

«Лучшие идеи в области геодезии»

Полуянова Анна Николаевна

«Применение автоматизации в топографо-геодезическом производстве при определении объемов объектов»

Аннотация

В данной работе рассматривается альтернативный классическим картометрическим методам метод среднего арифметического на языке программирования Visual Basic for Applications в Microsoft Office для определения объемов объектов по топографическим картам. Метод позволяет на основе программного продукта вычислять объем любого объекта по топографическим картам, разбив его на фигуры с двумя основаниями при условии ввода вручную координат точек вершин оснований. Использование данного метода может иметь широкое практическое применение в геодезических, кадастровых, гидрографических и др. работах, где часто возникает задача определения объемов объектов. Предложенная методика позволяет получать точные результаты в короткие сроки, что, весьма важно, в учебной и производственной деятельности.

Работа содержит 7 стр., 4 рис., 2 табл., библиографический список из 6 наименований.

Введение

В современном мире, быстрый и качественный расчет геодезических параметров является необходимым условием для решения многочисленных инженерных вопросов. Кроме точных натуральных измерений большое значение имеют камеральные и картометрические работы. Выполнение картометрических работ – процесс трудоемкий и занимает большое количество времени. В рамках учебной и производственной деятельности часто возникает задача получения точного результата в быстрые сроки.

Для решения ряда прикладных, в том числе геодезических задач, инновационной является методика по определению картометрических параметров на основе процессов автоматизации, которая позволяет в короткие сроки получить результат высокой точности.

Так, в данной работе рассматривается метод среднего арифметического на языке программирования Visual Basic for Applications в Microsoft Office для определения объемов объектов по топографическим картам.

Постановка задачи

Разработать метод среднего арифметического на языке программирования Visual Basic for Applications в Microsoft Office для определения объемов объектов по топографическим картам. Сравнить результаты вычислений и время, потраченное на выполнение работы, с другими классическими способами определения объемов объектов: аналитическим, графоаналитическим и вероятностно-статистическим.

Материалы и методы исследования

При работе с гипсометрическими, гидрологическими, климатическими и др. картами часто возникает необходимость подсчета объема каких-либо объектов или явлений.

Для получения объемов географических объектов используют аналитический, графический и вероятностно-статистический методы, которые считаются классическими в картометрических работах данной тематики [2, 3, 5]. Так, аналитический метод использует в качестве исходных данных площади поверхностей горизонтальных сечений географических объектов, которые могут быть определены в результате картометрических работ. Графический метод требует предварительного построения кумулятивной кривой. Вероятностно-статистический метод основан на использовании различных типов объемных палеток. Его основная идея заключается в представлении рассматриваемого объекта в виде суммы косоусеченных призм. [4]

Специалистам топографо-геодезического направления, наиболее близок способ вычисления объемов объектов методом среднего арифметического, поскольку позволяет работать с координатами объекта (рис. 1). [1]

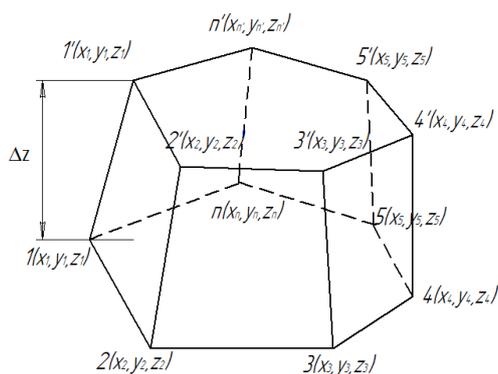


Рис. 1. Схема к вычислению объема объекта методом среднего арифметического

Для подсчета объема объекта методом среднего арифметического в первую очередь, необходимо вычислить площади верхнего F' и нижнего F оснований по формулам (1) и (2):

$$F' = \frac{1}{2} \left| \sum_{i=1}^{n'} (x'_i \cdot y'_{i+1} - x'_{i+1} \cdot y'_i) \right| \quad (1)$$

$$F = \frac{1}{2} \left| \sum_{i=1}^n (x_i \cdot y_{i+1} - x_{i+1} \cdot y_i) \right| \quad (2)$$

где x_i, y_i - координаты точки i нижней бровки,
 x'_i, y'_i - координаты точки i верхней бровки,
 n, n' - число контурных точек нижней и верхней бровок.

Во вторую очередь, необходимо найти среднюю разность высот верхней и нижней бровок Δz по формуле (3):

$$\Delta z = \left| \frac{\sum_{i=1}^n z}{n} - \frac{\sum_{i=1}^{n'} z'}{n'} \right| \quad (3)$$

Далее необходимо вычислить объем объекта V по формуле (4):

$$V = \frac{1}{2} (F + F') \cdot \Delta z \quad (4)$$

В качестве исходного материала рассматривалась учебная топографическая карта масштаба 1:10 000 У-34-37-В-в-4, объект исследования – гора Малиновская (рис. 2).



Рис. 2. Участок топографической карты масштаба 1:10 000

Исходными данными служат координаты вершин оснований объекта, которые вводятся с клавиатуры самостоятельно. Необходимо ввести количество точек верхнего n' и нижнего n' оснований и их координаты: x, y, z .

За начало координат следует принять ближайшее перекрестие километровой сетки. В качестве оснований необходимо выбрать области, ограниченные замкнутыми горизонталями. Исследуемый нами объект целесообразно разделить на две фигуры, следовательно, процедуру вычисления объема необходимо сделать для каждой фигуры отдельно, а результаты сложить.

Алгоритм действий методики

1. Ввод количества точек n' верхнего и нижнего n' оснований.
2. Ввод координат вершин оснований: x, y, z
3. Вычисление площадей верхнего F' и нижнего F оснований.
4. Вычисление средней разности высот верхней и нижней бровок Δz .
5. Вычисление объема тела V .

Листинг программы

Листинг программы для вычисления объема тела методом среднего арифметического на языке программирования Visual Basic for Applications в Microsoft Office представлен в таблице 1. [6]

Таблица 1

Sub Объем()

Dim x1(100), y1(100), z1(100), x2(100), y2(100), z2(100)

n1 = Worksheets("лист1").Cells(2, 9)

n2 = Worksheets("лист1").Cells(3, 9)

For i = 3 To n1 + 3

x1(i - 2) = Worksheets("лист1").Cells(i, 1)

y1(i - 2) = Worksheets("лист1").Cells(i, 2): Next i

y1(n1 + 1) = y1(1): y1(0) = y1(n1)

p1 = 0

For i = 1 To n1

p1 = p1 + x1(i) * (y1(i + 1) - y1(i - 1)): Next i

p1 = Abs(p1) / 2

Cells(4, 9) = p1

For i = 3 To n2 + 3

x2(i - 2) = Worksheets("лист1").Cells(i, 5)

y2(i - 2) = Worksheets("лист1").Cells(i, 6): Next i

y2(n2 + 1) = y2(1): y2(0) = y2(n2)

p2 = 0

For i = 1 To n2

p2 = p2 + x2(i) * (y2(i + 1) - y2(i - 1)): Next i

p2 = Abs(p2) / 2

Cells(5, 9) = p2

For i = 3 To n1 + 3

z1(i - 2) = Worksheets("лист1").Cells(i, 3): Next i

dz1 = 0

For i = 1 To n1

dz1 = dz1 + z1(i): Next i

dz1 = dz1 / n1

For i = 3 To n2 + 3

z2(i - 2) = Worksheets("лист1").Cells(i, 7): Next i

dz2 = 0

For i = 1 To n2

dz2 = dz2 + z2(i): Next i

dz2 = dz2 / n2

Z = Abs(dz1 - dz2)

Cells(6, 9) = Z

V = 1 / 2 * (p1 + p2) * Z / 1000

Cells(7, 9) = V

EndSub

Результаты работы программы представлены на рис. 3 и рис. 4:

Координаты верхнего основания			Координаты нижнего основания			
x	y	z	x	y	z	
-0,40	0,06	157,5	-0,56	0,08	155	Количество вершин верхнего основания: 41
-0,38	0,05	157,5	-0,54	0,09	155	Количество вершин нижнего основания: 54
-0,36	0,04	157,5	-0,52	0,10	155	Площадь верхнего основания: 0,034
-0,35	0,03	157,5	-0,50	0,11	155	Площадь нижнего основания: 0,123
-0,34	0,02	157,5	-0,48	0,12	155	Средняя разность высот: 2,5
-0,32	0,01	157,5	-0,46	0,12	155	Объем объекта: 0,000196
-0,30	0,00	157,5	-0,43	0,12	155	
-0,29	-0,01	157,5	-0,40	0,11	155	
-0,27	-0,01	157,5	-0,38	0,11	155	
-0,25	-0,01	157,5	-0,36	0,10	155	
-0,23	-0,02	157,5	-0,33	0,08	155	
-0,22	-0,02	157,5	-0,31	0,06	155	
-0,20	-0,02	157,5	-0,29	0,05	155	
-0,17	-0,03	157,5	-0,26	0,05	155	
-0,15	-0,03	157,5	-0,23	0,05	155	
-0,14	-0,05	157,5	-0,20	0,05	155	
-0,13	-0,06	157,5	-0,17	0,05	155	
-0,13	-0,08	157,5	-0,15	0,05	155	
-0,14	-0,10	157,5	-0,11	0,05	155	
-0,14	-0,11	157,5	-0,08	0,03	155	
-0,15	-0,13	157,5	-0,05	0,02	155	
-0,16	-0,14	157,5	-0,02	0,00	155	
-0,17	-0,15	157,5	-0,01	-0,03	155	
-0,18	-0,16	157,5	0,00	-0,06	155	
-0,20	-0,16	157,5	-0,01	-0,09	155	
-0,21	-0,15	157,5	-0,02	-0,11	155	
-0,23	-0,15	157,5	-0,02	-0,13	155	
-0,25	-0,15	157,5	-0,04	-0,16	155	
-0,27	-0,14	157,5	-0,36	-0,19	155	
-0,29	-0,14	157,5	-0,07	-0,21	155	
-0,31	-0,13	157,5	-0,08	-0,23	155	
-0,32	-0,13	157,5	-0,11	-0,25	155	
-0,35	-0,12	157,5	-0,14	-0,26	155	
-0,36	-0,10	157,5	-0,18	-0,26	155	
-0,37	-0,08	157,5	-0,20	-0,25	155	
-0,38	-0,07	157,5	-0,23	-0,23	155	
-0,39	-0,05	157,5	-0,26	-0,22	155	
-0,39	-0,02	157,5	-0,29	-0,22	155	
-0,40	0,00	157,5	-0,32	-0,21	155	
-0,41	0,02	157,5	-0,35	-0,21	155	
-0,42	0,03	157,5	-0,37	-0,19	155	
			-0,39	-0,18	155	
			-0,41	-0,16	155	
			-0,42	-0,14	155	
			-0,44	-0,12	155	
			-0,44	-0,10	155	
			-0,45	-0,07	155	
			-0,46	-0,04	155	
			-0,47	-0,03	155	
			-0,48	-0,01	155	
			-0,51	0,00	155	
			-0,53	0,01	155	
			-0,55	0,02	155	
			-0,56	0,05	155	

Рис. 3. Результат работы программы

Координаты верхнего основания			Координаты нижнего основания			
x	y	z	x	y	z	
-0,77	-0,1	159,7	-0,40	0,06	157,5	Количество вершин верхнего основания: 2
-0,67	-0,05	157,9	-0,38	0,05	157,5	Количество вершин нижнего основания: 41
			-0,36	0,04	157,5	Площадь верхнего основания: 0
			-0,35	0,03	157,5	Площадь нижнего основания: 0,034
			-0,34	0,02	157,5	Средняя разность высот: 1,3
			-0,32	0,01	157,5	Объем объекта: 0,0000221
			-0,30	0,00	157,5	
			-0,29	-0,01	157,5	
			-0,27	-0,01	157,5	
			-0,25	-0,01	157,5	
			-0,23	-0,02	157,5	
			-0,22	-0,02	157,5	
			-0,20	-0,02	157,5	
			-0,17	-0,03	157,5	
			-0,15	-0,03	157,5	
			-0,14	-0,05	157,5	
			-0,13	-0,06	157,5	
			-0,13	-0,08	157,5	
			-0,14	-0,10	157,5	
			-0,14	-0,11	157,5	
			-0,15	-0,13	157,5	
			-0,16	-0,14	157,5	
			-0,17	-0,15	157,5	
			-0,18	-0,16	157,5	
			-0,20	-0,16	157,5	
			-0,21	-0,15	157,5	
			-0,23	-0,15	157,5	
			-0,25	-0,15	157,5	
			-0,27	-0,14	157,5	
			-0,29	-0,14	157,5	
			-0,31	-0,13	157,5	
			-0,32	-0,13	157,5	
			-0,35	-0,12	157,5	
			-0,36	-0,10	157,5	
			-0,37	-0,08	157,5	
			-0,38	-0,07	157,5	
			-0,39	-0,05	157,5	
			-0,39	-0,02	157,5	
			-0,40	0,00	157,5	
			-0,41	0,02	157,5	
			-0,42	0,03	157,5	

Рис. 4. Результат работы программы

Анализ результатов

В век информационных технологий создано большое количество программ, которые ускоряют процесс решения различных инженерных задач, в том числе и геодезических. Так, на основе языка программирования Visual Basic for Applications в Microsoft Office предложен метод среднего арифметического для определения объемов объектов.

В ходе работы по топографической карте 1:10 000 был подсчитан объем горы Малиновская различными методами. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Метод	Аналитический	Графоаналитический	Вероятностно-статистический	Средне арифметический	Средне арифметический (Microsoft Excel)
Объем объекта, км ³	0,0002195	0,0002245	0,0002135	0,0002181	0,0002181
Время выполнения работы, мин	30	30	35	20	

Исходя из результатов таблицы 2, можно сделать вывод о том, что вычисление объемов объектов методом среднего арифметического является не только быстрым, по сравнению с другими методами, но и достаточно точным. Такое заключение было сделано на основании того, что наиболее точным из используемых классических методов вычисления объемов объектов является аналитический метод, а результат получившийся методом среднего арифметического отличается от него на 0.6%.

Для проверки корректности работы программы был произведен подсчет объема объекта в Microsoft Excel, путем введения в ячейки формул необходимых для вычисления. Результат исследуемого параметра при проверке в Microsoft Excel остался неизменным, что говорит о том, что код программы написан корректно. Полученный результат подтверждает надежность предложенного метода и говорит о возможности использования его в учебном и производственном процессе.

Список использованной литературы

1. Баландин В.Н., Кладовиков В.М., Охотин А.Л. Решение геодезических и маркшейдерских задач на микрокалькуляторах. – М.: Недра, 1992. –129 с.
2. Берлянт А.М. Картография: Учебник для вузов. – М.: Аспект Пресс, 2011. – 467 с.
3. Волков Н.М. Принципы и методы картометрии. – М.: АН СССР, 1950. – 326 с.
4. Павлова О.А., Павлов В.И. Картография: Практикум.– СПб.: Горный университет, 2012. – 67 с.
5. Салищев К.А., Гедымин А.В. Картография. – М.: Географгиз, 1955. –407 с.
6. Слепцова Л.Д. Программирование на VBA в MicrosoftOffice 2010. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2010. – 432с.