



Лабораторная работа №9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ

Введение

Определение площадей участков местности необходимо для решения многих инженерно-технических и планово-экономических задач: отвод участков под строительство, подсчет объемов земляных работ, при учете площадей, занятых строениями, усадьбами, площадями посева, вспашки и т. д.

Площади участков определяются двумя путями:

- по результатам измерений на местности;
- по результатам измерений на плане.

В зависимости от хозяйственного значения участков, их размера, формы, наличия или отсутствия планов и карт, условий местности применяются аналитический, графический и механический способы определения площадей.

Цель лабораторной работы – получить практические навыки определения площадей землепользований аналитическим способом, а также площадей контуров местности графическим и механическим способами.

Работа выполняется на плане теодолитной съемки, который был составлен в ходе выполнения предыдущей лабораторной работы.

Перед выполнением данной работы студент должен освоить основные теоретические положения, которые изложены в рекомендуемой литературе [1, 2]. При этом следует уточнить условия, при которых используют тот или иной способ определения площадей участков местности.

Лабораторная работа включает четыре задания. В заданиях приведены указания по их выполнению и соответствующие примеры.

Каждый студент сдает выполненную лабораторную работу на проверку преподавателю в недельный срок после ее завершения.

Задание 1. ВЫЧИСЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ ПОЛИГОНА (ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ) АНАЛИТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ ПО КООРДИНАТАМ ЕГО ВЕРШИН

Цель задания – вычислить площадь полигона по координатам его вершин.

Исходными данными для вычисления площади является план теодолитной съемки и координаты X и Y вершин полигона (землепользования), предварительно вычисленные при выполнении предыдущей лабораторной работы (табл. 1.1). Фрагмент плана теодолитной съемки приведен на рис. 1.1.

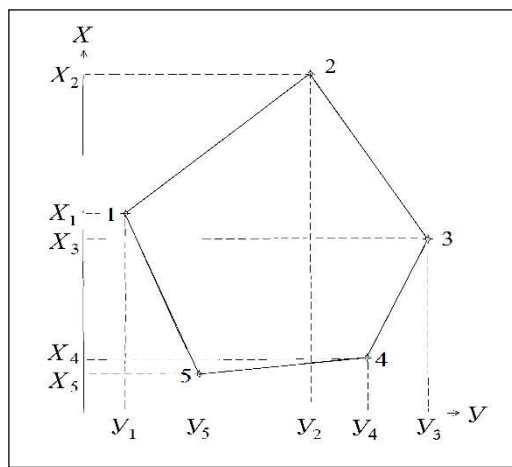


Рис. 1.1. Вычисление площади полигона по координатам

Площадь полигона равна половине суммы произведений ординаты каждой точки на разность абсцисс предыдущей и последующей точек:

$$P = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n Y_i (X_{i-1} - X_{i+1}), \quad (1.1)$$

где n – количество вершин полигона;

i – порядковый номер вершины;

X, Y – координаты вершин полигона.

Для контроля вычисления площади используют формулу (1.2): площадь полигона равна половине суммы произведений абсциссы каждой точки на разность ординат последующей и предыдущей точек.

Таблица 1.1. Вычисление площади полигона по координатам его вершин

Номер вершины	Координаты		Разность координат		Произведения	
	X_i	Y_i	$X_{i-1} - X_{i+1}$	$Y_{i+1} - Y_{i-1}$	$X_i (Y_{i+1} - Y_{i-1})$	$Y_i (X_{i-1} - X_{i+1})$
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>
<u>1</u>	1455,02	1337,79	-376,56	88,00	128041,76	-503758,20
<u>2</u>	1619,41	1526,35	32,51	343,52	556299,72	49621,63
<u>3</u>	<u>1422,51</u>	1681,31	348,66	65,17	92704,97	586205,54
<u>4</u>	1270,75	1591,52	179,66	-242,96	-308741,42	285932,48
<u>5</u>	1242,85	1438,35	-184,27	-253,73	-315348,33	-265044,75
<u>1</u>	1455,02	1337,79	-376,56	88,00	128041,76	-503758,20
			$\sum_1^5 = 0$	$\sum_1^5 = 0$	$2P_1 = 152956,7$	$2P_2 = 152956,7$

$$2P_{\text{ср}} = 152956,7$$

$$P = 76478,35 \text{ м}^2$$

$$P = 7,64784 \text{ га}$$

$$P = \frac{1}{2} \sum_1^n X_i (Y_{i+1} - Y_{i-1}). \quad (1.2)$$

В табл. 1.1 приведен расчет площади полигона аналитическим способом. В графах 1 и 2 заданы прямоугольные координаты его вершин.

Далее нужно найти разности координат ($X_{i-1} - X_{i+1}$ и $Y_{i+1} - Y_{i-1}$) и записать их в графы 3 и 4 (табл. 1.1).

Вычисление разностей координат контролируется алгебраической суммой разностей абсцисс и ординат по формулам:

$$\begin{aligned} \sum (X_{i-1} - X_{i+1}) &= 0; \\ \sum (Y_{i+1} - Y_{i-1}) &= 0. \end{aligned} \quad (1.3)$$

Результат произведения следует записать в графы 5 и 6. Затем необходимо найти суммы этих произведений и полученные результаты записать в соответствующие графы 5 и 6. Сумма произведений соответствует удвоенной площади полигона в квадратных метрах, так как координаты даны в метрах. Совпадение сумм произведений указывает на отсутствие ошибок в вычислениях.

Окончательный результат вычисления площади выражают в гектарах с округлением до 0,00001.

Таким образом, площадь полигона составляет 76478,35 м², или 7,64784 га (табл. 1.1).

Точность определения площади полигона по координатам его вершин составляет 1/1000 измеряемой величины. При определении площади участка этим способом на точность влияют только погрешности измерений углов и линий на местности, по которым вычисляются координаты вершин. Поэтому аналитический способ вычисления площадей наиболее точный.

Задание 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ КОНТУРОВ ГРАФИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

Цель задания – освоить графический способ определения площадей контуров на плане теодолитной съемки: сада, ручья, сенокоса заболоченного, пруда, под домом.

Графический способ – это вычисление площади геометрических фигур по результатам измерения линий на плане или карте. К графическому способу относится также определение площадей криволинейных участков с помощью палетки.

2.1. Вычисление площади участка по результатам измерений линий на плане

Участок на плане разбивают на простейшие геометрические фигуры, преимущественно треугольники, реже – прямоугольники и трапеции. В каждой

фигуре измеряют высоту и основание, по которым вычисляют площадь. Суммированием площадей отдельных фигур получают площадь участка.

При определении площадей участков на топографических планах и картах стороны и высоты геометрических фигур измеряют с помощью поперечного масштаба. Площади отдельных геометрических фигур вычисляют по известным формулам:

- треугольник:
$$P = \frac{1}{2} a \cdot h; \quad (2.1)$$

- квадрат:
$$P = a^2; \quad (2.2)$$

- трапеция:
$$P = \frac{1}{2}(a + b) \cdot h; \quad (2.3)$$

- ромб:
$$P = a \cdot h; \quad (2.4)$$

- прямоугольник:
$$P = a \cdot b; \quad (2.5)$$

- параллелограмм:
$$P = a \cdot h, \quad (2.6)$$

где a, b – длины сторон (оснований);
 h – высота.

Для контроля площади отдельных геометрических фигур вычисляют дважды по двум разным основаниям и высотам. Допустимое расхождение между двумя значениями площади рассчитывают по следующей формуле:

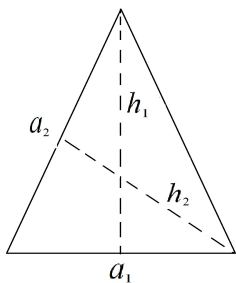
$$\Delta P_{\text{доп}} = 0,05 \frac{M}{10000} \sqrt{P}, \quad (2.7)$$

где M – знаменатель численного масштаба плана;

P – среднее значение площади фигуры.

Этим способом в данной лабораторной работе вычисляем площади: сада, ручья, сенокоса заболоченного, под домом.

Например, при вычислении площади сада получены данные:



$$a_1 = 129,2 \text{ мм};$$

$$a_2 = 177,6 \text{ мм};$$

$$h_1 = 126,4 \text{ мм};$$

$$h_2 = 92,0 \text{ мм};$$

$$P_1 = 8165,44 \text{ м}^2;$$

$$P_2 = 8169,60 \text{ м}^2;$$

$$\Delta P = 8169,60 - 8165,44 = 4,16 \text{ м}^2 = 0,0004 \text{ га};$$

$$\Delta P_{\text{доп}} = 0,05 \frac{2000}{10000} \sqrt{0,8} = 0,0089 \text{ га};$$

$$P_{\text{ср}} = 8167,52 \text{ м}^2.$$

Аналогично определяем площади контуров огорода, сенокоса, кустарника и пастбища. Результаты по определению площадей контуров приведены в ведомости вычисления площадей (табл. 2.1).

Таблица 3.1. **Определение площадей контуров**

Номер контура	Название видов земель	Площади, га	Поправки, га	Увязанная площадь, га
1	Пашня	1,82298	+0,00217	1,82515
2	Огород	0,35613	+0,00217	0,35830
3	Сенокос	1,16848	+0,00217	1,17065
4	Кустарник	2,14253	+0,00217	2,14470
5	Пастбище	0,50050	+0,00217	0,50267
6	Сенокос заболоченный	0,53799	+0,00217	0,54016
7	Сад	0,81088	+0,00217	0,81305
8	Под домом	0,01160	+0,00217	0,01377
9	Пруд	0,16828	+0,00217	0,17045
10	Ручей	0,10677	+0,00217	0,10894

$$\sum P_{\text{пр}} = 7,62619 \quad \delta = +0,02171$$

$$\sum P_{\text{теор}} = 7,64784$$

$$f_P = 0,02165$$

$$f_{P_{\text{доп}}} = 0,03618$$

Задание 3 **УВЯЗКА ПЛОЩАДЕЙ КОНТУРОВ СИТУАЦИИ**

Цель задания – увязать площади контуров ситуации в общей площади полигона (землепользования).

Общую площадь полигона, вычисленную как сумму площадей внутренних контуров ситуации, необходимо увязать с площадью полигона (землепользования), определенной аналитическим способом. Для этого вычисляют невязку по формуле

$$f_P = \sum P_{\text{пр}} - \sum P_{\text{т}}, \quad (3.1)$$

где $P_{\text{пр}}$ – практическая площадь полигона, определяемая как сумма площадей отдельных контуров;

$P_{\text{т}}$ – теоретическая площадь полигона, определенная по координатам вершин аналитическим способом.

Допустимая невязка в сумме площадей контуров определяется по следующей формуле:

$$f_{P_{\text{доп}}} = 0,7C\sqrt{n} + 0,05 \frac{M}{10000} \sqrt{P}, \quad (3.2)$$

где C – цена деления планиметра, га;

n – число контуров;

M – знаменатель численного масштаба плана;

P – площадь полигона, га.

Если невязка меньше допустимой, то она распределяется в виде поправок пропорционально площадям контуров с обратным знаком по формуле

$$\delta_{P_i} = -\frac{f_P}{\sum P_i} P_i. \quad (3.3)$$

Вычисленные поправки к площадям контуров ситуации указывают в табл. 3.1. В ней же приведены исправленные значения площадей контуров ситуации, которые вычисляются по формуле

$$P_{ув_i} = P_i + \delta_{P_i}. \quad (3.4)$$

Увязанная площадь должна быть равна площади полигона, определенной аналитическим способом.

По данным ведомости вычисления площадей контуров (см. табл. 3.1) составляем кальку контуров в масштабе 1:2000 (рис. 3.1) и общую таблицу увязанных площадей (табл. 3.2).

В сумме все виды земель должны давать общую площадь полигона (землепользования).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие существуют способы определения площадей?
2. В чем заключается сущность аналитического способа определения площади?
3. Как определяют цену деления планиметра?
4. Изменится ли цена деления планиметра с изменением длины полюсного рычага?
5. В каких случаях для определения площади применяют палетки?
6. Как определить длину обводного рычага?
7. Как рассчитать допустимую невязку в сумме площадей?
8. В каких случаях для определения площади применяют планиметр?
9. В какой последовательности выполняется измерение площадей полярным планиметром?
10. В какой последовательности снимаются отсчеты по планиметру?
11. В каких случаях для определения площадей прибегают к графическому способу?
12. Перечислите правила, которые необходимо соблюдать при обводе фигуры полярным планиметром.

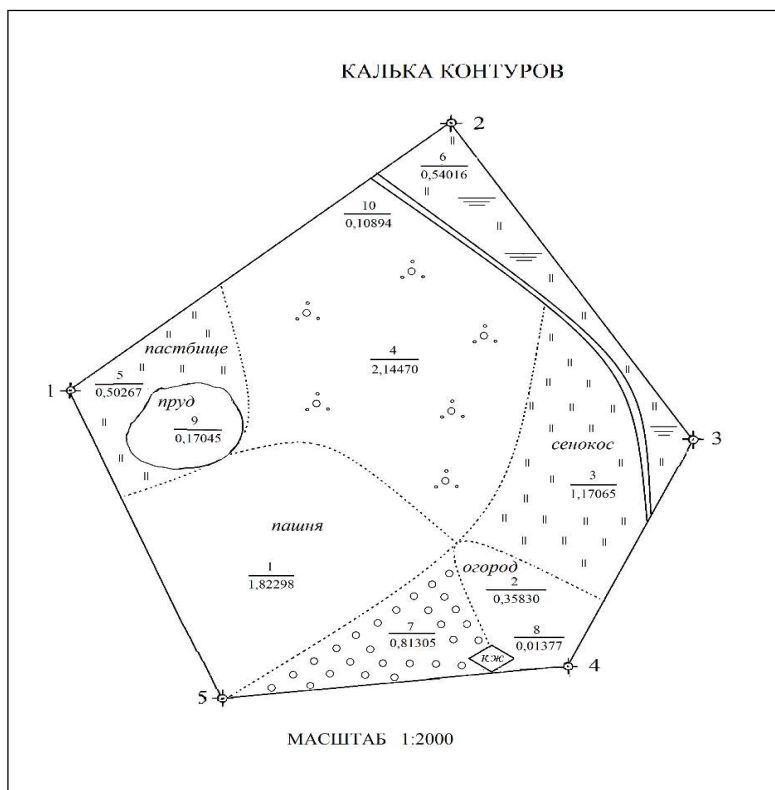


Рис. 3.1. Калька контуров

Таблица 3.2. Увязанные площади контуров ситуации, га

Общая площадь	Пашня	Огород	Сенокос		Пастбище	Сад	Кустарник	Под водными объектами		Под домом		
			Итого	В том числе				Итого	В том числе			
				сенокос заболоченный					сенокос суходольный		ручей	пруд
7,64784	1,82515	0,35830	1,71081	0,54016	1,17065	0,50267	0,81305	2,14470	0,27939	0,10894	0,17045	0,01377