

ОПИСАТЕЛЬНАЯ СТАТИСТИКА ПРИ МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ГИС

Т. Н. Кобзева

Астраханский инженерно-строительный институт (Россия)

Пространственно-организованные данные, которые широко распространены при геодезических изысканиях, необходимо математически обработать. Для этого используются стандартные математические расчеты: например, определение средних показателей, моды и медианы и т. д.

Ключевые слова: *структурные средние, мода, медиана, степенные средние, среднее арифметическое, среднее гармоническое, среднее геометрическое, среднее квадратическое, среднее кубическое, среднее взвешенное.*

It's necessary to handle mathematically spatially-organized data, which widely disseminated for site investigations. For it was being utilized the standard mathematical calculations: for example, the definition of average indices, modes and medians, etc.

Keywords: *structural average, mode, median, power, average, arithmetic mean, harmonic mean, geometric mean, root mean, cubic mean, weighted average.*

Геоинформационное моделирование, в основном, оперирует пространственно-организованными данными. Они, организованные в общую базу данных, координатно привязаны. Объекты природного и хозяйственного значения имеют качественные и количественные характеристики, которые статичны и динамичны. Учитывая эти особенности, можем представить геопространственные данные в разных вариантах: табличном, текстовом, графическом (графики, диаграммы и т. д.).

Описательная статистика, в обобщенном виде, показывает результаты, собранные в природе (наблюдение, натурные измерения) или экспериментально (математически смоделированные). Все действия описательной статистики сводятся к группировке геопространственных данных. Она осуществляется по следующим направлениям по: значению, распределению, частотности, определению центральных тенденций развития и распределения.

Проводя математический анализ геопространственных данных, описательные статистические технологии практически всегда являются первоначальным шагом. При этом, целью представления данных является получение выводов, разработка технологий принятия решений, получение прогнозных характеристик и т.д.

При этом, основными показателями описательной статистики являются:

- среднее значение (среднее арифметическое, медиана, мода);
- усредненное значение;
- разброс (диапазон разброса данных);

- дисперсия;
- стандартное (среднеквадратическое) отклонение;
- квартили;
- доверительный интервал.

Собранная информация, является сырьем для получения геопро пространственных данных. Она привязана к конкретным пространственным объектам, которые координатно привязаны и хранятся в виде географических координат и топологий. Учитывая особенности геопро пространственных, сейчас наблюдается сильный рост. Этот рост объясняется широким спектром устройств.

Геопро пространственные данные могут быть представлены отдельными или собранными в классы элементами, схемами, хранилищами данных. Поэтому описательный анализ способен выполнять математические операции с ними.

В нашем случае наибольший интерес представляет моделирование геопро пространственных данных с применением технологии средних статистических показателей.

Показатели средних величин предназначаются для описания положения середины распределения. Ими являются:

1. Структурные (непараметрические) средние:

- мода (M_o);
- медиана (M_e).

2. Степенные средние:

- среднее арифметическое (M);
- среднее гармоническое ($M_{гар}$);
- среднее геометрическое ($M_{г}$);
- среднее квадратическое ($M_{кв}$);
- среднее кубическое ($M_{куб}$);
- среднее взвешенное ($M_{взв}$).

Наиболее часто при математическом анализе геопро пространственных данных рассчитывают медиану для четного и нечетного числа вариантов. Исходя из положения, что медиана представляет собой среднюю варианту в ранжированном вариационном ряду, которая делит его на равные части.

Мода представляет собой наиболее часто встречающуюся варианту в вариационном ряду.

Изучая особенности математической обработки геопро пространственных данных в курсе «Геоинформационные системы и технологии» специальности «Прикладная геодезия», мы используем следующие варианты заданий.

Задание 1. Рассчитать медиану для четного и нечетного числа вариантов. Выразить положение медианы графически.

Таблица 1

Таблица абсолютных показателей для определения медианы наличия видовых представителей фауны на анализируемой территории

Ряды вариант								Медиана
1	10	24	4	35	22	1	7	
7	22	4	37	2	69	88	10	
10	10	24	4	35	22	1		
6	22	4	37	2	69	88		

Задание 2. Определить среднее арифметическое (M), которое является основной характеристикой математической совокупности и вычисляется по формуле:

$$M = \frac{\sum x_i}{N}$$

где $\sum x_i$ – сумма всех вариант совокупности, N – число вариант.

Таблица 2

Таблица абсолютных показателей к заданию

Температура воздуха (°C)	+5	+7	+13	-9	-8	-8
Температура воды (°C)	+16	+18	+20	-2	-8	-6
Производство продукции (%)	30,3	11,7	10	8,2	18	21,8
Производительность труда (%)	101	99	105	86	110	102
Урожайность (ц/га)	80	78	64	60	89	90
Соленость воды (‰)	25	23	22	25	27	30

Задание 3. Определить среднее гармоническое (M_{гар}), используя следующую формулу:

$$M_{\text{гар}} = \frac{N}{\sum \left(\frac{1}{x_i} \right)}$$

N – выборка

X – абсолютный показатель

Таблица 3

Таблица абсолютных показателей к заданию

Скорость течения воды в реке (м/сек)	0,5	0,7	0,2	1	0,9	1
	4	5	5,2	3,2	4,4	7,3
	10	12	15,1	9,3	5,9	20
Скорость движения воздушной массы (м/сек)	6	7,8	5,9	7,7	6,9	6,2
	4,7	3	5	7,1	8,3	

Примечание: Студентам предлагается самим добавить абсолютные показатели на незаполненных клетках.

Задание 4. Определить среднее геометрическое (Мг), построив абсолютные показатели в геометрической прогрессии. Рассчитать среднее арифметическое этих вариантов.

Справка: среднее геометрическое рассчитывается тогда, когда в вариационном ряду значения распределяются в геометрической прогрессии (например, 4 и 16). В этом случае среднее геометрическое равно 8.

Таблица 4

Таблица абсолютных показателей хода зимних температур

<i>Геометрическая прогрессия</i>	<i>Среднее геометрическое</i>	<i>Среднее арифметическое</i>
5	25	20
8		
2		
4		
7		
11		
3		

Задание 5. Определить среднее квадратическое (Мкв).

$$M_{кв} = \sqrt{\frac{\sum x^2}{N}}$$

Таблица 5

Показатели для расчета среднего квадратического при анализе геопространственных данных

<i>Абсолютные показатели</i>							<i>Мкв</i>
Площадь земельного участка (X ²)	680	923	301	589	243	198	
Радиус спила дерева (см)	34	20	15	62	35	78	

Задание 6. Определить среднее кубическое (Мкуб).

$$M_{куб} = \sqrt[3]{\frac{\sum xi^3}{N}}$$

Таблица 6

Таблица показателей для расчета средней кубической

<i>Абсолютные показатели (м³)</i>						<i>Мкуб.</i>
Кубатура древесины на участке	10	15	20	25	30	
Объем воды в водоемах	300	420	78	361	24	
Вместимость жидкости в баках	6	12	18	24	30	
Емкость цистерн	50	55	60	65	70	

Задание 7. Рассчитать среднюю взвешенную (Мвзв) по формуле

$$M_{взв} = \frac{\sum [(X_1 \cdot f_1) + (X_2 \cdot f_2) + \dots + (X_n \cdot f_n)]}{\sum f_n}$$

X_n – варианты

f_n – частоты по классам.

Таблица показателей для расчета средней взвешенной

<i>Варианты</i>	<i>Частоты по классам</i>
100–109	6
110–119	10
120–129	12
130–139	14
140–149	10
150–159	6
160–169	4
170–179	2
180–189	1
190–199	3
200–210	6
211–220	7
Средняя взвешенная	
Общее среднее	

Задание 8. Определить общую среднюю (Мобщ) по предлагаемой формуле. Данные занести в таблицу (задание 7).

$$Мобщ = \frac{\sum M_i n_i}{\sum n_i}$$

где M_j – среднее по группам; n_j – число вариантов в группе.

Вышеприведенные задания, показывающие возможности использования описательной статистики при математическом моделировании геопространственных данных, позволяют студентам-геодезистам подготовиться к математической обработке результатов своих исследований.

Список литературы

1. Перегудов Ф. И., Тарасенко Ф. П. Введение в системный анализ : учеб. пособие для вузов. М. : Высш. шк., 1989. 367 с.
2. Статистические методы для ЭВМ / под ред. К. Экслеина, Э. Рэлстона, Г. С. Уилфа : пер. с англ. М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. 464 с.
3. Идентификация движений и напряженно-деформированного состояния самоорганизующихся геодинамических систем по комплексным геодезическим и геофизическим наблюдениям : монография / В. А. Середович, В. К. Панкрушин, Ю. И. Кузнецов, Б. Т. Мазуров, В. Ф. Ловягин ; под общ. ред. В. К. Панкрушина. Новосибирск : СГГА, 2004. 356 с.
4. Мазуров Б. Т. Структурная идентификация движений мобильных блоков с помощью последовательной кластер-процедуры // Математическая обработка результатов геодезических наблюдений : межвуз. сб. научн. тр. Новосибирск, НИИГАиК, 1993. С. 75–81.
5. Кобзева Т. Н. Обработка региональной статистической информации и ее преобразование в геопространственную модель // Перспективы развития строительного комплекса. 2014.