

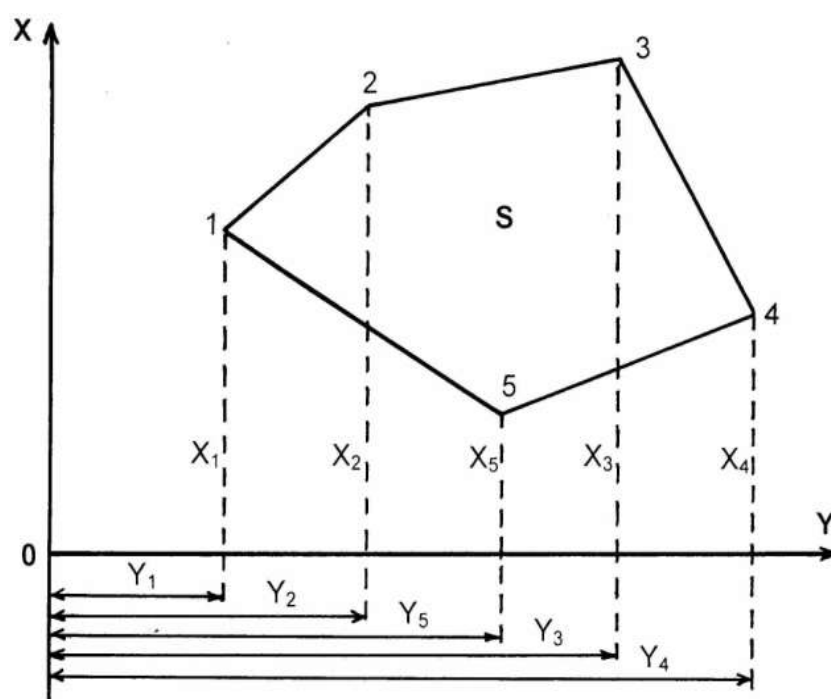
Красноярский государственный аграрный университет

*К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова*

## ГЕОДЕЗИЯ

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ ОБЪЕКТА НЕДВИЖИМОСТИ И ЗЕМЕЛЬНЫХ УГОДИЙ

*Методические указания  
к выполнению расчётно-графической работы*



Красноярск 2018

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

*К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова*

## **ГЕОДЕЗИЯ**

# **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ ОБЪЕКТА НЕДВИЖИМОСТИ И ЗЕМЕЛЬНЫХ УГОДИЙ**

*Методические указания  
к выполнению расчётно-графической работы*

Красноярск 2018

## *Рецензент*

*С.А. Мамонтова, канд. экон. наук, доц. каф. землеустройства  
и кадастров Красноярского государственного аграрного  
университета*

*Шумаев, К.Н.*

**Геодезия. Определение площади объекта  
недвижимости и земельных угодий:** метод. указания к  
выполнению расчётно-графической работы / К.Н. Шумаев,  
А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. –  
Красноярск, 2018. – 42 с.

Издание написано в соответствии с утверждённой программой курсов «Геодезия», «Инженерная геодезия». Подробно изложена методика обработки материалов, полученных в процессе выполнения полевых работ и определения площадей по картам земельных угодий и объектов недвижимости.

Предназначено для студентов Института землеустройства, кадастров и природообустройства, обучающихся по направлениям подготовки «Землеустройство и кадастры», «Природообустройство и водопользование» очной и заочной форм обучения.

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Красноярского государственного аграрного университета

© Шумаев К.Н., Сафонов А.Я., Горбунова Ю.В., 2018  
© ФГБОУ ВО «Красноярский государственный  
аграрный университет», 2018

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Способы определения площади .....	5
Аналитическое вычисление площади объекта недвижимости по координатам вершин его границы.....	6
Графоаналитическое определение площади .....	7
Механический способ определения площади .....	12
Устройство планиметра PLANIX 5 .....	14
Устройство планиметра PLANIX 7 .....	17
Измерение площади контуров электронным планиметром PLANIX 5 .....	20
Определение и увязка площадей контуров ситуации .....	22
Экспликация угодий .....	28
Контрольные вопросы .....	30
ЛИТЕРАТУРА .....	33
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	36

## ВВЕДЕНИЕ

Рациональное и эффективное использование земли является актуальным вопросом. Для обеспечения этого требования необходимы точные планово-картографические, учётные, обследовательские и другие материалы, составляемые на основе геодезической съёмки или карт.

Учебным планом для студентов ИЗКиП, обучающихся по направлению подготовки 2.20.03.02 «Природообустройство и водопользование», предусмотрен курс «Инженерная геодезия», а для обучающихся по направлению 2.21.03.02 «Землеустройство и кадастры» предусмотрен курс «Геодезия». Умение выполнить обработку полевых материалов является обязательным навыком для специалистов, работающих в данной отрасли экономики. Вся работа бакалавров землеустроителей, геодезистов, работников природообустройства теснейшим образом связана с созданием карт и планов и их использованием для решения большинства производственных задач или принятия управленческих решений.

В издании подробно изложена методика обработки материалов, полученных в процессе выполнения полевых геодезических работ, необходимых для вычисления площадей и определения площадей по картам земельных угодий, а также приведён необходимый справочный материал.

Изложены основные способы определения площадей (аналитический, графический, механический) и их комбинации. Также рассмотрено устройство современных приборов и инструментов, применяемых при определении площадей. Наибольшее внимание уделено современному цифровому планиметру PLANIX 5, получившему распространение на Российском рынке геодезических приборов. Подробно описаны его функциональные клавиши и применяемые режимы определения площадей. Приведена методика измерений различными приборами и инструментами по сельскохозяйственным картам и планам на бумажных носителях.

Умение определять площадь необходимо как при решении задач территориального планирования, землеустройства, ведения кадастра объектов недвижимости, так и в улучшении земель.

## Способы определения площади

Процесс определения площади земельных участков, земельных угодий или любых других объектов недвижимости включает следующие этапы:

1. Выполнение измерений при помощи различных технических средств.
2. Вычислительная обработка результатов измерений.
3. Составление экспликации по площадям угодий (сводные данные).

В зависимости от формы земельных участков и используемых технических средств применяют следующие способы определения площадей:

1. *Аналитический* – основан на вычислении площади по результатам измерений линий и углов на местности с применением формул геометрии и тригонометрии, а также по координатам вершин точек поворота границы земельного участка.

2. *Графоаналитический* – основан на вычислении площади по результатам измерений на плане. Участок разбивается на простейшие геометрические фигуры или измерения производятся при помощи палеток.

3. *Механический* – основан на измерении площадей на плане или карте при помощи планиметров.

Наиболее точен аналитический способ, так как здесь сказываются только ошибки измерений на местности. Он требует большого объёма вычислений, хотя при наличии карт на цифровых носителях и современной вычислительной техники это не имеет особого значения.

Наиболее распространён благодаря скорости и простоте определения площадей на бумажных носителях механический способ, хотя он менее точен.

Графический способ есть смысл применять, когда граница прямолинейна и имеет малое число поворотов, или площадь участка на плане – менее **3 см**. Для определения площади земельного участка, границы которого имеют прямолинейные очертания и большое число точек поворота, деление на треугольники нежелательно. Более предпочтительным вариантом является вычисление площади по координатам точек поворота

границы землепользования. Координаты точек поворота графически снимаются при помощи циркуля-измерителя и определяются по линейке поперечного масштаба.

### Аналитическое вычисление площади объекта недвижимости по координатам вершин его границы

Для определения площади любого многоугольника (рис. 1) существует множество формул. Наиболее распространены две из них.

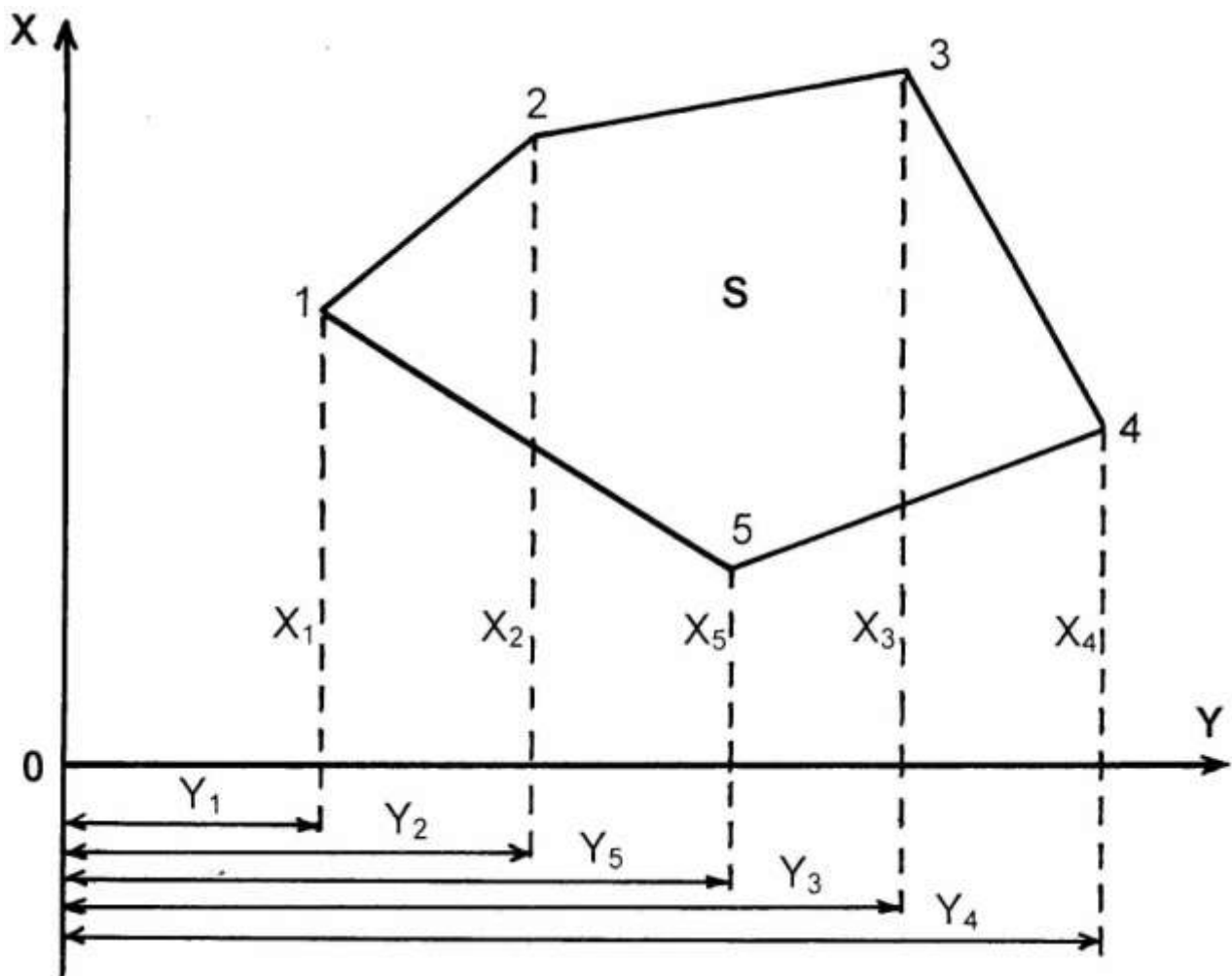


Рисунок 1 – Аналитическое определение площади многоугольника

Удвоенная площадь многоугольника равна сумме произведений каждой ординаты  $Y_k$  на разность абсцисс предыдущей  $X_{k-1}$  и последующей точек  $X_{k+1}$ :

$$2S = \sum_{k=1}^n Y_k (X_{k-1} - X_{k+1}). \quad (1)$$

Удвоенная площадь многоугольника равна сумме произведений каждой абсциссы  $X_k$  на разность ординат последующей  $Y_{k+1}$  и предыдущей точек  $Y_{k-1}$ :

$$2S = \sum_1^n X_k (Y_{k+1} - Y_{k-1}). \quad (2)$$

Пример вычисления площади полигона представлен в таблице 1. Часто эта таблица является продолжением ведомости вычисления координат.

Перед вычислением площади значения координат можно округлить до 0.1 м, а при площади участка более 200 га и до 1 м, так как это практически не влияет на результат.

### **Графоаналитическое определение площади**

При определении площадей объектов недвижимости, имеющих границы прямолинейного очертания, используют формулы геометрии. Исходя из формы участок разбивается на простые геометрические фигуры, такие как треугольники, прямоугольники, трапеции и др. Формулы площадей геометрических фигур приведены в приложении А. При наличии значений измеренных углов поворота границы можно использовать формулы тригонометрии (см. приложение Б).

Площадь объекта недвижимости разбивается на различные треугольники. В каждом из полученных треугольников измеряют основание  $a$  и высоту  $h$  при помощи циркуля-измерителя и определяют по поперечному масштабу. Сумма отдельных площадей треугольников даст общую площадь землепользования. При наличии длин сторон, полученных в процессе измерений на местности, предпочтение отдаётся им, а не измеренным на чертеже.

Для исключения грубых ошибок измерения нельзя использовать одни и те же основания для соседних треугольников. Исключению ошибок будет способствовать контрольное определение площадей тех же треугольников, но по другим измеренным основаниям и высотам.



Для определения площади небольших участков с криволинейными контурами применяют прямолинейные и криволинейные палетки.

Прямолинейные палетки наиболее распространены. К ним относятся квадратные и параллельные палетки (рис. 2).

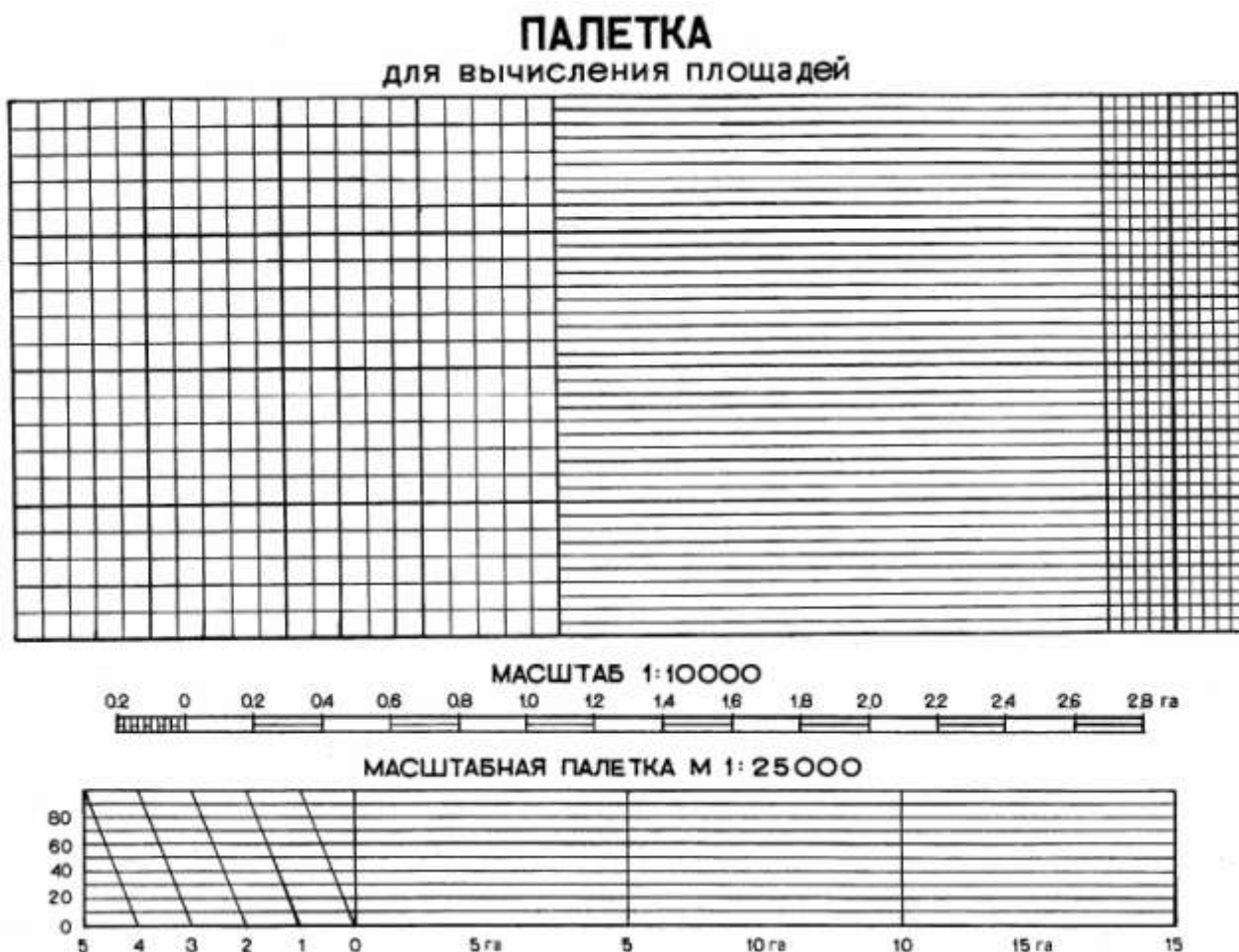


Рисунок 2 – Прямолинейная палетка с масштабными номограммами площади

Квадратная палетка изготавливается на пластике со стороной квадратов 2–4 мм. Палетка накладывается на контур и подсчитывается число целых квадратов. Доли отсекаемых клеток учитываются на глаз. Зная размер клетки и масштаб карты, определяют площадь контура. Квадратной палеткой не рекомендуется определять площади более **2 см на плане**. При использовании её возможны грубые ошибки.

Таблица 1 – Вычисление площади объекта недвижимости по координатам его вершин

6

Номер съёмочной точки	Координата, м		Разность, м		Произведение, м <sup>2</sup>	
	X	Y	$X_{k-1} - X_{k+1}$	$Y_{k+1} - Y_{k-1}$	$Y_k (X_{k-1} - X_{k+1})$	$X_k (Y_{k+1} - Y_{k-1})$
1	3 000.00	3 000.00	-1 267.59	+599.74	-3 802 770	+1 787 220
2	3 240.28	3 593.54	-987.23	+897.74	-3 547 650	+2 908 929
3	3 987.23	3 897.74	568.28	+1 235.79	-2 215 008	+4 927 379
4	3 808.56	4 829.33	+909.62	+1 210.99	+4 392 855	+4612 128
5	3 077.61	5 108.73	+1 652.04	-121.56	+8 439 826	-374 114
6	2 156.52	4 707.77	+1 643.60	-1 151.49	+7 737 691	-2 483 211
7	1 434.01	3 957.24	+183.83	-1 709.97	+7 274 459	-2 452 114
8	1 972.69	2 997.80	-1 565.99	-957.24	-4 694 525	-1 888 338
1	3 000.00	3 000.00	$\Sigma+ 4 389.09$	$\Sigma+ 3 940.26$	$\Sigma+ 21 297 831$	$\Sigma+ 14 235 656$
			$\Sigma- 4 389.09$	$\Sigma- 3 940.26$	$\Sigma- 14 259 953$	$\Sigma- 7 197 777$
			0	0	2S = 7 037 878	2S= 7 037 879
					S = 3 518 939 м <sup>2</sup> = 351.89 га	

Параллельная палетка не имеет недостатков квадратной. На пластик наносятся параллельные линии через 2 мм.

Порядок измерения параллельной палеткой следующий. Палетка накладывается на контур (рис. 3) таким образом, чтобы две крайние точки (например, 1 и 16) разместились посередине между какими-либо линиями палетки.

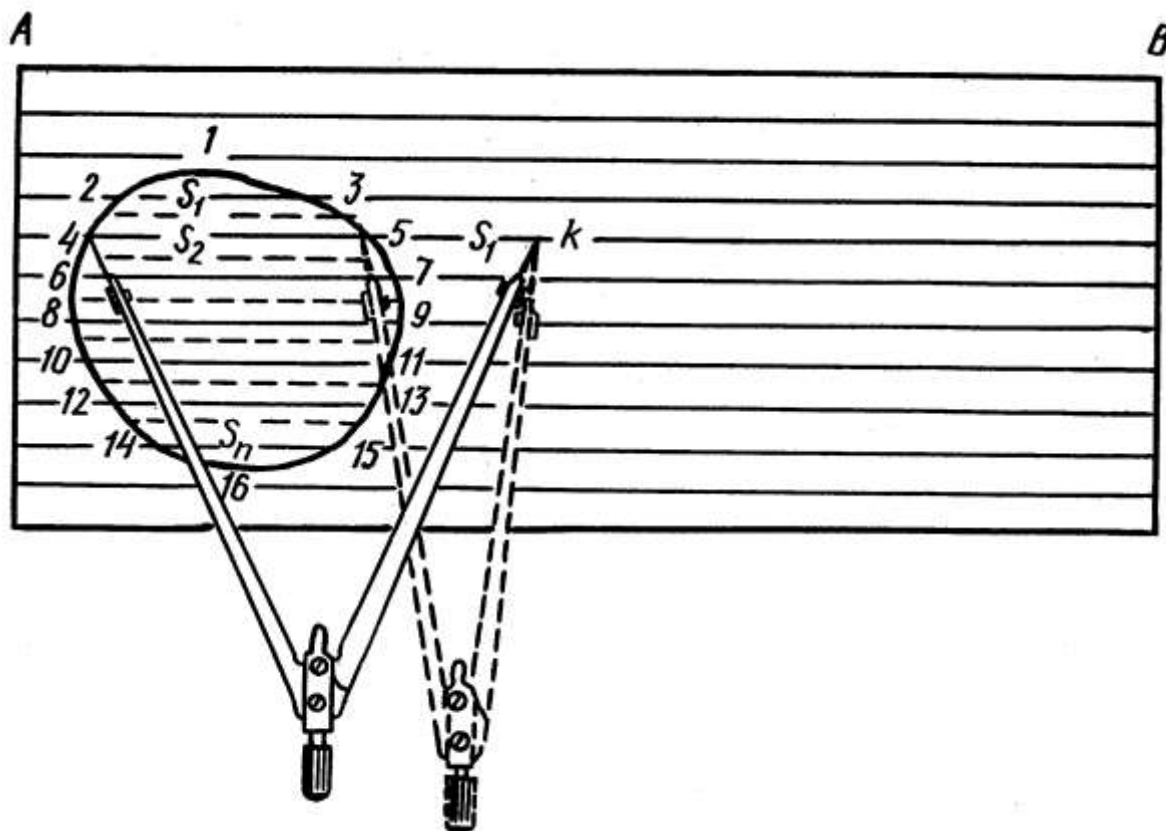


Рисунок 3 – Измерение параллельной палеткой

Соответственно, измеряемый контур делится линиями палетки на отдельные контуры, по форме близкие к трапеции. Основания трапеций показаны воображаемыми пунктирными линиями, а средняя линия трапеции будет показана сплошной чёрной линией палетки. Высоты трапеций соответственно равны расстоянию между линиями палетки, выраженному в метрах с учётом масштаба.

Для определения площади контура определяют длину средних линий трапеций. В раствор циркуля-измерителя берётся отрезок  $S_1$ , затем измеритель устанавливается справа на продолжении линии  $S_2$  в точки 5 и К. Левая ножка измерителя при неподвижной правой переносится в точку 4 и таким обра-

зом в растворе измерителя оказываются отрезки средних линий  $S_1$  и  $S_2$ . Аналогичные действия выполняют вплоть до включения отрезка  $S_n$ , заключённого между точками 14 и 15.

Затем по линейке поперечного масштаба определяется общая длина средних линий. Произведение суммы средних линий на высоту даст площадь контура в квадратных метрах, которую при необходимости далее выражают в гектарах.

Если длины палетки  $AB$  не хватает для измерения средних линий, то определение выполняется по частям.

На фабричной прямолинейной палетке (рис. 2) имеется номограмма линейного и поперечного масштаба для определения площади контуров по сумме длин средних линий.

Параллельной палеткой не рекомендуется определять площади больше **10 см<sup>2</sup> на плане или карте**.

Площадь протяжённого криволинейного объекта можно определить при помощи курвиметра (рис. 4). Прокатывая курвиметр по оси контура, получают его длину в сантиметрах. Затем определяют длину с учётом масштаба. Ширину определяют графически по карте или берут из абриса. Площадь определяется как произведение длины на ширину.



Рисунок 4 – Курвиметры

## Механический способ определения площади

В процессе измерения используются планиметры. *Планиметром* называется прибор, позволяющий путём обвода фигуры любой формы получить её площадь. Планиметры делятся на линейные и полярные.

*Линейные* – это планиметры, все точки которых, во время обвода контура подвижны (рис. 5). *Полярные* – планиметры, имеющие одну неподвижную точку, называемую полюсом (рис. 6).



Рисунок 5 – Линейный планиметр PLANIX 7



Рисунок 6 – Полярный планиметр Амслера

Наибольшее распространение получили полярные планиметры МИИЗ (рис. 7), ППМ (рис. 8), PLANIX 5. Они состоят из обводного и полюсного рычагов, интегрирующего колеса (счётного ролика), счётного механизма и полюса (иглы или груза). Рычаги соединены в корпусе счётного устройства.



*Рисунок 7 – Полярный планиметр МИИЗ*



*Рисунок 8 – Полярный планиметр ППМ*

Для лучшего сцепления счётного ролика с бумагой в процессе обвода на его ободок нанесены мелкие *рифельные штрихи*. Они направлены вдоль оси счётного ролика.

Механические планиметры считают площадь в единицах планиметра. *Наименьшее деление* составляет 1:1 000 окружности ободка счётного ролика. Электронные планиметры

считают в квадратных сантиметрах или квадратных дюймах. Более поздние модели могут считать и в других единицах измерений, которые задаются с клавиатуры прибора.

При этом *цена деления* механического планиметра – площадь местности, соответствующая одному делению планиметра, а электронного – площадь местности, соответствующая квадратному сантиметру или квадратному дюйму на плане.

В результате исследований планиметра PLANIX 5 на кафедре геодезии и картографии Красноярского ГАУ установлено, что не следует измерять площади менее  $2.5 \text{ см}^2$  на плане при счёте в квадратных дюймах и менее  $3 \text{ см}^2$  на плане при счёте в квадратных сантиметрах, так как ошибка измерения будет сопоставима с величиной площади контура, а относительная ошибка превысит допустимую величину  $1/200$ .

Площадь контура определяется не менее чем из двух обводов при одном положении полюса. Обвод можно осуществлять в положении полюса «лево» или «право».

При обводе контура соблюдают следующие условия:

1. Обвод выполняется по ходу часовой стрелки, при этом обводной индекс проходит точно по линии контура.
2. Индекс устанавливается на характерную точку на границе контура примерно в средней его части.
3. Угол между обводным и полюсным рычагом перед обводом должен быть близок к  $90^\circ$ .
4. Первоначальное направление движения обводного индекса предпочтительно должно быть перпендикулярно счётному ролику.
5. В процессе обвода угол между обводным и полюсным рычагом должен быть не менее  $30^\circ$  и не более  $150^\circ$ .
6. Интегрирующее колесо не должно сходить с листа плана.

## **Устройство планиметра PLANIX 5**

Электронный планиметр PLANIX 5 состоит из следующих элементов: полярного рычага, трассера, панели с функциональными клавишами и цифрового дисплея (рис. 9).

На рисунке 10 представлены функциональные клавиши, с помощью которых осуществляется работа прибора.

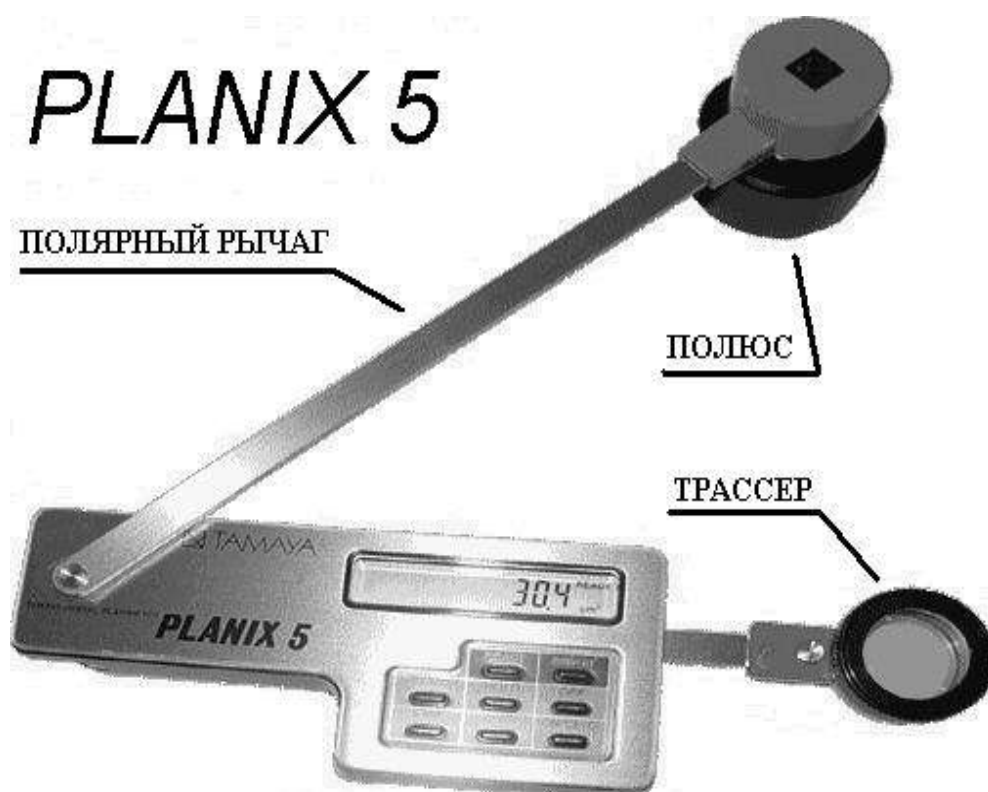


Рисунок 9 – Внешний вид планиметра PLANIX 5

#### Функциональные клавиши

“START” – готовность к началу измерений. На экране дисплея появляется “0”.

“HOLD” – фиксирование в памяти и на дисплее значения площади измеренной фигуры. При повторном нажатии этой клавиши можно продолжать измерения. При помощи этой клавиши производится накопление измерений.

“END” – используется для повторного измерения одной и той же площади с записью в память.

“AVER” – каждое измерение записывается в памяти нажатием клавиши “END” и вычисляется среднее значение нажатием клавиши “AVER”.

“ON / CE-C” – включение питания / Одно нажатие клавиши удаляет полученное значение с дисплея, а второе нажатие очищает память.

“OFF” – выключение питания.

“READY” – если на приборе появляются символы “READY cm<sup>2</sup>” или “READY in<sup>2</sup>”, это означает, что прибор находится в



режиме готовности. В противном случае нажимайте клавишу “READY” до тех пор, пока на дисплее не отобразится символ “READY”.

“cm<sup>2</sup> (in<sup>2</sup>)” – выбор метрической или английской систем измерений. Если на дисплее не отобразился символ, нажмите клавишу “READY”.

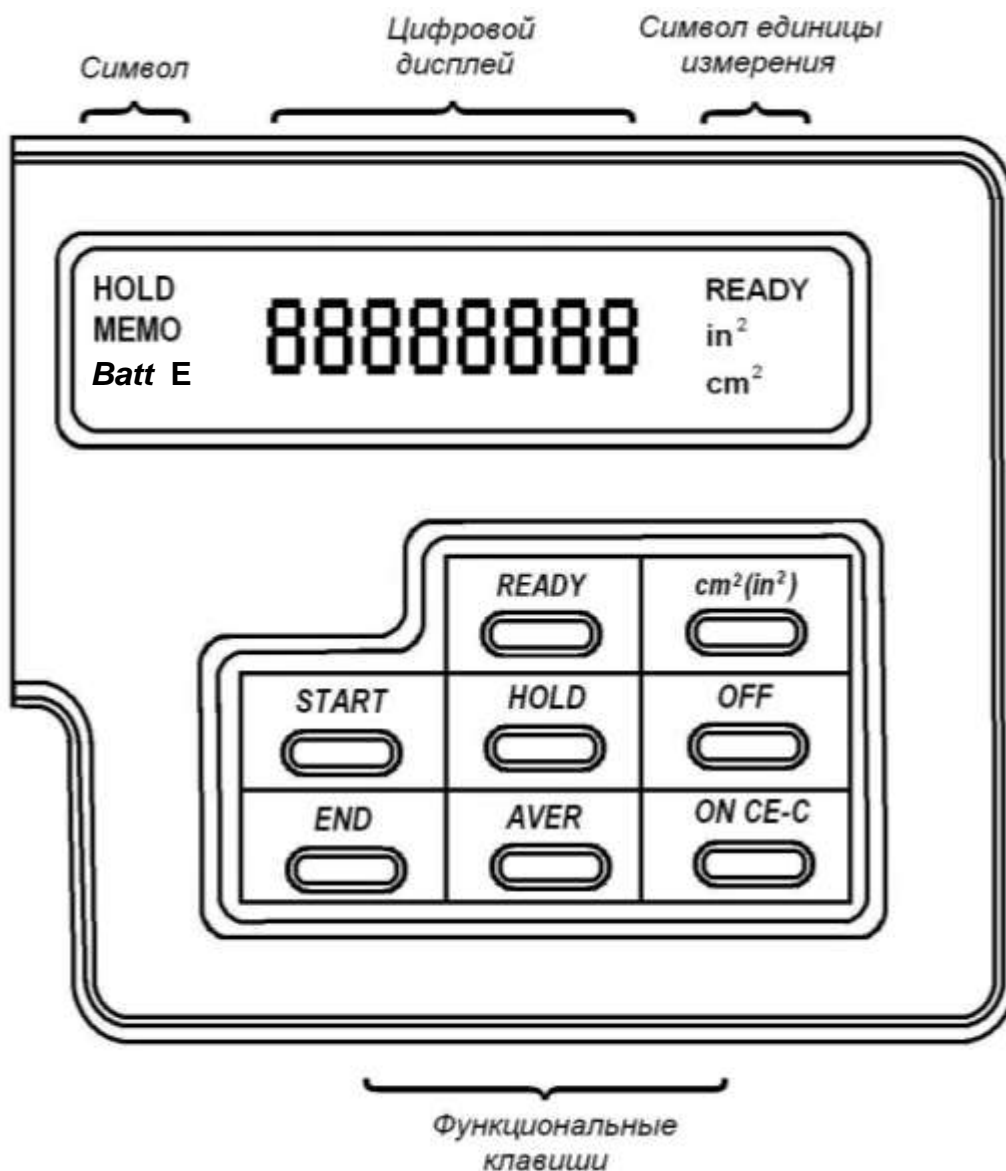


Рисунок 10 – Функциональные клавиши

### Символы

“HOLD” – клавиша “HOLD” нажата, и площадь обведённого участка зафиксирована.

“MEMO” – клавиша “END” нажата, и площадь участка сохранена в памяти прибора.

“Batt” – низкий уровень заряда аккумулятора.

E – указывает:

1) на выход числа за пределы дисплея (более восьми разрядов);

2) клавиша “END” была нажата более девяти раз в процессе вычисления среднего значения. Допускается только девять нажатий этой клавиши.

cm<sup>2</sup> – указывает на метрическую систему измерений (см<sup>2</sup>).

in<sup>2</sup> – указывает на английскую систему измерений (кв. дюйм), которые выбирают клавишей “cm<sup>2</sup> (in<sup>2</sup>)”.

## Устройство планиметра PLANIX 7

Электронный линейный планиметр PLANIX 7 вместо полюсного рычага и полюса имеет подвижный роликовый механизм, цифровой дисплей с большим количеством символов и расширенную панель с функциональными клавишами (рис. 11).

На рисунке 12 представлены функциональные клавиши, с помощью которых осуществляется работа прибора.

*Функциональные клавиши*

“START” – готовность к началу измерений. На экране дисплея отображается “0”.

“HOLD” – фиксирование в памяти значения площади измеренной фигуры. При повторном нажатии этой клавиши можно продолжать измерения. При помощи этой клавиши производится накопление измерений.

“END” – используется для повторного измерения одной и той же площади с записью в память.

“AVER” – каждое измерение записывается в памяти нажатием клавиши “END” и вычисляется среднее значение из выполненных измерений нажатием клавиши “AVER”.

“ON / C” – включение питания / Очистка памяти или площади измеренной фигуры.

“OFF” – выключение питания.

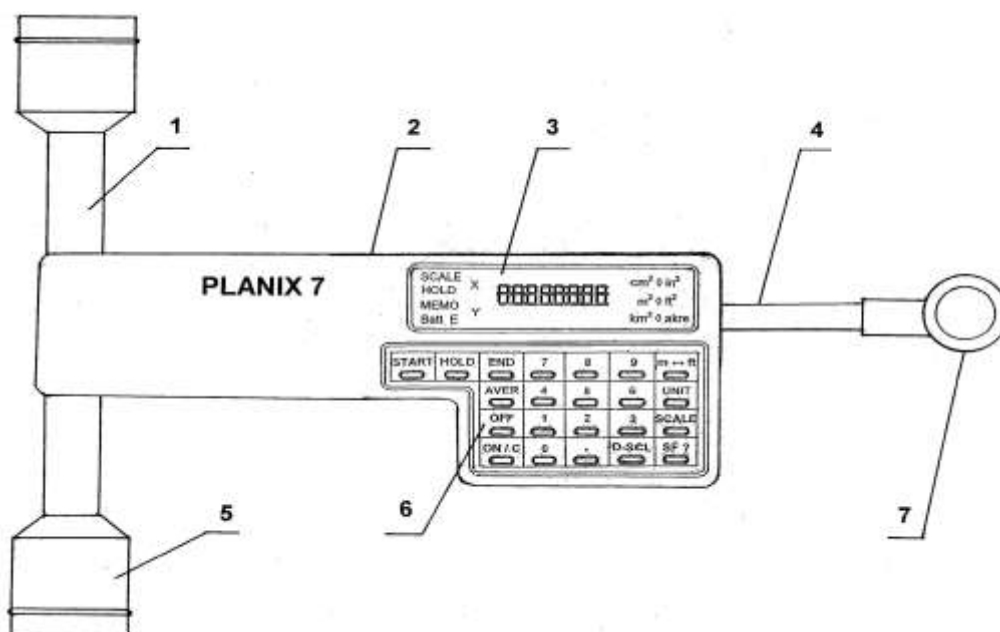
“0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, .” – цифровые клавиши.

“m ↔ ft” – выбор метрической или английской системы измерений.

“UNIT” – отображение выбранных единиц измерения: см<sup>2</sup>, м<sup>2</sup>, км<sup>2</sup> в метрической системе измерений и квадратных дюймов

(in<sup>2</sup>), квадратных футов (ft<sup>2</sup>) и акров (acre) в английской системе измерений. В любом случае может быть выбран режим импульсного счёта.

а



б

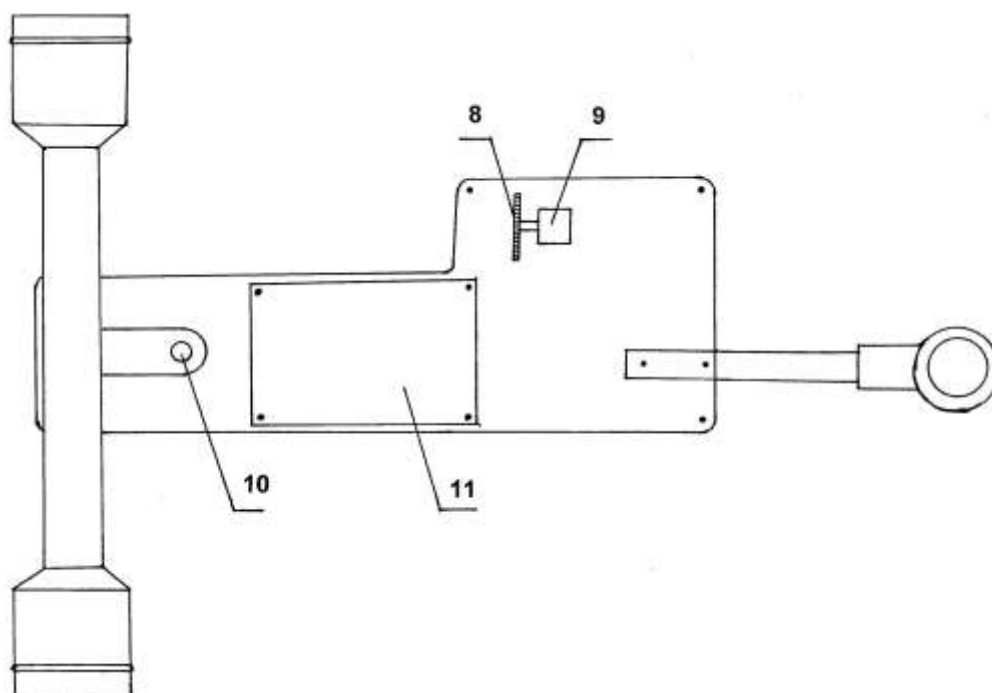


Рисунок 11 – Внешний вид планиметра PLANIX 7:

- а – вид сверху: 1 – роликовый механизм; 2 – штепсельный разъём;
- 3 – экран; 4 – ручка трассера; 5 – ролик; 6 – функциональные клавиши;
- 7 – линза трассера; б – вид снизу: 8 – интегрирующее колесо;
- 9 – головка интегрирующего колеса; 10 – соединение роликового механизма и корпуса; 11 – NiCd аккумуляторные батареи (под крышкой)

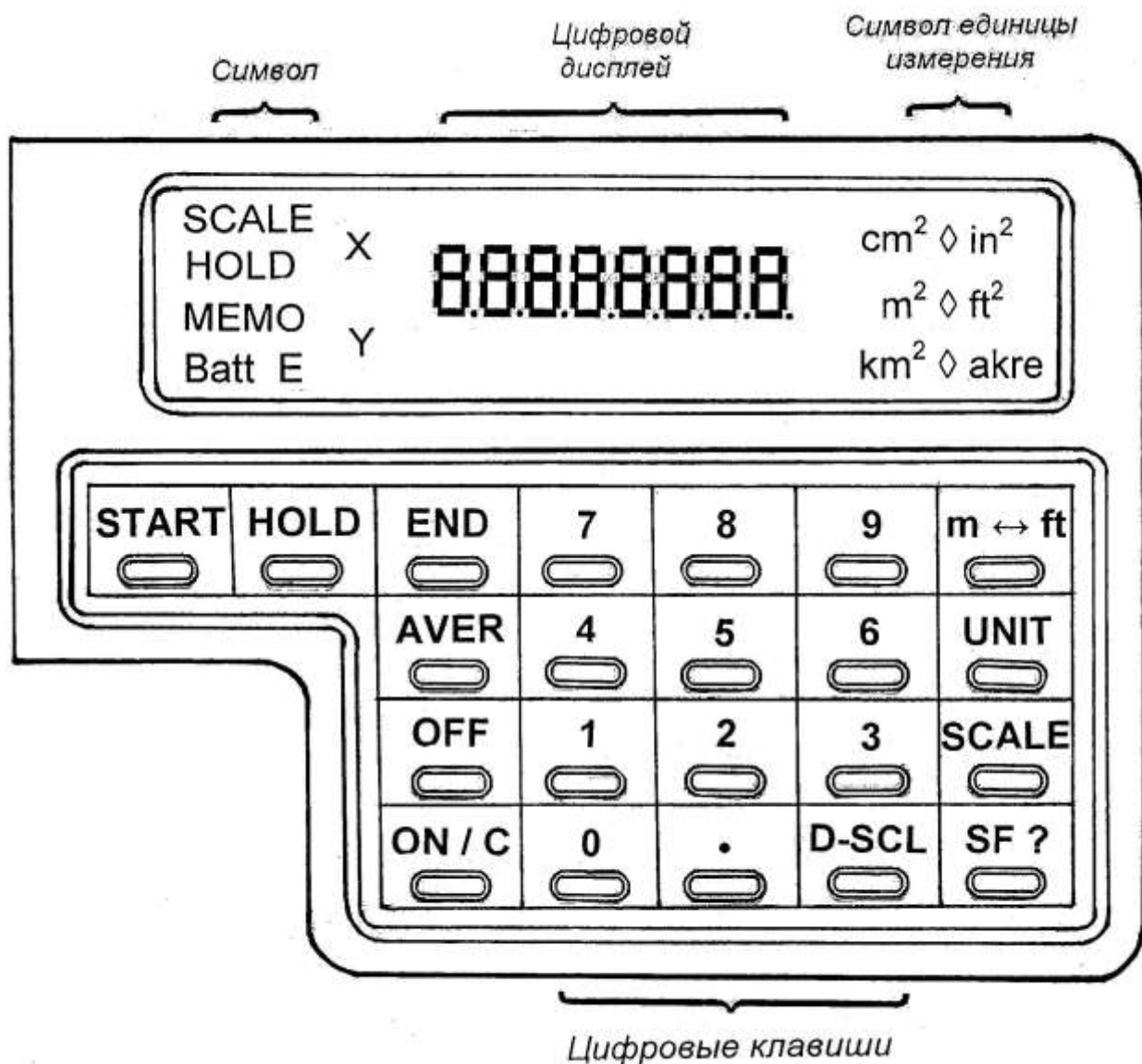


Рисунок 12 – Функциональные клавиши

“SCALE” – клавиша ввода масштаба.

“D-SCL” – клавиша ввода двойного масштаба.

“SF ?” – запрос масштабного коэффициента, когда масштаб карты 1/N и N сохранён в масштабе.

#### Символы

“SCALE” – отображает выбранный масштаб.

“HOLD” – указывает, что клавиша “HOLD” нажата и площадь обведённого участка зафиксирована.

“MEMO” – указывает, что клавиша “END” нажата, и площадь участка сохранена в памяти прибора.

“Batt” – указывает на низкий уровень заряда аккумулятора.

“E” – указывает:

1) на выход числа за пределы экрана (более восьми разрядов);

2) клавиша “END” была нажата более десяти раз в процессе вычисления среднего значения. Допускается только десять нажатий этой клавиши.

$\text{cm}^2 \blacklozenge \text{in}^2$       – отображение метрической системы ( $\text{cm}^2$ ,  $\text{m}^2$ ,  
 $\text{m}^2 \blacklozenge \text{ft}^2$        $\text{km}^2$ ) или английской системы (кв. дюйм, кв.  
 $\text{km}^2 \blacklozenge \text{acre}$       фут, акр), выбираемое клавишей “m ↔ ft”

$\blacklozenge$  – отображение единицы измерения, которая выбирается клавишей “UNIT”. Единица измерения не отображается в режиме пульсирующего счёта.

“X” – при нажатии клавиши “SF ?” значение коэффициента, записанного в память горизонтального масштаба, отображается с меткой X.

“Y” – при нажатии клавиши “SF ?” значение коэффициента, записанного в память вертикального масштаба, отображается с меткой Y.

Режимы измерения планиметром PLANIX 7 сходны с режимами измерения полярным планиметром PLANIX 5. Дополнительно PLANIX 7 позволяет выполнять измерения с различными масштабами и в различных единицах измерения.

## **Измерение площади контуров электронным планиметром PLANIX 5**

Работа планиметром осуществляется в следующем порядке:

1. *Подготовительные действия.* Расположите прибор таким образом, чтобы полярный рычаг и плечо трассера образовали прямой угол, а измеряющая точка трассера при этом находилась примерно на середине контура обводимого объекта.

2. *Включение.* Нажмите клавишу “ON / CE-C”. На экране дисплея появится “0”.

3. *Выбор метрической системы измерений.* С помощью клавиши “ $\text{cm}^2$  ( $\text{in}^2$ )” выберите и установите символ  $\text{cm}^2$ . На дисплее над символом  $\text{cm}^2$  появится символ “READY”. Если

этого не произойдёт, нажмите клавишу “READY” до тех пор, пока на дисплее не появится единица измерения.

4. *Отслеживание площади.* Отметьте начальную точку на контуре фигуры, площадь которой необходимо измерить. Установите на эту точку кружок линзы трассера обводным индексом. Нажмите клавишу “START”. При этом на экране дисплея появится “0”, а прибор подтвердит начало работы звуковым сигналом. Перемещайте трассер по контуру фигуры по направлению часовой стрелки от начальной точки. Во время перемещения по контуру фигуры на экране дисплея высвечиваются значения измерений.

5. *Сохранение в памяти значения измеренной площади фигуры с использованием клавиши “HOLD”.* Полученные значения измерений фиксируются на экране дисплея клавишей “HOLD”. В этом случае в левом углу экрана дисплея появляется символ HOLD. Это предотвращает неумышленную потерю результата в момент запоминания.

6. *Накопление измерений с помощью клавиши “HOLD”.* Клавиша “HOLD” может использоваться для накопления частей большой площади или измерения двух или более различных площадей методом накопления.

Для измерения и накопления нескольких площадей обведите первую площадь и нажмите клавишу “HOLD”, переставьте планиметр ко второму контуру и нажмите клавишу “HOLD”. Затем обведите вторую площадь и нажмите клавишу “HOLD”. Повторите эти действия для третьей, четвёртой площадей и т.д.

Для начала нового измерения в режиме накопления измерений после отмены второй или любой последующей функции “HOLD” нажмите на клавишу “HOLD”, возвратите трассер на первоначальную исходную точку и нажмите на клавишу “ON / CE-C”. После этого значение площади, зафиксированное в предыдущем измерении, появится на экране дисплея.

7. *Вывод средних значений измерений с использованием клавиши “AVER”.* Для получения наиболее достоверного результата одну и ту же площадь измеряют три раза и из этих измеренных значений вычисляют среднее.

Измерьте площадь, нажмите клавишу “END” и снова измерьте ту же площадь. Повторите эти действия несколько раз подряд, после каждого, нажимая клавишу “END”. Но не более девяти раз. В итоге, нажав клавишу “AVER”, получите среднее значение из всех выполненных измерений.

При нажатии клавиши “END” на экране дисплея появится “0”. Это значение не зафиксировано и изменяется при движении трассера. Если при помещении трассера на исходную точку показания дисплея стали отличными от “0”, то для проведения второго измерения нажмите на клавишу “ON/CE-C”, на экране дисплея появится “0”. При выполнении этого условия прежде чем будет нажата клавиша “END”, данные предыдущего измерения сохранятся, а экран дисплея очистится для продолжения измерений усредняемых значений.

То значение, которое считывается с цифрового дисплея планиметра, выражается в единицах планиметра. Цена деления определяется исходя из масштаба плана или карты. Например, для масштаба 1:10 000 в одном сантиметре 1 га.

Площадь контура вычисляется по формуле

$$S=C \cdot n, \quad (3)$$

где С – цена деления планиметра; га/единицу планиметра;  
n – отсчёт по планиметру.

### **Определение и увязка площадей контуров ситуации**

Площади землепользования хозяйств определяют аналитическим способом, если по их границам проложены теодолитные ходы или механическим при помощи планиметра. Площади контуров угодий определяют как правило планиметром. Для определения площади мелких контуров используют палетки, а вытянутых – курвиметры.

Если площадь землепользования имеет большое количество контуров, то ошибка при их измерении может превысить допустимую. Грубую ошибку в таком случае найти будет очень сложно. Поэтому площадь землепользования делят на несколько *секций*.

Площади секций определяют планиметром. Увязку площадей секций выполняют в общей площади земле-

пользования. Внутри каждой секции выполняется увязка контуров.

Площадь контура ситуации определяется как среднее значение из двух обводов при одном положении полюса, а площадь секции определяется как среднее значение измерения при двух положениях полюса и при двух обводах в каждом положении.

Допустимая невязка в площадях секций внутри землепользования:

$$fS_{\text{дон.}} \leq \frac{1}{500}, \text{ га.} \quad (4)$$

Допустимая невязка в площадях контуров внутри секций или небольшого землепользования:

$$fS_{\text{дон.}} \leq \frac{1}{200}, \text{ га.} \quad (5)$$

Площади узких вытянутых контуров (дороги, речки и т.д.) вычисляются как площадь прямоугольника, длина которого определяется по плану, а ширина – по плану или по промерам на основании абриса.

Площади узких контуров включают в площадь одного из соседних контуров. Площади вкрапленных контуров включают в площадь угодья, в которое они входят (рис. 13).

Результаты измерения записываются в ведомость определения площадей планиметром (табл. 2). При определении площадей угодий из площадей контуров исключается площадь вкраплений.

Если при определении площадей контуров невязка получается допустимой, то в площади контуров вводится поправка. Поправка вводится пропорционально площади контура, имеет знак обратный знаку невязки и определяется по формуле

$$\delta S_i = -\frac{\Delta S}{S_{\text{теор.}}} S_i, \quad (6)$$

где  $\delta S_i$  – поправка в площадь  $i$  контура, га;



$\Delta S$  – абсолютная невязка в площади землепользования или секции, га;

$$\Delta S = \sum S_{i \text{ нр.}} - S_{\text{теор.}}, \quad (7)$$

где  $\sum S_{i \text{ нр.}}$  – сумма площадей контуров внутри землепользования, полученная в результате определения планиметром или графически, га;

$S_{\text{теор.}}$  – площадь всего землепользования, определённая аналитически или механически, га;

$S_i$  – площадь  $i$  контура, для которого определяется поправка, га

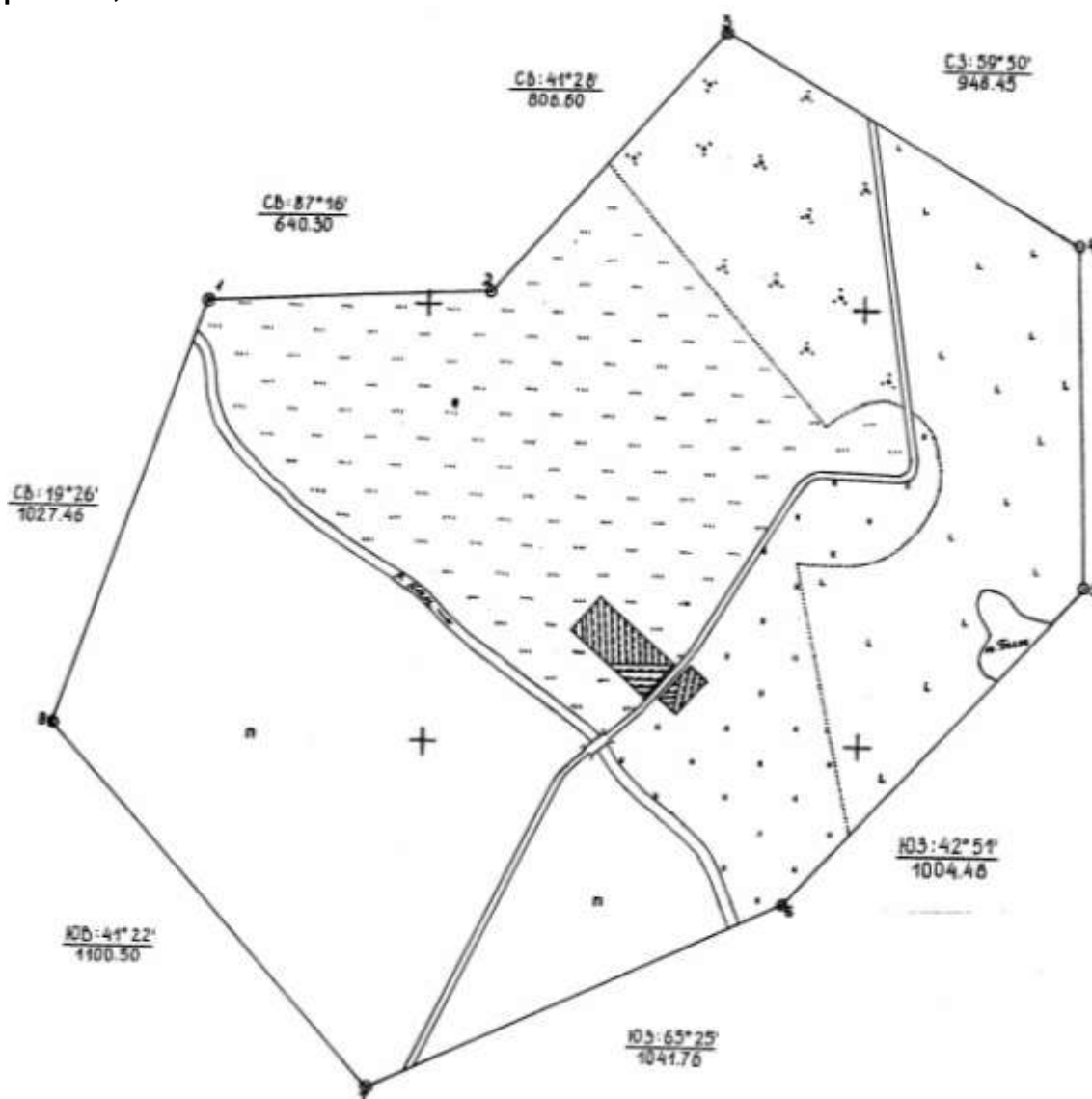


Рисунок 13 – Чертёж объекта недвижимости

Таблица 2 – Ведомость вычисления площадей объекта недвижимости

Объект – хозяйство «Кан»  
 Планиметр PLANIX 5 № 007547  
 Цена деления планиметра С = 1.00 га/см<sup>2</sup>  
 Масштаб плана 1:10 000

Номер контура	Название контура	Площадь по планиметру, см <sup>2</sup>	Средняя площадь по планиметру, см <sup>2</sup>	Площадь контура, га	Поправка, га	Увязанная площадь, га	Площадь вкраплён. контура, га	Площадь угодья, га
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Определение цены деления планиметра								
	Квадрат	100.0 100.0 100.0	100.0	100.0	$C = S/n = 100.0 : 100.0 = 1.00 \text{ га/см}^2$			
Определение площади контура								
1	Пашня с дорогой	121.8 121.8 121.9	121.83	121.83	-0.17	121.66	-1.26	120.40
2	Степь с усадьбой	100.4 100.2 100.3	100.3	100.30	-0.14	100.16	-2.30	97.86

Продолжение табл. 2

Номер контура	Название контура	Площадь по планиметру, см <sup>2</sup>	Средняя площадь по планиметру, см <sup>2</sup>	Площадь контура, га	Поправка, га	Увязанная площадь, га	Площадь вкрапленного контура, га	Площадь угодья, га	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
3	Луг с усадьбой	30.5 30.4 30.4	30.43	30.43	-0.04	30.39	-0.35	30.04	
4	Кустарник	33.0 33.0 33.1	33.03	33.03	-0.05	32.98		32.98	
5	Лес вырубленный	57.6 57.5 57.6	57.57	57.57	-0.08	57.49		57.49	
		Длина, м	Ширина, м						
6	Озеро	839	20	1.68		1.68		1.68	
7	Река	1900	25	4.75		4.75		4.75	
8	Дорога	1850	15	2.78		2.78	+1.26	4.04	
				S <sub>пр.</sub>	352.37	-0.48	351.89	+2.65	349.24
				S <sub>теор.</sub>	351.89		351.89		
				$\Delta S = S_{пр.} - S_{теор.}$	0.48		0		

26

$$\frac{\Delta S}{S_{теор.}} = \frac{0.48}{351.89} = \frac{1}{700}$$

$$fS_{дон.} \leq \frac{1}{200}$$

Окончание табл. 2

Номер контура	Название контура	Площадь по планиметру, см <sup>2</sup>	Средняя площадь по планиметру, см <sup>2</sup>	Площадь контура, га	Поправка, га	Увязанная площадь, га	Площадь вкрапленного контура, га	Площадь угодья, га
1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Длина, м	Ширина, м					
Определение площади вкрапленных контуров								
9	Дорога по пашне	850	15	1.26				–
10	Усадьба на степи	230	100	2.30				2.65
11	Усадьба на лугу	35	100	0.35				
$S_{\text{вкр.}}$				3.91	$S_{\text{уч.}}$			351.89

27

Вычислял студент ИЗКиП группы 3-32-18о

Донской Дмитрий Александрович  
Фамилия, имя, отчество

« 3 » декабря 2018 г.

Затем выполняется контроль:

$$\sum \delta S_i = -\Delta S, \text{ га.} \quad (8)$$

За счёт накопления ошибки в процессе округления это условие не всегда выполняется. В таком случае необходимо дополнительно исправить вычисленные значения поправок.

После введения поправок вычисляется увязанная площадь контуров по формуле

$$S_{i \text{ испр.}} = S_{i \text{ нр.}} + \delta S_i, \text{ га.} \quad (9)$$

Выполняется контроль увязанной площади контуров:

$$\sum S_{i \text{ испр.}} = S_{\text{теор.}}, \text{ га.} \quad (10)$$

Площади вкраплённых контуров определяют из имеющихся возможностей: по промерам из абриса или графически с плана при помощи курвиметра или палетки.

Затем из увязанной площади исключают площади вкраплённых контуров по формуле

$$S_{i \text{ угод.}} = S_{i \text{ испр.}} - \sum S_{\text{вкр.}}, \quad (11)$$

где  $S_i$  – площадь  $i$  угодья без учёта площади вкраплённых контуров, га;

$\sum S_{\text{вкр.}}$  – сумма площадей, вкраплённых в данное угодье контуров, га.

### Экспликация угодий

По результатам измерений и вычислений составляется экспликация по угодьям. По каждому угодью определяется сумма площадей всех контуров с такими угодьями (табл. 3). В экспликации учитываются все угодья, имеющиеся в составе объекта недвижимости. При необходимости экспликация выносится на чертёж. В этом случае в первой строке таблицы указывают наименование угодья, во второй – условный знак со всеми необходимыми поясняющими надписями и в третьей – площадь угодья.

Таблица 3 – Экспликация угодий

Наименование угодья	Площадь, га
Пашня	120.40
Степь	97.86
Луг	30.04
Кустарник	32.98
Лес вырубленный	57.49
Озеро	1.68
Река	4.75
Дорога	4.04
Усадьба	2.65
Итого	351.89

При использовании для данной расчётно-графической работы в качестве исходного картографического материала сельскохозяйственной карты экспликация примет вид, представленный в таблице.

Экспликация сельскохозяйственных угодий

Наименование угодья	Площадь, га
Всего	
1. Пашня	
2. Многолетние насаждения (сад)	
3. Сенокосы	
4. Пастбища	
В том числе болото	
Итого сельскохозяйственных угодий	
5. Лесов всего	
В том числе полевые защитные полосы	
6. Кустарники	
7. Под водой	
8. Под дорогами	
9. Под постройками	
10. Прочие	

Результаты определения площадей оформляются в стандартном виде. Форма титульного листа пояснительной записки выполненной работы приведена в приложении В.

## Контрольные вопросы

1. Из каких этапов состоит определение площадей объектов недвижимости?
2. Перечислите способы определения площадей.
3. Что положено в основу аналитического определения площадей?
4. Что положено в основу графоаналитического определения площадей?
5. Что положено в основу механического определения площадей?
6. Какой способ наиболее точен?
7. Какой способ наиболее распространён?
8. Назовите расчётные формулы для аналитического определения площадей.
9. Какова должна быть точность координат для аналитического определения площадей?
10. Какие виды палеток используют для графического определения площадей?
11. Что собой представляет прямолинейная палетка?
12. Что собой представляет параллельная палетка?
13. Что собой представляет квадратная палетка?
14. Как определить площадь параллельной палеткой?
15. Как определить площадь квадратной палеткой?
16. На чём основано определение площади параллельной палеткой?
17. Какое есть ограничение по размеру участка для определения площадей параллельной палеткой?
18. Какое есть ограничение по размеру участка для определения площадей квадратной палеткой?
19. Чем можно определить площадь протяжённого криволинейного контура?
20. Как определить площадь протяжённого криволинейного контура при помощи курвиметра?
21. Для чего применяется планиметр?
22. Какие бывают планиметры?
23. Какие планиметры называют линейными?
24. Какие планиметры называют полярными?
25. Из каких элементов состоит полярный планиметр?

26. Из каких элементов состоит линейный планиметр?
27. В каких единицах считают площадь механические планиметры?
28. В каких единицах считают площадь электронные планиметры?
29. Каково минимальное число обводов планиметром для определения площади контура?
30. Какие условия необходимо соблюдать при обводе контура?
31. В каком направлении осуществляется движение обводного индекса планиметра?
32. Какова минимальная и максимальная величина угла между полюсным и обводным рычагом?
33. Назовите ограничения в минимальных размерах контуров на плане для измерения планиметром PLANIX 5.
34. Каково устройство электронного планиметра PLANIX 5?
35. Каково устройство электронного планиметра PLANIX 7?
36. Назовите функции клавиш электронного планиметра PLANIX 5.
37. Назовите функции клавиш электронного планиметра PLANIX 7.
38. В каких режимах можно определять площадь электронным планиметром PLANIX 5?
39. В каких режимах можно определять площадь электронным планиметром PLANIX 7?
40. Как определяется площадь электронным планиметром PLANIX 5 в режиме накопления площадей?
41. Как определяется площадь электронным планиметром PLANIX 5 в режиме определения среднего значения размера площади?
42. В каких случаях площадь землепользования делят на секции?
43. Как выполняется увязка площадей контуров в секции?
44. Как выполняется увязка площадей секций в общей площади землепользования?
45. Сколько необходимо обводов для определения площади секции?
46. Какова допустимая невязка в площадях секций?
47. Какова допустимая невязка в площадях контуров?



48. В чём особенность определения площадей узких контуров?

49. В чём особенность определения площадей вкрапленных контуров?

50. Что собой представляет ведомость определения площадей планиметром?

51. Как определяется невязка в площади?

52. Как определяется поправка в контур?

53. Какой существует контроль в определении поправок?

54. Какой существует контроль для увязанных контуров?

55. Как определяется площадь контуров угоний имеющих вкрапленные контуры?

56. Что является результатом определения площади землепользования?

57. Что включает экспликация в тексте и на чертеже?

## ЛИТЕРАТУРА

1. Авакян, В.В. Прикладная геодезия: технологии инженерно-геодезических работ / В.В. Авакян. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. – 588 с.
2. Геодезия: учеб. для вузов / А.Г. Юнусов, А.Б. Беликов, В.Н. Баранов [и др.]. – М.: Академический проект; Трикста, 2015. – 411с.
3. Геодезия. Охрана труда при ведении топографо-геодезических работ: метод. указания к проведению учебных и производственных практик / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Т.Т. Миллер [и др.]; Красноярск. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 56 с.
4. Гиршберг, М.А. Геодезия: учеб. / М.А. Гиршберг. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. – 384 с.
5. Дьяков, Б.Н. Основы геодезии и топографии: учеб. пособие / Б.Н. Дьяков, В.Ф. Ковязин, А.Н. Соловьёв. – СПб.: Лань, 2011. – 272 с.
6. Золотова, Е.В. Геодезия с основами кадастра: учеб. для вузов / Е.В. Золотова, Р.Н. Скогорева. – М.: Академический Проект; Трикста, 2015. – 414 с.
7. Инженерная геодезия: учеб. / Е.Б. Ключин, М.И. Киселёв, Д.Ш. Михелёв [и др.]. – М.: Академия, 2010. – 496 с.
8. Инженерная геодезия: учеб. для вузов / под ред. А.Г. Парамонова. – М.: МАКС Пресс, 2014. – 368 с.
9. Инженерная геодезия и геоинформатика. Краткий курс: учеб. для вузов / под ред. В.А. Коугия. – СПб.: Лань, 2015. – 286 с.
10. Инструкция по топографической съёмке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 / ГУГК. – М.: Недра, 1985. – 152 с.
11. Киселёв, М.И. Геодезия: учеб. / М.И. Киселёв, Д.Ш. Михелёв. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2015. – 384 с.
12. Курошев, Г.Д. Геодезия и топография: учеб. для вузов / Г.Д. Курошев, Л.Е. Смирнов. – М.: Академия, 2006. – 176 с.
13. Маслов, А.В. Геодезия / А.В. Маслов, А.В. Гордеев, Ю.Г. Батраков. – М.: КолосС, 2006. – 598 с.
14. Михайлов, А.Ю. Инженерная геодезия в вопросах и ответах / А.Ю. Михайлов. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. – 200 с.

15. Неумывакин, Ю.К. Практикум по геодезии: учеб. пособие / Ю.К. Неумывакин. – М.: КолосС, 2008. – 318 с.
16. Первунин В.А. Картография: учеб.-метод. пособие / В.А. Первунин; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2009. – 130 с.
17. Перфилов, В.Ф. Геодезия: учеб. для вузов / В.Ф. Перфилов, Р.Н. Скогорева, Н.В. Усова. – М.: Высш. шк., 2006. – 350 с.
18. Поклад, Г.Г. Геодезия: учеб. пособие для вузов / Г.Г. Поклад, С.П. Гриднев. – М.: Академический Проект, 2013. – 539 с.
19. Правила по технике безопасности на топографо-геодезических работах: справ. пособие (ПТБ-88) / ГУГК. – М.: Недра, 1991. – 303 с.
20. Практикум по геодезии: учеб. пособие для вузов / под ред. Г.Г. Поклада. – М.: Академический Проект, 2015. – 487 с.
21. Пресняков, В.В. Современные топографо-геодезические методы определения площадей (территорий) на картах и планах / В.В. Пресняков. – Пенза: Изд-во ПГУАС, 2013. – 244 с.
22. Сафонов, А.Я. Топография: учеб. пособие / А.Я. Сафонов, К.Н. Шумаев, Т.Т. Миллер; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2014. – 222 с.
23. Справочник стандартных и употребляемых (распространённых) терминов по геодезии, картографии, топографии, геоинформационным системам, пространственным данным. – М.: Братишка, 2007. – 736 с.
24. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 / ГУГК. – М.: Недра, 1989. – 286 с.
25. Условные знаки для топографической карты масштаба 1:10 000 / ГУГК. – М.: Недра, 1977. – 143 с.
26. Уставич, Г.А. Геодезия: учеб. / Г.А. Уставич. – Новосибирск: Изд-во СГГА, 2012. – Кн. 1 – 352 с.
27. Уставич, Г.А. Геодезия: учеб. / Г.А. Уставич. – Новосибирск: Изд-во СГГА, 2014. – Кн. 2. – 536 с.
28. Фельдман В.Д. Основы инженерной геодезии: учеб. / В.Д. Фельдман, Д.Ш. Михелёв. – М.: Высш. шк., 2001. – 314 с.
29. Федеральный закон «О государственном кадастре недвижимости» от 24 июля 2007 г. № 221-ФЗ. – М., 2007.

30. Федотов, Г.А. Инженерная геодезия: учеб. для вузов / Г.А. Федотов. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 479 с.
31. Фокина, Л.А. Картография с основами топографии: учеб. пособие для вузов / Л.А. Фокина. – М.: Гуманитар. Изд. Центр ВЛАДОС, 2005. – 335 с.
32. Хохановская, В.И. Пособие по дешифрированию аэрокосмических снимков и таблицы условных знаков для целей создания планов и карт / В.И. Хохановская; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2009. – 163 с.
33. Чекалин, С.И. Основы картографии, топографии и инженерной геодезии: учеб. пособие для вузов / С.И. Чекалин. – М.: Академический Проект, 2009. – 393 с.
34. Шумаев, К.Н. Геодезия. Курс лекций: учеб. пособие / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов. – Красноярск: Гротеск, 2004. – 80 с.
35. Шумаев, К.Н. Геодезия. Линейный планиметр PLANIX 7: метод. указания к выполнению лаборатор. работ / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Т.Т. Миллер; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2013. – 30 с.
36. Шумаев, К.Н. Геодезия. Определение площади объекта недвижимости: метод. указания к выполнению расчётно-графической работы / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2013. – 36 с.
37. Шумаев, К.Н. Геодезия. Геодезические работы при ведении кадастра недвижимости: курс лекций / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2010. – 196 с.
38. Шумаев, К.Н. Геодезия. Топографо-геодезические работы в землеустройстве: учеб. пособие / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2009. – 180 с.
39. Шумаев, К.Н. Картография. Основы геометризации пространства: учеб. пособие / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2012. – 308 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение А

#### Формулы определения площадей некоторых геометрических фигур, наиболее часто используемые в геодезических расчётах

*Площадь треугольника (любой формы)*

$$S = \frac{ah}{2}$$

$$S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)} \quad (\text{формула Герона})$$

$$S = \frac{1}{2} \frac{a^2 \sin B \sin C}{p \sin(B+C)}$$

$$S = \frac{1}{2} a^2 \frac{\sin B \sin C}{\sin(A)}$$

$$S = \frac{1}{2} ab \sin C$$

$$S = \frac{a^2}{2(ctgB + tgC)}$$

где  $a, b, c$  – стороны треугольников;  
 $A, B, C$  – противолежащие им углы;  
 $h$  – высота треугольника;

$$p = \frac{a+b+c}{2}$$

*Площадь равнобедренного треугольника*

$$S = \frac{1}{2} a \sqrt{b^2 - \frac{a^2}{4}}$$

где  $a$  – основание;  
 $b$  – боковая сторона.

*Площадь равностороннего треугольника*

$$S = \frac{1}{4} a^2 \sqrt{3}$$

*Площадь прямоугольника*

$$S = ab$$

*Площадь четырёхугольника (по трём сторонам и двум углам, заключённым между ними)*

$$S = \frac{1}{2} \left[ ab \sin \alpha + bc \sin \beta + ac \sin (\alpha + \beta - 180^\circ) \right]$$

*Площадь трапеции (по основаниям a и b и углам A и B при основании b)*

$$S = \frac{1}{2} (a+b)h$$

$$S = \frac{a^2 + b^2}{2(\operatorname{ctg} A + \operatorname{ctg} B)}$$

$$S = ah - \frac{h^2(\operatorname{ctg} A + \operatorname{ctg} B)}{2}$$

**Тригонометрические функции, наиболее часто используемые в геодезических расчётах**

*Зависимость между тригонометрическими функциями*

$$\operatorname{tg} \alpha = \sin \alpha / \cos \alpha$$

$$\operatorname{ctg} \alpha = \cos \alpha / \sin \alpha$$

$$\sec \alpha = 1 / \cos \alpha$$

$$\operatorname{cosec} \alpha = 1 / \sin \alpha$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

$$\sin \alpha \cdot \operatorname{cosec} \alpha = 1$$

$$\cos \alpha \cdot \sec \alpha = 1$$

*Решение прямоугольных треугольников*

$$b = a \operatorname{tg} B$$

$$a = c \cdot \sin A = c \cdot \cos B$$

$$a / c = \sin A$$

$$a / c = \cos B$$

$$b = c \cdot \sin B = c \cdot \cos A$$

$$b / c = \sin B$$

$$b / c = \cos A$$

$$c = b / \sin B = a / \sin A$$

*Решение косоугольных треугольников (теорема синусов)*

$$a / \sin A = b / \sin B = c / \sin C$$

$$a = b \cdot \sin A / \sin B = c \cdot \sin A / \sin C,$$

где  $a, b, c$  – стороны треугольников ( $c$  – гипотенуза);  
 $A, B, C$  – противолежащие им углы.

*Решение косоугольных треугольников (теорема косинусов)*

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2 \cdot b \cdot c \cdot \cos A$$

$$b^2 = a^2 + c^2 - 2 \cdot a \cdot c \cdot \cos B$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2 \cdot a \cdot b \cdot \cos C$$

*Решение косоугольных треугольников (теорема тангенсов)*

$$\frac{a+b}{a-b} = \frac{\operatorname{tg} \frac{A+B}{2}}{\operatorname{tg} \frac{A-B}{2}} \quad (a \neq b)$$

$$(b+c) \cdot \sin \frac{A}{2} = a \cdot \cos \frac{B-C}{2}$$

$$(b-c) \cdot \cos \frac{A}{2} = a \cdot \sin \frac{B-C}{2}$$

$$\sin \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{(p-d)(p-c)}{b \cdot c}}$$

$$\cos \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{(p-a)}{b \cdot c}}$$

$$\operatorname{tg} \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{(p-b)(p-c)}{p(p-a)}}$$

$$p = \frac{a+b+c}{2}$$

$$\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha$$

$$\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha$$



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2 \operatorname{tg} \alpha}{1 - \operatorname{tg}^2 \alpha}$$

$$\operatorname{ctg} 2\alpha = \frac{\operatorname{ctg}^2 \alpha - 1}{2 \operatorname{ctg} \alpha}$$

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{1 - \cos \alpha}{2}}$$

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{1 + \cos \alpha}{2}}$$

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{\sin \alpha}{1 + \cos \alpha}$$

$$\operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} = \frac{1 + \cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha}$$

$$\operatorname{tg}(\alpha \pm \beta) = \frac{\operatorname{tg} \alpha \pm \operatorname{tg} \beta}{1 \mp \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta}$$

$$\operatorname{ctg}(\alpha \pm \beta) = \frac{\operatorname{ctg} \alpha \cdot \operatorname{ctg} \beta \mp 1}{\operatorname{ctg} \beta \pm \operatorname{ctg} \alpha}$$

$$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cdot \cos \beta \pm \cos \alpha \cdot \sin \beta$$

$$\cos(\alpha \pm \beta) = \cos \alpha \cdot \cos \beta \mp \sin \alpha \cdot \sin \beta$$

**Пример машинописного оформления титульного листа  
расчётно-графической работы**

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Красноярский государственный аграрный университет

КАФЕДРА ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ

**ЗАДАНИЕ 4**

**ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОДЕЗИИ**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ ОБЪЕКТА НЕДВИЖИМОСТИ**

Проверил

канд. техн. наук, доц. К.Н. Шумаев

Выполнил

ст-т ИЗКиП гр. 3-32-18о Д.А. Донской

Красноярск 2018

# **ГЕОДЕЗИЯ**

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ ОБЪЕКТА НЕДВИЖИМОСТИ И ЗЕМЕЛЬНЫХ УГОДИЙ**

*Методические указания  
к выполнению расчётно-графической работы*

Шумаев Константин Николаевич  
Сафонов Александр Яковлевич  
Горбунова Юлия Викторовна

Редактор Л.Э. Трибис

Санитарно-эпидемиологическое заключение № 24.49.04.953.П. 000381.09.03 от 25.09.2003 г.

Подписано в печать 6.03.2018. Формат 60×90/16. Бумага тип. № 1.

Печать – ризограф. Усл. печ. л. 3,0. Тираж 56 экз. Заказ № 50

Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного университета  
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117