

РАНГОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПОВ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

П. М. Мазуркин, С. И. Михайлова

Марийский государственный технический университет, г. Йошкар-Ола, Россия

По методике [1, с. 411] измерение и распределение типов стихийных бедствий выполняется на основе данных об ущербе, количестве пострадавших и погибших по типам стихийных бедствий. Затем проектируются меры по предупреждению возможных в будущем стихийных бедствий. Известно, что научным прогнозом и своевременным предупреждением можно снизить экологический ущерб от возможных стихийных бедствий.

До проектирования мер предлагается определять моделированием закономерности распределения по убыванию числа катастроф. Для этого значениям каждого показателя присваивают целочисленные ранги, начиная от нуля. В дальнейшем по значениям показателей с целочисленными рангами получают закономерности их рангового распределения.

Распределения по убыванию числа катастроф значений ущерба, количества пострадавших и погибших определяется по общей для многих процессов формуле [2-5]

$$Y = a_1 \exp(-a_2 r^{a_3}) + a_4 r^{a_5} \exp(-a_6 r^{a_7}), \quad (1)$$

где Y - показатель; r - целочисленный ранг, принимаемый из ряда 0, 1, 2, 3, ...; $a_1 \dots a_7$ - параметры статистической модели, получающие числовые значения для конкретного распределения ущерба, количества пострадавших и погибших.

При этом **активности влияния** естественно-природного a_1 и техногенного a_2 вмешательства в распределение значений показателя $Y = Y_1 + Y_2$ вычисляются по формулам $a_1 = Y_1 / Y$ и $a_2 = Y_2 / Y$. Приспособляемость k человека своим техногенным вмешательством, в том числе и мерами по предупреждению стихийных бедствий, определяется отношением техногенной составляющей общей закономерности ко второй составляющей, то есть по математическому выражению $k = Y_2 / Y_1$.

Примеры. По данным [1, с. 411] идентификацией (1) получены закономерности.

1. Число различных типов стихийных бедствий, происходивших в мире за 30 лет (1962-1992), изменялась по материальному ущербу (табл. 1) по закономерности

$$N = 76,08 \exp(-0,044927 r^{3,04277}) + 0,41941 r^{6,68238} \exp(-2,21718 r^{0,85597}). \quad (2)$$

Первая составляющая (2) показывает естественный процесс рангового распределения типов стихийных бедствий, а вторая - стрессовое возбуждение человечества по материальному ущербу, как негативный (знак « + ») отклик на недостаточные действия по предупреждению чрезвычайных ситуаций и устранению последствий прошлых катастроф.

Таблица 1
**Число катастроф в мире за 30 лет (1962-1992)
 по материальному ущербу**

Ранг <i>r</i>	Тип катастрофы	Факт \dot{N}	Расчетные значения (2)		
			<i>N</i>	<i>e</i>	$\Delta, \%$
0	НД	76	76.1	-0.08	-0.11
1	ТШ	73	72.8	0.22	0.30
2	ЗС	53	53.3	-0.32	-0.60
3	ЗТ	24	23.5	0.45	1.88
4	ШТ	6	6.7	-0.70	-11.67
5	ПЖ	4	3.2	0.83	20.75
6	ИВ	2	2.3	-0.29	-14.50
7	ОП	1	1.5	-0.50	-50.00
8	ЦН	1	0.9	0.11	11.00
9	ЗМ	1	0.5	0.52	<u>52.00</u>

В табл. 1 и других были приняты следующие типы катастроф:

ГЛ – голод; ЗМ – заморозки; ЗС – засуха;
 ЗТ – землетрясения; ИВ – извержения;
 НД – наводнения; НН – нашествие насекомых;
 ОП – оползни; ПЖ – пожары;
 СЛ – снежная лавина; СХ – суховеи;
 ТШ – тропические штормы; ЦН – цунами;
 ШТ – штормы; ЭД – эпидемии;

Показатели адекватности модели (2) и других определялись следующим образом.

По разности между фактическими и расчетными значениями показателя вычисляется абсолютная погрешность e по выражению $e = \dot{N} - N$. Относительная погрешность Δ (%) определится из выражения $\Delta = 100e / \dot{N}$. Из этих остатков выбирается максимальное значение Δ_{\max} (по модулю), которое в табл. 1 подчеркнуто. Тогда доверительная вероятность D найденной статистической закономерности будет равна $D = 100 - |\Delta_{\max}|$.

Из данных табл. 1 видно, что максимальная относительная погрешность формулы (1) равна 52,0 %. При этом известно, что распределения по убыванию значений показателя имеют значительные погрешности в конце ряда. Поэтому последними значениями ряда можно пренебречь, при рангах 7, 8 и 9 число катастроф равно единице. Они составляют $3 \times 100 / 241 = 1,24$ %. Если их исключить, то максимальная погрешность формулы (2) будет 20,75 %. Доверие к (2) будет не ниже $100 - 20,75 = 79,25$ %. Такое доверие позволит применять формулу (2) в ориентировочных расчетах материального ущерба от ожидаемых в будущем катастроф.

Таблица 2
Анализ статистической модели (2)

Ранг <i>r</i>	Составляющие (2)		Коэффициенты значимости		Коэффициент приспособляемости <i>k</i>
	N_1	N_2	a_1	a_2	
0	76.1	0.0	1.000	0.000	0.000
1	72.7	0.1	0.999	0.001	0.001
2	52.5	0.8	0.985	0.015	0.015
3	21.3	2.2	0.906	0.094	0.103
4	3.6	3.1	0.537	0.463	0.861
5	0.2	3.0	0.063	0.937	15.000
6	0.0	2.3	0.000	1.000	∞
7	0.0	1.5	0.000	1.000	∞
8	0.0	0.9	0.000	1.000	∞
9	0.0	0.5	0.000	1.000	∞

В табл. 2 приведены результаты расчета обеих составляющих N_1 и N_2 формулы (2), а также значений **коэффициентов значимости** a_1 и a_2 этих составляющих материального ущерба и **коэффициента приспособляемости** k человечества (на момент регистрации динамики числа катастроф) к распределению числа катастроф.

Из данных табл. 2 видно, что на рангах 6–9 коэффициент приспособляемости человечества к извержениям, оползням, цунами и заморозкам по показателю материального ущерба стремится к бесконечности.

Человек не может пока преодолеть и пожары при $k = 15,00$.

2. Число типов стихийных бедствий в мире за 30 лет (1962-1992 гг.), выделяемых по количеству пострадавших, изменяется по статистической закономерности (табл. 3, табл. 4)

$$N = 166,26 \exp(-0,030829r^{4,28917}) + 4,79160r^{3,94220} \exp(-1,06284r). \quad (3)$$

Таблица 3

Таблица 4

Число катастроф в мире за 30 лет (1962-1992) по количеству пострадавших

Ранг r	Тип катастрофы	Факт N	Расчетные значения (3)		
			N	e	$\Delta, \%$
0	ЗС	167	166.3	0.74	0.44
1	НД	162	162.9	-0.87	-0.54
2	ТШ	100	99.8	0.21	0.21
3	ЗТ	20	20.4	-0.40	-2.0
4	ГЛ	18	16.1	1.87	10.39
5	ШТ	11	13.4	-2.43	-22.09
6	ИВ	9	9.5	-0.52	-5.78
7	ЭД	9	6.0	2.96	32.87
8	ОП	2	3.5	-1.53	-76.50
9	НН	2	1.9	0.06	3.00
10	ЦН	1	1.0	-0.02	-2.00
11	СЛ	1	0.5	0.49	49.00
12	ЗМ	1	0.3	0.75	75.00

Анализ статистической модели (3)

Ранг r	Первая N_1	Вторая N_2	Коэффициенты значимости		Коэффициент приспособляемости k
			a_1	a_2	
0	166.3	0.0	1.000	0.000	0.000
1	161.2	1.7	0.990	0.010	0.011
2	91.0	8.8	0.912	0.088	0.097
3	5.4	15.0	0.265	0.735	2.778
4	0.0	16.1	0.000	1.000	∞
5	0.0	13.4	0.000	1.000	∞
6	0.0	9.5	0.000	1.000	∞
7	0.0	6.0	0.000	1.000	∞
8	0.0	3.5	0.000	1.000	∞
9	0.0	1.9	0.000	1.000	∞
10	0.0	1.0	0.000	1.000	∞
11	0.0	0.5	0.000	1.000	∞
12	0.0	0.3	0.000	1.000	∞

Из табл. 4 видно, что стрессовое возбуждение максимальное на голод (4-й ранг).

3. Число типов стихийных бедствий в мире по количеству погибших людей получает закономерность (табл. 5 и табл. 6) по формуле

$$N = 197,00 \exp(-0,18830r^{1,41317}) + 13,7352r^{2,58090} \exp(-1,58591r^{0,62253}). \quad (4)$$

Таблица 5

Таблица 6

Число катастроф в мире за 30 лет (1962-1992) по количеству погибших

Ранг r	Тип катастрофы	Факт N	Расчетные значения (4)		
			N	e	$\Delta, \%$
0	НД	202	197.0	5.0	2.48
1	ТШ	153	166.0	-13.0	-8.50
2	ЭД	133	126.4	6.6	4.96
3	ЗТ	102	91.0	11.0	10.78
4	ОП	54	63.2	-9.2	-17.04
5	ШТ	46	43.2	2.8	6.09
6	ЗС	21	29.5	-8.5	-40.48
7	СХ	20	20.5	-0.5	-2.50
8	ПЖ	15	14.6	0.4	2.67
9	ЗМ	14	10.8	3.2	22.86
10	ИВ	12	8.2	3.8	31.67
11	ЦН	9	6.5	2.5	27.78
12	ГЛ	4	5.2	-1.2	-30.00
13	СЛ	2	4.2	-2.2	-110.00

Анализ модели (6) числа катастроф

Ранг r	Первая N_1	Вторая N_2	Коэффициенты значимости		Коэффициент приспособляемости k
			a_1	a_2	
0	197.0	0.0	1.000	0.000	0.000
1	163.2	2.8	0.983	0.017	0.017
2	119.3	7.1	0.944	0.056	0.060
3	80.9	10.1	0.889	0.111	0.125
4	51.8	11.4	0.820	0.180	0.220
5	31.6	11.6	0.731	0.269	0.367
6	18.4	11.1	0.624	0.376	0.603
7	10.4	10.1	0.507	0.493	0.971
8	5.6	9.0	0.384	0.616	1.607
9	3.0	7.8	0.278	0.722	2.600
10	1.5	6.7	0.183	0.817	4.467
11	0.7	5.7	0.108	0.892	8.143
12	0.4	4.9	0.077	0.923	12.250
13	0.2	4.1	0.048	0.952	14.939

Из данных табл. 6 видно, что стрессовое возбуждение человечества максимальное на штормы, которые имеют по количеству погибших пятый ранг.

Для доказательства того, что модель типа (1) является устойчивым законом, необходимо, чтобы принятые коэффициенты активности и приспособляемости также изменялись по устойчивым закономерностям.

По данным табл. 6 были получены модели для данных по численности погибших:

коэффициент значимости первой составляющей модели (4) равен

$$a_1 = \exp(-0,0069026r^{2,37890}); \quad (5)$$

коэффициент значимости второй составляющей $a_2 = 1 - a_1$;

коэффициент приспособляемости человечества к стихийным бедствиям по числу погибших людей за 30 лет (1962-1992 гг.) изменялся по формуле

$$k = 3,2066 \cdot 10^{-9} r^{10,96140} \exp(-0,16730r^{1,38480}). \quad (6)$$

По трем показателям, а их множество может быть большим, можно определить *рейтинговое место* m_r (в данных примерах без учета весовых коэффициентов показателей) каждого типа стихийных (а в будущем и не стихийных) катастроф (табл. 7).

Таблица 7

Рейтинг типов катастроф в мире за 30 лет с 1962 по 1992 гг. по возрастанию безопасности проживания

№ п/п	Тип стихийной катастрофы	Материальный ущерб		Количество пострадавших		Количество погибших		ΣN	Σr	m_r
		N	r	N	r	N	r			
1	ГЛ – голод			18	4	4	12	22	16	8
2	ЗМ – заморозки	1	9	1	12	14	9	16	30	13
3	ЗС – засуха	53	2	167	0	21	6	241	8	4
4	ЗТ – землетрясения	24	3	20	3	102	3	146	9	5
5	ИВ – извержения	2	6	9	6	12	10	23	22	10
6	НД – наводнения	76	0	162	1	202	0	440	1	1
7	НН – нашествие насекомых			2	9			2	9	5
8	ОП – оползни	1	7	2	8	54	4	57	19	9
9	ПЖ – пожары	4	5			15	8	19	13	6
10	СЛ – снежная лавина			1	11	2	13	3	24	11
11	СХ – суховеи					20	7	20	7	3
12	ТШ – тропические штормы	73	1	100	2	153	1	326	4	2
13	ЦН – цунами	1	8	1	10	9	11	11	29	12
14	ШТ – штормы	6	4	11	5	46	5	63	14	7
15	ЭД – эпидемии			9	7	133	2	142	9	5
Всего		241	45	503	78	787	91	1531	214	-

Примечание. Наиболее опасны наводнения, а безопасны заморозки.

Применение способа рангового анализа у распределений стихийных бедствий по типам позволит расширить классификацию катастроф, в частности, с включением новых типов стихийных бедствий, а в будущем и классов любых типов антропогенных воздействий.

Литература

1. Коробкин, В.И. Экология: учебник для вузов / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. – Ростов на Дону: Изд-во «Феникс», 2001.- 576 с.
2. Мазуркин, П.М. Статистическая экология / П.М. Мазуркин: Учебное пособие. - Йошкар-Ола: МарГТУ, 2004. – 308 с.
3. Мазуркин, П.М. Геоэкология: Закономерности современного естествознания: Научное изд. / П.М. Мазуркин. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – 336 с.
4. Мазуркин, П.М. Статистическое моделирование. Эвристико-математический подход / П.М. Мазуркин. - Научное издание. - Йошкар-Ола: МарГТУ, 2001. – 100 с.
5. Мазуркин, П.М. Математическое моделирование. Идентификация однофакторных статистических закономерностей: Учебное пособие / П.М. Мазуркин, А.С. Филонов. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – 292 с.