	0,6538	0,0141	0,7165	0,6835	0,1958	0,2437	0,9819	1	0,1402	0,0459	0,1815	0,0459	0,0375	5,3370	7
$S_{\text{п}}$	0,3931	0,1717	0,2031	0,4579	0,5633	0,1986	0,2895	0,0818	0,1402	1	0,6152	0,4313	0,5241	0,5182	5,5880	5
N	0,1859	0,4912	0,1492	0,3602	0,4175	0,0098	0,0067	0,0231	0,0459	0,7090	1	0,7558	0,6504	0,9057	5,7104	4
V	0,1551	0,0272	0,4299	0,0832	0,0843	0,0832	0,1397	0,2013	0,1811	0,5293	0,8033	1	0,3841	0,7385	4,8402	11
$n_{\text{кк}}$	0,0975	0,4914	0,1220	0,2874	0,3680	0,1311	0,1998	0,1341	0,1624	0,5496	0,6407	0,4050	1	0,6371	5,2261	9
$n_{\text{зУ}}$	0,0276	0,3485	0,1041	0,1346	0,1676	0,0265	0,0757	0,0048	0,0375	0,6570	0,9084	0,7386	0,6755	1	4,9064	10
Σr	5,9333	5,7231	4,1819	6,6398	6,5583	4,2830	5,3050	4,9334	5,1183	5,9846	5,1147	4,7723	5,2680	4,8007	74,6160	-
I_y	4	5	14	1	2	13	6	10	8	3	9	12	7	11	-	0,3807

В таблице 1 показаны корреляционная матрица и рейтинги факторов как влияющих переменных (последний столбец) и как зависимых показателей (последняя строка). Детерминированная модель (двухчленный тренд) образуется из формулы (1) при условии $p_i \rightarrow \infty$.

Среди влияющих переменных первое место занял географический параметр β – долгота восточная, °, а затем метеорологические параметры: второе место Σt_d – сумма среднемесячных температур днем, °С, а третье – Σt_n – сумма среднемесячных температур ночью, °С. Среди этих же параметров как зависимых показателей первое место занял Σt_n , второе – Σt_d , а третье – $S_{п}$ – пашни, тыс. га. Тогда получается, что в деятельности человека температурный режим, как важнейший климатический фактор, на территории является системообразующим.

Коэффициент коррелятивной вариации свойств физического объекта исследования равен отношению общей суммы коэффициентов корреляции к квадрату от количества факторов. По данным таблицы 1 коэффициент коррелятивной вариации будет равен $74,6160/14^2 = 0,3807$. Он дает оценку функциональной связности элементов системы. Этот критерий позволяет сравнивать между собой разнородные системы.

В таблице 1 выделены три группы факторов, у которых наблюдается асимметричное взаимное влияние. Наибольший коэффициент коррелятивной вариации 0,6169 имеют климатические факторы, затем 0,5811 получают геодезические факторы и 0,4831 имеют остальные (территориальные и социально-экономические) факторы. Тогда получится, что объединение трех этих групп дает меньшее значение 0,3807 коэффициента коррелятивной вариации.

Сильные факторные связи. Выделим корреляционную матрицу (табл. 2) и из неё исключим диагональные клетки и те клетки, в которых коэффициент корреляции меньше 0,7 (остается уровень адекватности «сильная связь»).

Таблица 2. Корреляционная матрица сильных бинарных отношений при $r \geq 0.7$

Переменная x	Факторы как показатели y										
	$\alpha, ^\circ$	$\Sigma t_n, ^\circ\text{C}$	$\Sigma t_d, ^\circ\text{C}$	$Oc, \text{мм}$	$n_{0.1}, \text{сутки}$	$S, \text{т. га}$	$S_{л\phi}, \text{т. га}$	$S_{п}, \text{т. га}$	$N, \text{т. чел.}$	$V, 10^9 \text{руб.}$	$n_{3y}, \text{шт.}$
Широта $\alpha, ^\circ$			0,7947								
Ночью $\Sigma t_n, ^\circ\text{C}$	0,7054		0,9346								
Днем $\Sigma t_d, ^\circ\text{C}$	0,8069	0,9319					0,7887				
Осадки $Oc, \text{мм}$					0,8157						
Дни ос. $n_{0.1}, \text{сут.}$					0,7001						
Площадь $S, \text{т. га}$		0,7313						0,9816			
Лес $S_{л\phi}, \text{т. га}$		0,7165					0,9819				
Насел. $N, \text{т. чел.}$								0,7090		0,7558	0,9057
ВРП $V, 10^9 \text{руб.}$									0,8033		0,7385
Кол. ЗУ $n_{3y}, \text{шт.}$									0,9084	0,7386	

Примечание: Выделены пары прямых и обратных закономерностей бинарных отношений.

Исключились строки: долгота восточная $\beta, ^\circ$; пашни субъекта РФ $S_{п}, \text{тыс. га}$; количество кадастровых кварталов субъекта $n_{кк}, \text{шт.}$ Исключились также столбцы: $\beta, ^\circ$; $h, \text{м}$; $n_{кк}, \text{шт.}$ Из геодезических параметров осталась только широта северная. Сильных связей осталось

20 бинарных отношений или $100 \times 19 / (14^2 - 14) = 10,44\%$.

В таблице 3 по убыванию адекватности приведены модели по трендам.

Таблица 3. Параметры модели (2) сильных бинарных отношений

Переменная x	Показатель y	Тренд $y = a \exp(-bx^c) + dx^e \exp(-fx^g)$							Кэф. корр. r
		Экспоненциальный закон			Биотехнический закон				
		a	b	c	d	e	f	g	
$S_{\text{лф}}$	S	3724,7772	2,91272e-15	1	1,25474	1,0000	3,42023e-17	1	0,9819
S	$S_{\text{лф}}$	0	0	0	0,31132	1,07200	0	0	0,9816
Σt_H^2	Σt_D	-183,32845	0,017101	1	0,0014833	2,02399	0	0	0,9346
Σt_D^1	Σt_H	-154,10279	-0,0047587	1	0,12845	1,51487	0	0	0,9319
n_{3y}	N	0	0	0	0,080294	0,76506	0	0	0,9084
N	n_{3y}	-54850,2	0	0	316,69320	1	0	0	0,9057
Oc	$n_{0,1}$	1,63724e-15	-0,037198	1	0,00049729	2,15533	0,00060157	1,22286	0,8157
$n_{0,1}$	Oc	0	0	0	37,49105	4,97512	7,50104	0,21504	0,7001
Σt_D^1	α	61,28859	-0,0028823	1	-0,016581	1,52928	0	0	0,8069
α	Σt_D	441,83508	0,00011171	1	-4,32425	1,09411	0	0	0,7947
V	N	367,36538	0,0017685	1	1,39708	1,20090	0,00034629	1,06099	0,8033
N	V	70,91866	-0,00046601	1,0000	0,0010499	1,78713	0,00044401	1,0000	0,7558
n_{3y}	V	76,11925	0	0	0,0012423	0,96318	0	0	0,7386
V	n_{3y}	132295,8	0	0	749,19215	1	0	0	0,7385
Σt_D^1	$S_{\text{лф}}$	1,71469e8	0,041738	1	-7,95717e7	0,24080	0,04534	1	0,7887
S	Σt_H	169,01037	0	0	-39,41272	0,16341	0	0	0,7313
$S_{\text{лф}}$	Σt_H	46,04691	-1,4655e-15	1	-3,92979	0,31416	0	0	0,7165
N	S_H	0	0	0	1,04964e-5	2,74232	0,00079004	1	0,7090
Σt_H^2	α	68,56980	0,00029178	1	-3,86735e-10	4,16395	0	0	0,7054
S	Σt_D	385,13303	0	0	-120,05567	0,094998	0	0	0,6997
α	Σt_H	2,23921e5	0,18594	1	-4,30849e-10	6,18454	0	0	0,6657
β	Σt_H	46,22810	0,0092327	1	-2,57537e-8	7,07713	0,56577	0,63605	0,6632
β	Oc	802,13720	0,00040781	1	-0,0071379	3,26293	0,043196	1	0,5303

Примечания: ¹ $x := x + 100$; ² $x := x + 250$.

Всего образовалось семь пар бинарных отношений. Остальные связи – одинарные.

Пары сильных связей. Четыре пары бинарных отношений даны на рисунках 1 и 2.

Отдельно пара социально-экономических показателей показана на рисунке 3.

Наибольшую тесноту связи 0,9819 и 0,9818 имеют, соответственно, влияние площади лесного фонда на общую площадь территории субъекта федерации и наоборот. В итоге ядро биосферы в виде лесов в России получает высокую значимость.

Вторая пара с коэффициентами корреляции 0,9346 и 0,9319 относится к взаимному влиянию средней суммы температур за 1960-1990 годы по всем 12 месяцам ночью и днем.

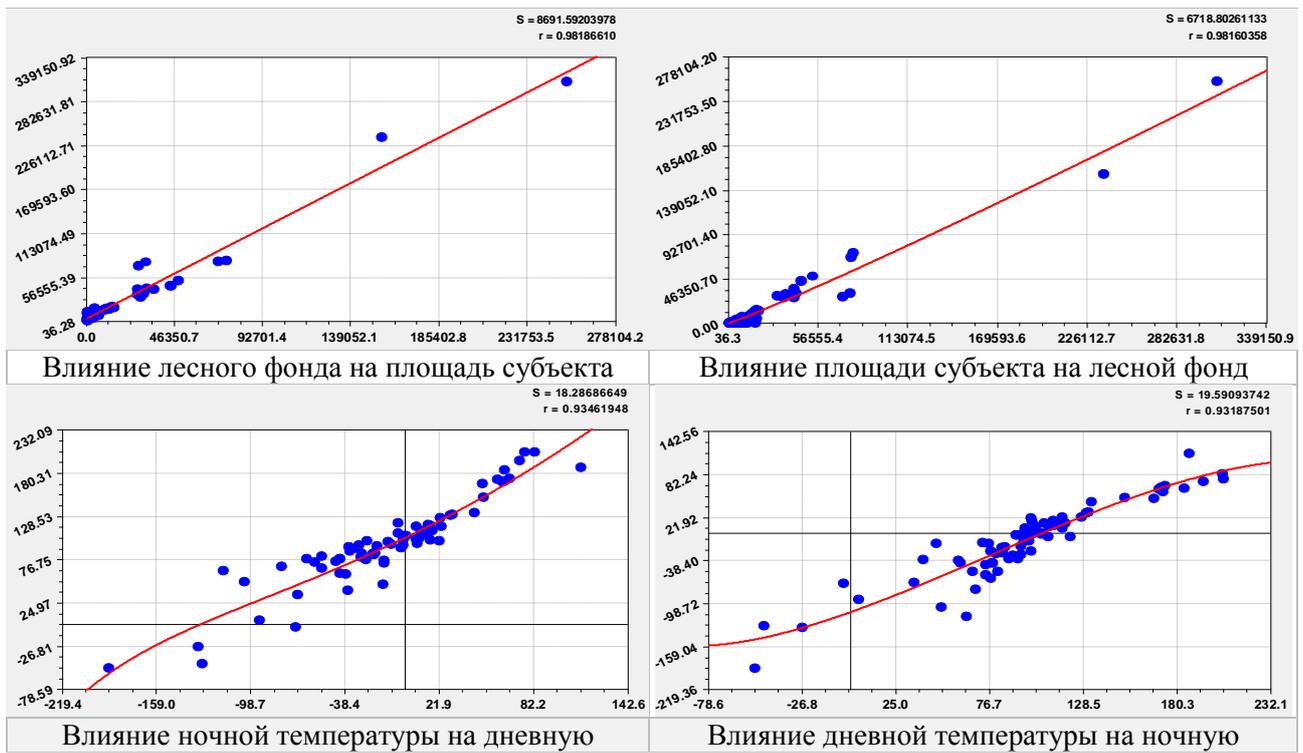


Рис. 1. Графики пар бинарных отношений
(в правом верхнем углу: S – стандартное отклонение; r – коэффициент корреляции)

Причем, как видно из графиков на рисунке 4, между лесным фондом и важнейшим климатическим фактором, имеются тесные связи. Аналогичные сильные связи наблюдаются между осадками и количеством дней с этими осадками.

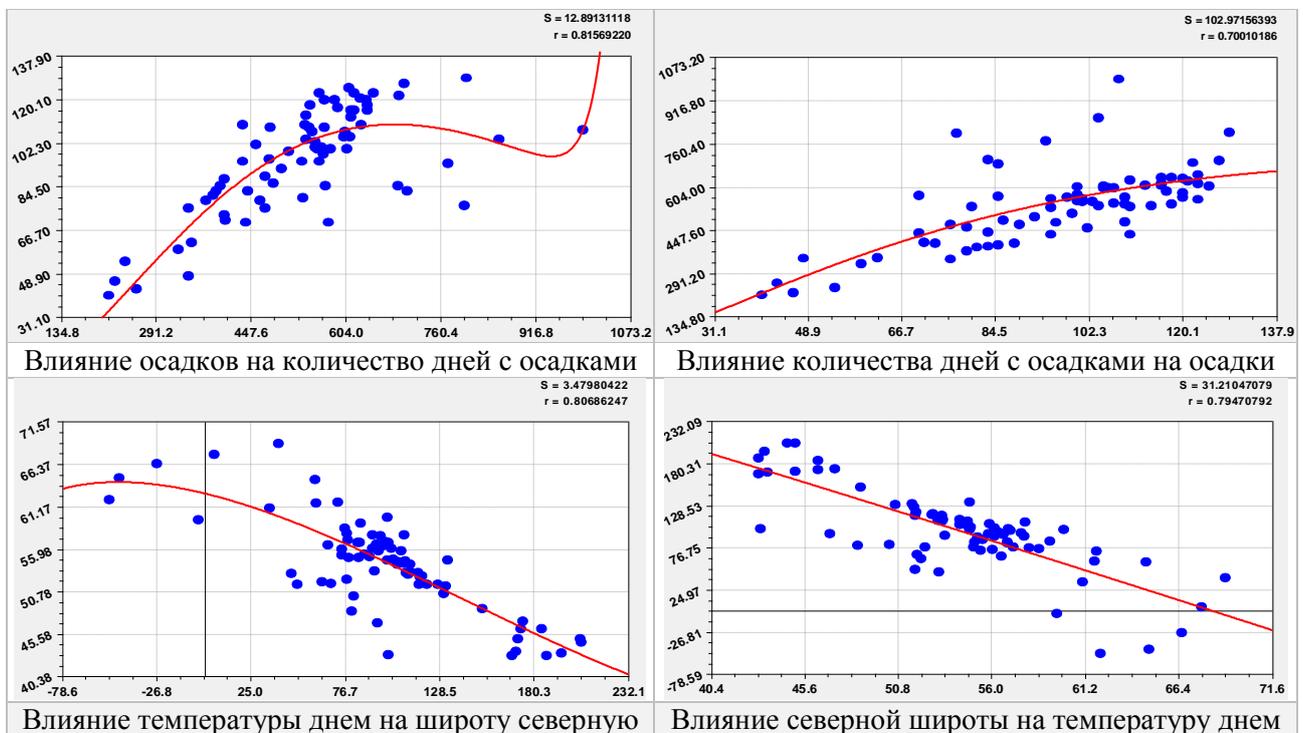


Рис. 2. Графики пар бинарных отношений

Температура и широта относятся к климатической геоморфологии (рис. 2). На рисунке 3 даны графики взаимных связей между валовым региональным продуктом и населением.

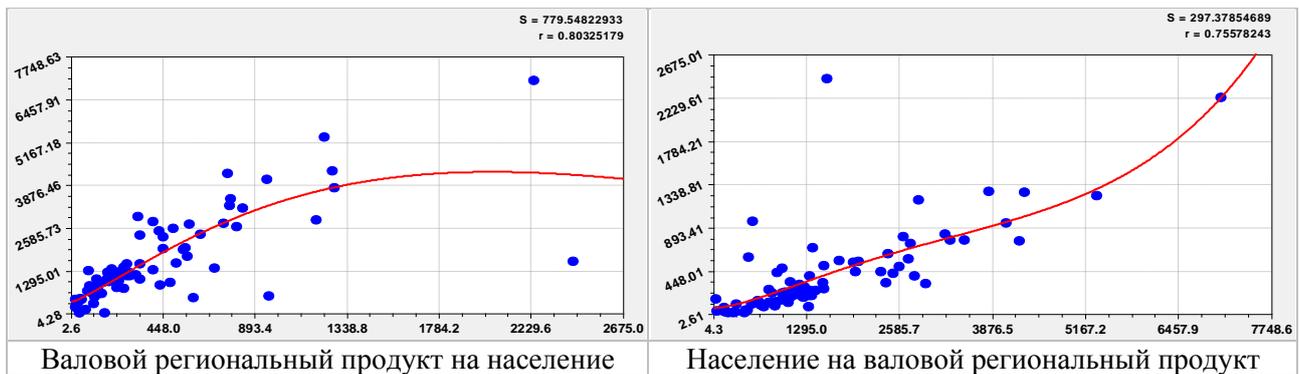


Рис. 3. Графики пар бинарных отношений между социально-экономическими параметрами

Видно, что существует оптимум численности населения, при этом ВРП стремится без предела в зависимости от увеличения численности населения.

Односторонние связи. Таких бинарных отношений, в особенности в интервале средней связи с коэффициентами корреляции в интервале от 0,5 до 0,7, достаточно много.

Примеры приведены на рисунке 4. Они представляют широкий научный интерес.

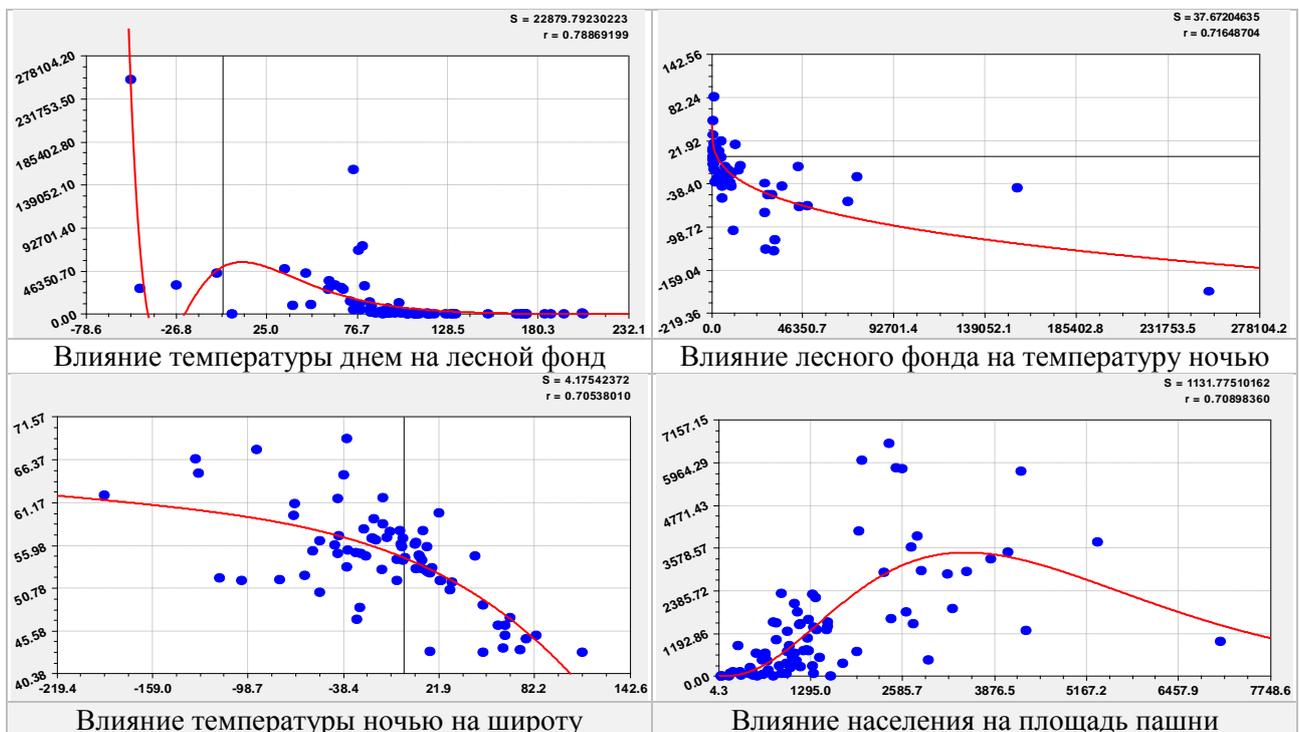


Рис. 4. Графики односторонних бинарных отношений

Например, сумма дневных температур определяет лесной фонд, а леса влияют на сумму температур ночью. Поэтому леса определяют климат на территории. Поэтому программа ООН по высаживанию новых триллионов деревьев на Земле является действенной в перспективе.

С увеличением численности населения площадь пашни получает оптимальное значение и тогда эта закономерность уже относится к процессам урбанизации.

Заключение. Консолидация количественных данных из разных отраслей науки об одних и тех множествах физических объектов, в нашем случае всех 82 субъектов Российской

Федерации, имеет синергетическое значение для углубленного понимания функций (поведения) и структуры (состояния на данный период времени) этой системы объектов.

Геодезические параметры столиц субъектов федерации имеют постоянные значения на сотни лет. Поэтому их можно отнести к постоянным факторам. Климатические параметры, хотя и являются высоко динамичными, в среднем действуют несколько десятков лет. Они являются условно-постоянными факторами. Параметры землепользования и социально-экономические параметры относятся к переменным факторам, изменяющимся за несколько лет.

Из 14 разнородных факторов среди влияющих переменных первое место занял географический параметр β – долгота восточная, °, а затем метеорологические параметры: второе место Σt_d – сумма среднемесячных температур днем, °С, а третье – Σt_n – сумма среднемесячных температур ночью, °С. Среди этих же 14 факторов как зависимых показателей первое место занял Σt_n , второе – Σt_d , а третье – S_n – пашни, тыс. га. Тогда в деятельности человека температурный режим на территории является системообразующим.

Для сопоставления разных систем факторов предложен **коэффициент коррелятивной вариации** как отношение суммы коэффициентов корреляции к квадрату количества факторов. Он дает оценку функциональной связности всей системы или её подсистем. Наибольший коэффициент 0,6169 имеют климатические, затем 0,5811 получают геодезические и 0,4831 имеют остальные факторы. Система из 14 факторов получает меньшее значение 0,3807 коэффициента коррелятивной вариации.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Правительства Красноярского края, Красноярского краевого фонда науки в рамках научного проекта: «19-45-240004p_а Прогноз эколого-экономического потенциала возможных «климатических» миграций в Ангаро-Енисейском макрорегионе в меняющемся климате 21-го века»

Список литературы

1. Антипова А.В. Вмещающий ландшафт (географический смысл и эколого-ресурсное содержание) // История и современность. 2006. Вып. 2. URL: <http://www.socionauki.ru/journal/articles/145486/> (Дата обращения 10.03.2020).
2. Гладкевич Г.И. Создание географических образов территории. URL: <http://geo.1september.ru/article.php?ID=200601204> (Дата обращения 20.06.2016).
3. Кочуров Б. И. Экодиагностика и сбалансированное развитие: учеб. пособие. М.- Смоленск: Маджента, 2003. 384 с.
4. Кудряшова А.И. Факторный анализ взаимовлияния экономических и кадастровых показателей субъектов России // Акт. вопросы развития территорий: теорет. и прикл. аспекты. Сб. аучных статей студ., магистр., асп., мол. ученых и препод. Пермь: Центр социально-эконом. иссл., 2016. С. 28–32.
5. Мазуркин П.М. Факторный анализ субъектов Российской Федерации по долям угодий // Научно-практический журнал «Природные ресурсы Земли и охрана окружающей среды». 2020. Т. 1. № 6. С. 14-23. <http://dx.doi.org/10.26787/nydha-2713-203X-2020-1-6-14-23>.
6. Хунагов Р.Д., Кочуров Б.И., Варшанина Т.П. Некоторые аспекты технологии географической диагностики территории. URL: www.allbest.ru (Дата обращения /17.04.2017).
7. Rostom G.R. An alternative approach to measure human development in Russia // Geography, environment, Sustainability. No. 04(v. 04). 2011. P. 4-9.