

Применение автоматизации в топографо-геодезическом производстве при определении объемов объектов

Задачи

Разработка программы для определения объемов объектов по топографическим картам методом среднего арифметического на языке программирования Visual Basic for Applications в Microsoft Office.

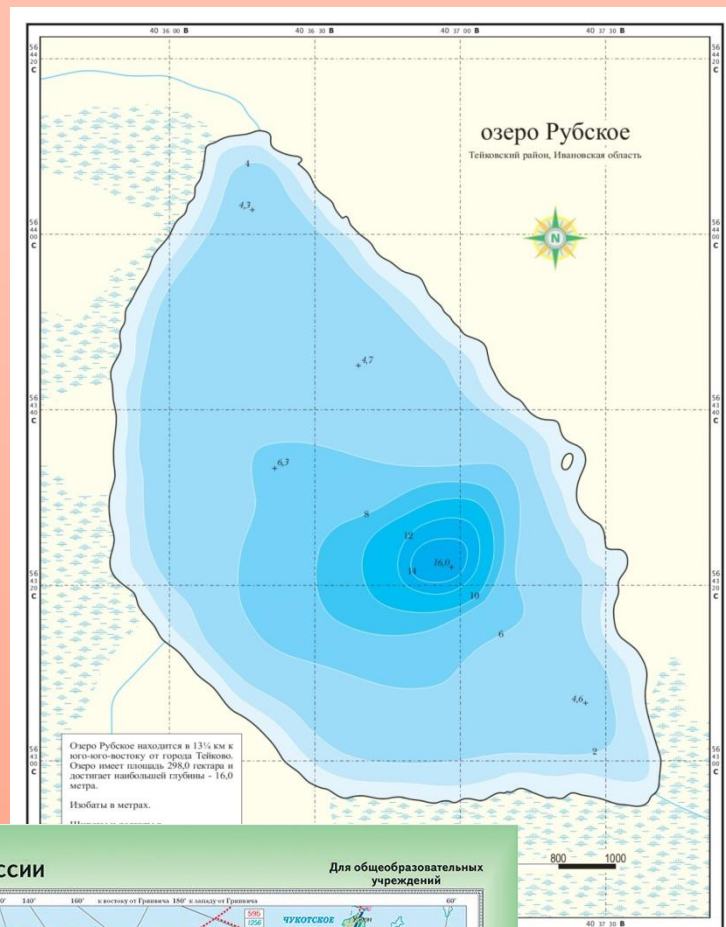
Сравнение результатов вычислений и времени, потраченного на выполнение работы, с другими классическими способами определения объемов объектов: аналитическим, графоаналитическим и вероятностно-статистическим.

Алгоритм программы

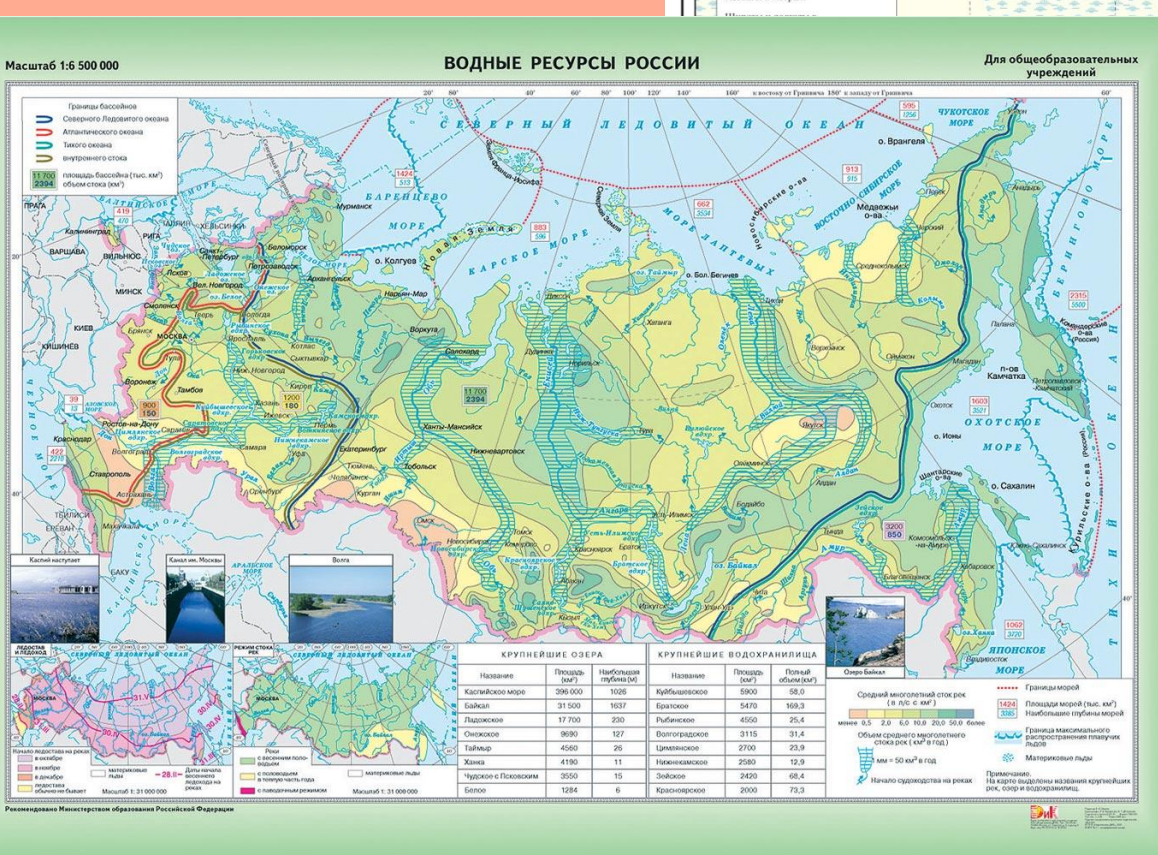
1. Ввод количества точек верхнего n' и нижнего n оснований.
2. Ввод координат вершин оснований: x, y, z .
3. Вычисление площадей верхнего F' и нижнего F оснований.
4. Вычисление средней разности высот верхней и нижней бровок Δz .
5. Вычисление объема тела V .

Варианты применения программы

Вычисление объема водной массы по батиметрическим картам



Вычисление объема Годового стока



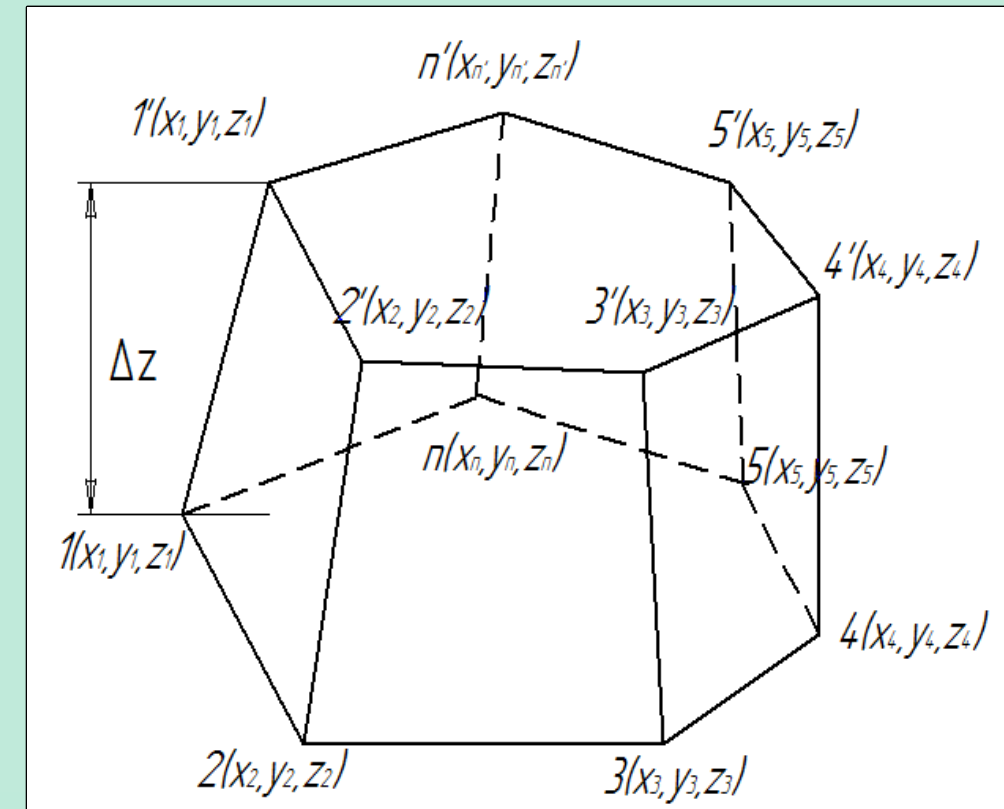
Материалы и методы исследования

При работе с гипсометрическими, гидрологическими, климатическими и другими 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:

- 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.

Специалистам топографо-геодезического направления наиболее близок способ вычисления объемов объектов методом среднего арифметического, поскольку позволяет работать с координатами объекта.



Для подсчета объема объекта методом среднего арифметического в первую очередь необходимо вычислить площади верхнего и нижнего 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 i - точки нижней бровки,
 x'_i, y'_i - координаты i - точки верхней бровки,
 n, n' - число контурных точек нижней и верхней бровок.

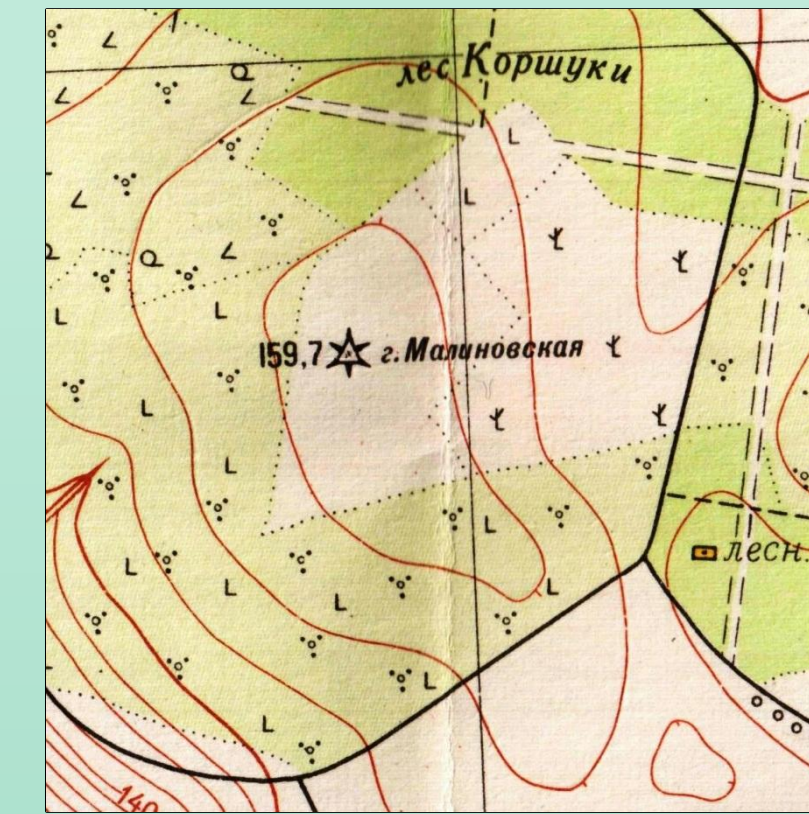
Во вторую очередь, необходимо найти среднюю разность высот верхней и нижней бровок по формуле (3):

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

Далее необходимо вычислить объем объекта 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-4, объект исследования – гора Малиновская.



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.

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 1:10000 был подсчитан объем горы Малиновская различными методами.

Метод	Объем объекта, км³	Время выполнения работы, мин
Аналитический	0,0002195	30
Графоаналитический	0,0002245	30
Вероятностно-статистический	0,0002135	35
Средне арифметический	0,0002181	20
Средне арифметический (Microsoft Excel)	0,0002181	

Исходя из результатов таблицы, 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.

Интерфейс и результат работы программы

Координаты верхнего основания			Координаты нижнего основания			Координаты верхнего основания			Координаты нижнего основания		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
-0,23	-0,10	159,7	-0,40	0,06	157,5	-0,40	0,06	157,5	-0,56	0,08	155
-0,33	-0,05	157,9	-0,38	0,05	157,5	-0,38	0,05	157,5	-0,54	0,09	155
			-0,36	0,04	157,5	-0,36	0,04	157,5	-0,52	0,10	155
			-0,35	0,03	157,5	-0,35	0,03	157,5	-0,50	0,11	155
			-0,34	0,02	157,5	-0,34	0,02	157,5	-0,48	0,12	155
			-0,32	0,01	157,5	-0,32	0,01	157,5	-0,46	0,12	155
			-0,30	0,00	157,5	-0,30	0,00	157,5	-0,43	0,12	155
			-0,29	-0,01	157,5	-0,29	-0,01	157,5	-0,40	0,11	155
			-0,27	-0,01	157,5	-0,27	-0,01	157,5	-0,38	0,11	155
			-0,25	-0,01	157,5	-0,25	-0,01	157,5	-0,36	0,10	155
			-0,23	-0,02	157,5	-0,23	-0,02	157,5	-0,33	0,08	155
			-0,22	-0,02	157,5	-0,22	-0,02	157,5	-0,31	0,06	155
			-0,20	-0,02	157,5	-0,20	-0,02	157,5	-0,29	0,05	155
			-0,17	-0,03	157,5						