

8. Самойленко В. М. Географічні інформаційні системи та технології/В. М. Самойленко. — К.: Ніка-центр, 2010. — 448 с.
9. Тваринництво Львівської області. Статистичний збірник/за ред. С. І. Зимовіної. — Львів: Головне управління статистики у Львівській області, 2014. — 144 с.
10. Топчієв О. Г. Суспільно-географічні дослідження: методологія, методи, методики/О. Г. Топчієв. — Одеса: Астропринт, 2005. — 632 с.
11. Шипулін В. Д. Основи ГІС-аналізу/В. Д. Шипулін. — Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова, 2014. — 340 с.
12. Martin David. Geographic Information Systems: socioeconomic applications/David Martin. — Second Edition, London, 1996. — 210 p.

УДК 528

**А. Н. Полуянова**

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

## ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ В ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ОБЪЕМОВ ОБЪЕКТОВ

В данной статье 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.

**Ключевые слова:** объем, метод среднего арифметического, автоматизация, VBA, топографо-геодезическое производство.

**Г. М. Полуянова**

### ЗАСТОСУВАННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ В ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ОБ'ЄМІВ ОБ'ЄКТІВ

У статті розглянуто альтернативний класичним методам метод середнього арифметичного мовою програмування Visual Basic for Applications у Microsoft Office для визначення об'ємів об'єктів за топографічними картами. Метод дозволяє на основі програмного продукту обчислювати об'єм будь-якого об'єкта за топографічними картами, розбиваючи його на фігури з двома основами за умови введення вручну координат точок вершин основ. Використання даного метода може мати широке практичне застосування в геодезичних, кадастрових, гідрографічних та інших роботах, де часто виникає задача визначення об'ємів об'єктів. Запропонована методика дозволяє отримувати точні результати у короткий термін, що є дуже важливим у навчальній та виробничій діяльності.

**Ключові слова:** об'єм, метод середнього арифметичного, автоматизація, VBA, топографо-геодезичне виробництво.

**A. N. Poluyanova**

### THE USE OF AUTOMATION IN GEODESIC SURVEY BY ESTIMATING THE VOLUMES OF THE OBJECTS

This article explores the method of the arithmetical average using the Visual Basic for Applications programming language in Microsoft Office in estimation of the volumes of the objects on topographic maps. The method based on the software product allows to calculate the volume of any object on topographic maps by dividing it into figures with two bases under condition of manual input of the coordinates of the top points of the bases. This method can be widely applied in geodesic, cadastral, hydrographic and other works, when a problem of the estimation the volumes of objects occurs. The proposed method allows to obtain accurate results in a short time, which is very important in studying process and production.

**Keywords:** volume, arithmetic average method, automation, VBA, geodesic survey.

**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 статье рассматривается метод среднего арифметического на языке программирования Visual Basic for Applications в Microsoft Office для определения объемов объектов по топографическим картам.

**Исходные предпосылки.** 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 [1].

**Цель исследования.** Создание программы для более быстрого и точного вычисления объема объектов. Для достижения цели были поставлены следующие 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 вре-

мя, потраченное на выполнение работы, с другими классическими способами определения объемов объектов: аналитическим, графоаналитическим и вероятностно-статистическим.

#### Материалы и методы исследования.

Основным методом для разработки программы использовался метод среднего арифметического для подсчета объема объектов, так как он позволяет работать непосредственно с координатами оснований исследуемого объекта (рис. 1).

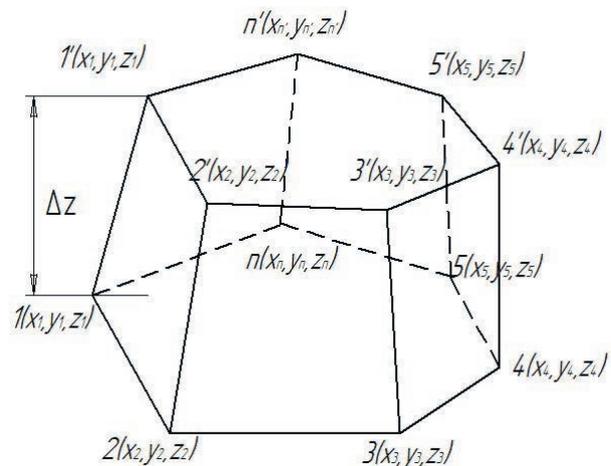


Рис. 1. Схема к вычислению объема объекта методом среднего арифметического.

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 нижней бровки,

$x'_i, y'_i$  — координаты точки верхней бровки,

$n, n'$  — число контурных точек нижней и верхней бровок.

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

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

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-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 и нижнего 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.

Листинг программы для вычисления объема тела методом среднего арифметического на языке программирования Visual Basic for Applications в Microsoft Office:

```
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
End Sub
```

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

**Выводы.** 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 Мали-

Координаты верхнего основания			Координаты нижнего основания				
x	y	z	x	y	z		
-0,23	-0,10	159,7	-0,40	0,06	157,5	Количество вершин верхнего основания:	2
-0,33	-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		

Рис. 3. Результат работы программы.

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:	0,0001958
-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		

Рис. 4. Результат работы программы.

Таблица

Метод	Аналитический	Графо-аналитический	Вероятностно-статистический	Средне арифметический	
				VBA	Microsoft Excel
Объем объекта, км <sup>3</sup>	0,0002195	0,0002245	0,0002135	0,0002181	0,0002181
Время выполнения работы, мин	30	30	35	20	

новская различными методами. Результаты представлены в таблице.

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 используе-

мых 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 про-

верке в Microsoft Excel остался неизменным, что говорит о том, что код программы написан корректно. Полученный результат подтверждает надежность предложенного мето-

да и говорит о возможности использования его в учебном и производственном процессе.

*Рецензент:*

*к. геогр. н., доц. Н. С. Копылова*

### Литература:

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

UDC 910.3:528.88

**O. O. Volkovaia, M. O. Balynska, O. S. Tretyakov**

V. N. Karazin Kharkiv National University

## THE APPLICATION OF DIFFERENCE IMAGE TECHNIQUE FOR CHANGE DETECTION ON THE TERRITORY OF MEZIN NATIONAL NATURE PARK

The article deals with results of instrumental comparison of satellite images taken at two different times to identify and systematize changes of underlying surface (terrain, land use, buildings, etc.) that have occurred on the territory of Mezin National Natural Park over 18 years (1989–2007).

**Keywords:** National Nature Park, map of changes, satellite imagery, GIS.

**O. O. Волковая, M. O. Балинская, O. C. Третьяков**

**ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДИКИ ПОБУДОВИ РІЗНИЦЕВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ЗМІН НА ТЕРИТОРІЇ МЕЗИНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ**

У статті розглянуто результати інструментального порівняння двох різночасових космічних знімків з метою виявлення та систематизації змін підстильної поверхні (ландшафту, землекористування, забудови і тощо), які сталися на території Мезинського національного природного парку за 18 років (1989–2007 р. р.).

**Ключові слова:** національний природний парк, карта змін, супутникові знімки, ГІС.

**A. A. Волковая, M. O. Балинская, A. C. Третьяков**

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ ПОСТРОЕНИЯ РАЗНОСТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ МЕЗИНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА**

В статье рассмотрены результаты инструментального сравнения двух одновременных космических снимков с целью выявления и систематизации изменений подстилающей поверхности (ландшафта, землепользования, застройки и т. д.), которые произошли на территории Мезинского национального природного парка за 18 лет (1989–2007 гг.).

**Ключевые слова:** национальный природный парк, карта изменений, спутниковые снимки, ГИС.

**Introduction.** Nowadays national nature parks (NNP) are considered as network elements of territories especially protected for long-term ecological monitoring and recognized as standards of the background of the natural environment. Unlike other protected sites, NNP perform a wide range of functions: protection of natural and cultural heritage, recreation of the population, search for ways of sustainable

development of the territory. Moreover, they are the most common forms of protection areas in the world practice. But at the same time, the problem of preserving the unique nature of these territories is exacerbating. This is influenced by both intensive operation and pollution of natural resources and indifference, pragmatic attitude of people to nature.

The significant sizes of the protected areas