

ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ

Геодезия

Методические указания к лабораторно-практическим занятиям, самостоятельной и контрольной работе студентов



Новосибирск 2022

УДК 528 (07)

ББК 26.12, Я7

Г -355

Составитель: к.т.н., доцент С.М. Тулиглович;

Рецензент: доцент кафедры ботаники и ландшафтной архитектуры, к. с.-х. н., Пальчикова Е.В.

Геодезия: методические указания к лабораторно-практическим занятиям, самостоятельной и контрольной работе студентов /Новосиб. ГАУ: С.М. Тулиглович. Новосибирск, 2022 – 52 с.

Методические указания к лабораторно-практическим занятиям, самостоятельной и контрольной работе студентов по дисциплинам Геодезия и Землеустройство; Инженерная геодезия; Геодезия с основами землеустройства.

Предназначены для подготовки студентов агрономического факультета по различным направлениям всех форм обучения. /Новосиб. ГАУ: С.М. Тулиглович. Новосибирск, 2022 – 45 с.

Рекомендованы к изданию учебно-методическим советом агрономического факультета (протокол от 30.09. 2022 г. № 2)

Введение

Геодезия – обширная область знаний. В настоящее время геодезические измерения осуществляются на поверхности Земли, в её недрах, на море, в космосе. Она состоит из целого ряда научно -технических дисциплин решает следующие задачи:

- разработку новых методов и приборов для выполнения топографо-геодезических работ по созданию топографических и специальных (землеустроительных, кадастровых и др.) карт и планов;

- создание современных технологий производства геодезических работ при инженерных изысканиях, строительстве и эксплуатации инженерных сооружений; - разработку технологий информационного обеспечения землеустройства, кадастров и мониторинга земель достоверными геодезическими данными;

- разработку технологий информационного обеспечения землеустройства, кадастров и мониторинга земель достоверными геодезическими данными.

Методы геодезических работ, выполняемых при изысканиях, строительстве и эксплуатации инженерных сооружений, изучаются прикладной (инженерной геодезией).

На лабораторно – практических занятиях студенты должны овладеть масштабами, точностью угловых и линейных геодезических измерений;

уметь составлять топографические планы, вычислять площади земельных участков;

освоить и закрепить навыки ориентирования на плане и карте, научиться читать ситуацию и рельеф местности;

владеть разбивкой пикетажа и выносом на местность планового положения точек сооружений.

Студенты выполняют контрольную работу (приложение 1–3).

Вариант задания определяют по двум последним цифрам шифра (по номеру зачётной книжки).

Задание 1. Виды масштабов и их точность

1. Вычертить линейный и поперечный масштабы.
2. Отложить с их помощью несколько отрезков горизонтальных проложений линий местности.

Масштабом называется степень уменьшения горизонтальных проложений линий на местности при изображении их на плане, карте или профиле. Масштаб выражается отношением длины линии на плане к длине горизонтальной проекции линии, измеренной на местности. Масштабы бывают численные, линейные и поперечные.

Численный масштаб выражается аликвотной дробью $1/m$ ($1:M$), числитель которой равен единице, а знаменатель – числу, показывающему, во сколько раз уменьшены горизонтальные проложения линий местности. Чем больше знаменатель M , тем меньше масштаб и наоборот, чем меньше знаменатель, тем масштаб крупнее. При масштабе $1:1000$ уменьшение производится в 1000 раз, а $1:10000$ – в 10000 раз, т.е. более мелким является масштаб $1:10000$. Чтобы отложить линию местности в заданном масштабе, следует разделить её величину на знаменатель масштаба M . При решении обратной задачи – определение горизонтального проложения линии местности, соответствующего длине отрезка на плане – следует умножить величину отрезка на M .

Пример 1. Горизонтальное проложение линии, измеренной на местности d' , равно 254м. Определить, чему равна длина линии на плане (d), если его масштаб равен $1:10000$.

$$d = 254\text{м} : 10000 = 25400\text{см} : 10000 = 2,54\text{см}$$

Пример 2. Отрезок, измеренный на плане масштаба $1:5000$, равен 3,4см. определить длину горизонтального проложения этой линии на местности (d').

$$d' = 3,4\text{см} \cdot 5000 = 17000\text{см} = 170\text{м}$$

Таким образом, при использовании численного масштаба приходится производить вычисления, что при больших объёмах работ потребует значительной затраты времени, поэтому чаще пользуются графическими построениями – линейным и поперечным масштабом.

Линейный масштаб. Для построения его на прямой линии откладывают отрезок длиной α , называемый основанием масштаба. Первое основание слева обычно делят на 10 частей (при основании α , равном 2см, линейный масштаб называют нормальным). В конце первого основания ставят нуль и производят оцифровку в соответствии с принятым масштабом. При масштабе 1:10000 нормальное основание будет соответствовать $2\text{см} \cdot 10000 = 200\text{м}$. Цена малого деления равна $200\text{м} : 10 = 20\text{м}$. Отрезок, отложенный на масштабе, равен $400\text{м} + 80\text{м} = 480\text{м}$ (рис.1).

Пример. Чтобы отложить в том же масштабе отрезок 642м, нужно одну иглу измерителя установить на 600м, а вторую передвинуть на два деления влево от 0, получаем 640м; 2м получаем делением визуально отрезка малого деления, равного 20м (рис.1).

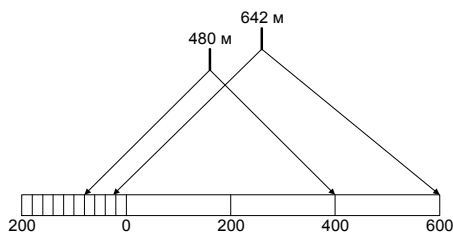


Рис.1. Линейный масштаб

Поперечный масштаб. Основание поперечного масштаба составляет 2см, его высота 2,5см. по высоте поперечный масштаб делят на 10 равных отрезков и через них проводят горизонтальные линии (рис.2).

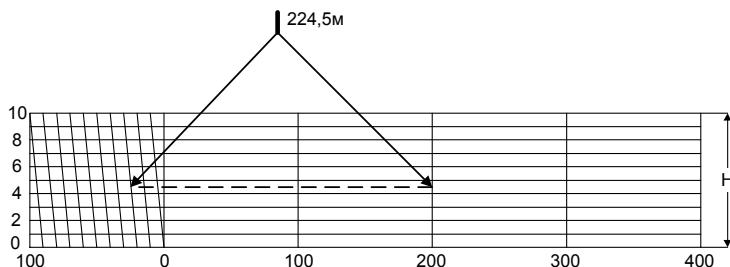


Рис.2. Поперечный масштаб

Первое основание (слева разбито внизу иверху на 10 или 5 частей. Нулевое деление основания внизу соединяется с первым делением вверху и т.д. В результате получается ряд наклонных параллельных линий, называемых *трансверсалиями*. Последние разбивают горизонтальные линии на равные отрезки по 2 мм (или по 4мм) и образуют с правой и левой стороны ряд подобных треугольников. Основание самого большого треугольника равно 2мм (или 4мм). Наименьшее деление нормального поперечного масштаба равно 0,2мм, что составляет одну сотую часть основания.

Если основание α разбито на m делений, а по высоте H разделено на n , то величина наименьшего деления определяется по формуле:

$$t = \frac{\alpha}{m \cdot n}, \quad (1)$$

обычно $m = n = 10$.

Такой поперечный масштаб называют сотенным.

Графическая точность поперечного масштаба равна половине наименьшего деления $\frac{x}{2} = 0,1_{мм}$. Отрезки меньше 0,1 мм невооружённый глаз человека не различает. Величина 0,1 мм, равная уколу измерителя, является графической точностью поперечного масштаба.

Чтобы отложить с помощью поперечного масштаба отрезки прямой, необходимо вначале определить, чему равно в принятом масштабе основание, десятая и сотая части основания, а также точность данного масштаба.

Точностью масштаба называется длина линии на местности, соответствующая на плане 0,1 мм.

При численном масштабе 1:5000 в 1 см – 50 м, в основании – 100 м, в $\frac{1}{10}$ основания – 10 м, в наименьшем делении – 1 м, точность масштаба – 0,5 м. С изменением масштаба точность соответственно изменяется.

Чтобы отложить в принятом масштабе 1:5000 отрезок линии, равный 224,5 м, достаточно установить одну ножку измерителя на второе деление основания масштаба (200 м), а левую – на второй отрезок основания (20 м), затем передвинуть измеритель вверх по трансверсали между 4-й и 5-й горизонталями. При этом величина отрезка увеличивается ещё на 4,5 м и получим длину отрезка, равную 224,5 м (см.рис.2).

Задание выполняют карандашом на листе чертёжной бумаги 20×30 см.

Вопросы для самопроверки и задачи

1. Что называется масштабом и какие масштабы называют численными?

2. Вычертить нормальный линейный масштаб (численный масштаб равен 1:2000) и отложить с его помощью линии длиной 100, 140, 344 м.

3. Определить, чему равно основание нормального линейного масштаба и его десятая часть при масштабе карты 1:25000.

4. Определить проложение линии на местности, если на плане масштаба 1:2000 измерены отрезки 12,2 см и 1,5 см.

5. Чему равны на плане масштаба 1:10000 горизонтальные проложения линий местности 430, 152 и 56 м?

Задание 2. Ориентирование линий и составление плана по румбам

1. Научиться ориентировать линии от исходного направления по азимутам, румбам и дирекционным углам.

2. Уяснить переход от одной системы углов к другой.

3. Составить план земельного участка по румбам

4. Выполнить привязку полигона:

а/аналитическим способом;

б/графическим способом.

Закрепление на местности границ землепользования является ответственным элементом полевых работ. Поэтому очень важно разобраться с углами ориентирования направлений.

В геодезии за начальное направление при ориентировании линий принимают истинный (географический) и магнитный меридианы, а также вертикальные линии координатной сетки карты.

От истинного меридиана отсчитывают истинные азимуты (A), а от магнитного – магнитные (A_m), от вертикальной линии координатной сетки – дирекционные углы (α). Все эти углы (рис.3) отсчитываются только от северного направления своей оси по ходу часовой стрелки от 0 до 360^0 .

Переход от одной системы углов к другой осуществляется при помощи зависимостей, показанных на рис.3:

$$A_m = A - \delta,$$

$$\alpha = A - \gamma,$$

$$A_m = \alpha - (\delta - \gamma),$$

где δ - магнитное склонение;

γ - сближение меридианов.

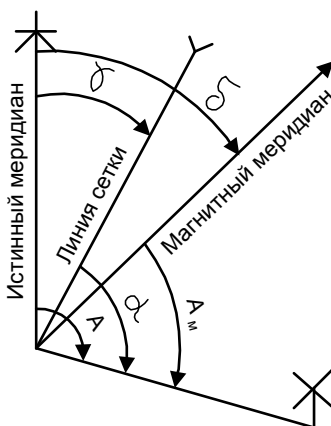


рис.3. Зависимость между азимутами
и дирекционными углами

Магнитным склонением называют угол между истинным и магнитным меридианами. Если магнитная стрелка (магнитный меридиан) отклоняется от истинного к западу, то магнитное склонение считают западным, или отрицательным, если к востоку – восточным или положительным. Величину годового изменения магнитного склонения показывают на топографических картах.

Сближением меридианов называют угол между истинным меридианом и вертикальной линией координатной сетки, если γ отсчитывается к западу – западное (отрицательное) сближение, к востоку – восточное (положительное). Его абсолютная величина постоянная в каждой точке, но изменяется в пределах шести градусной зоны от 0^0 до $\pm 3^0$ в зависимости от долготы и широты точки.

Азимуты и дирекционные углы, отличающиеся друг от друга на 180^0 , принято считать прямыми и обратными.

Если направление АВ считать прямым $\alpha_{AB} = \alpha_{пр.}$, то направление ВА будет обратным $\alpha_{BA} = \alpha_{обр.}$.

На рис. 4 видно, что

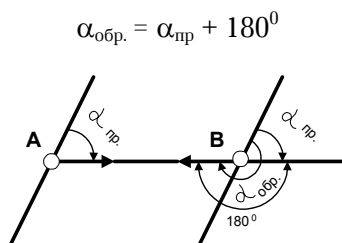


рис.4. Прямые и обратные дирекционные углы

При выполнении бусольных и теодолитных съёмок удобнее пользоваться румбами.

Румбы – это углы, отсчитываемые от северного или южного направлений меридиана по ходу или против хода часовой стрелки от 0 до 90^0 . Они обозначаются начальными буквами квадрантов горизонта: СВ, СЗ, ЮВ, ЮЗ (северо-восточный, северо-западный, и т.д.). Например, СВ: $35^050'$.

Прямой и обратный румбы равны по абсолютной величине, но противоположны по названию, например, если $r_{пр} = \text{СВ}:35^050'$, то $r_{обр.} = \text{ЮЗ}:35^050'$.

Зависимость между румбами и дирекционными углами (или азимутами) легко прослеживается на рис. 5.

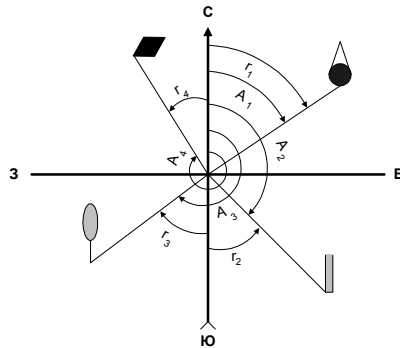


рис.5.Зависимость между румбами и азимутами

$$r_1 = A_1$$

$$r_2 = 180^0 - A_1$$

$$R_3 = A_3 - 180^0$$

$$R_4 = 360^0 - A_4$$

Формулы зависимости между системами углов заучивать не обязательно, так как их легко вывести из чертежа. Поэтому необходимо запомнить лишь определение углов.

Дирекционные углы и румбы лучше вычислять по чертежу (рис.6).

Даны: исходный дирекционный угол α_{1-2} и исправленные углы $\beta_1, \beta_2, \beta_3 \dots$

Дирекционный угол α_{2-1} является обратным дирекционному углу α_{1-2} , следовательно (см.рис.4)

$$\alpha_{2-1} = \alpha_{1-2} + 180^0$$

Определяемый дирекционный угол α_{2-3} можно вычислить как разность углов:

$$\alpha_{2-3} = \alpha_{2-1} - \beta_2 = \alpha_{1-2} + 180^0 - \beta_2$$

$$\alpha_{3-4} = \alpha_{2-3} + 180^0 - \beta_3$$

$$\alpha_{K-1} = \alpha_K + 180^\circ - \beta_{K+1},$$

где α_{K-1} и α_K – дирекционные углы последующего и данного представлений;

β_{K+1} – измеренный угол (правый по ходу) на последующей точке. Вычисленные дирекционные углы по формулам переводят в румбы (заменить азимуты A дирекционными углами α).

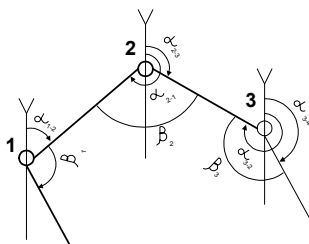


рис.6.Схема определения дирекционных углов

Составление плана по румбам.

По заданным румбам сторон полигона и длинам горизонтальных проложений линий полигона составляют план следующим образом.

Все направления линий откладывают относительно одной линии меридиана, используя транспортир, линейку, угольник и поперечный масштаб.

Порядок выполнения работы

Посередине листа следует прочертить вертикально линию меридиана и подписать сверху «север» (С), внизу «юг» (Ю).

Наметить точку 1 с учётом конфигурации участка так, чтобы весь полигон расположился на листе, пользуясь транспортиром, линейкой и угольником. Из неё проводят направление 1 – 2 с учётом величины и направления румба.

Транспортир прикладывают центром к линии меридиана и поворачивают в зависимости от величины румба и его направления (рис.7,а).

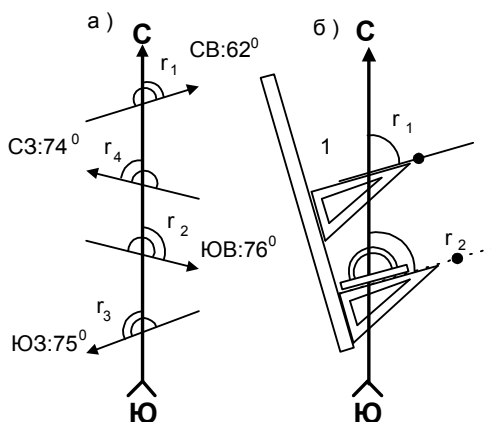


рис.7.Построение направления линий

по заданному румбу:

а) построение румбов;

б) перенесение линий параллельно

Направление переносят в точку 1 способом параллельных линий (рис.7,б), перемещая угольник по линейке.

На линии идущей из точки 1, откладывают измерителем величину 1-2 в масштабе плана.

Далее такие же действия производят для накладки точек 3,4,..., n. Предположим, что необходимо построить пятиугольник, тогда $n = 5$.

Получив точку 5, не следует соединять её с точкой 1, а произвести построение линии 5-1, аналогичное предыдущему.

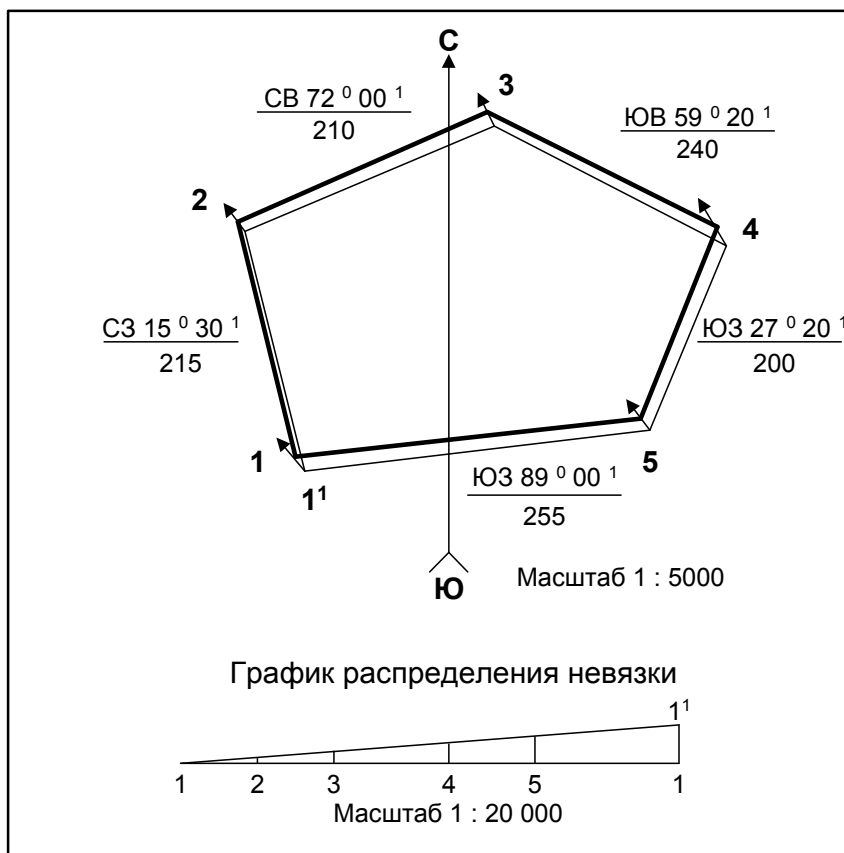


Рис.8. План полигона, составленный по румбам

В результате может получиться новая точка 1' (рис.8). отрезок 1–1' носит название *линейной невязки* (f), его величина определяется в метрах с учётом масштаба. Для определения допустимой невязки следует разделить $1-1' = f$ на периметр – P (сумму всех сторон полигона).

Невязка допустима, если относительная невязка

$$\frac{f}{p} \leq \frac{1}{200}$$

Если невязка недопустима, необходимо проверить длины линий полигона на плане, параллельные отрезку 1–1', и точность откладывания румбом на линиях, примерно перпендикулярных 1–1'.

Если линейная невязка полигона допустима, то её распределяют пропорционально длинам сторон полигона методом параллельных линий – аналитически или графически.

Пример. Измерены горизонтальные проложения линий полигона.

1–2	120м
2–3	280м
3–4	200м
4–5	300м
5–1	100м

$P = 120 + 280 + 200 + 300 + 100 = 1000\text{м}$. При построении получена невязка 4м.

$$\frac{f}{p} = \frac{4}{1000} = \frac{1}{250} \leq \frac{1}{200}$$

Следовательно, невязка допустима.

Аналитический способ

Определяют долю невязки, приходящуюся на каждые 100м периметра $\frac{4\text{м}}{10} = 0,4\text{м}$.

Далее распределяют невязку пропорционально числу сотен метров в каждой линии и определяют поправки на вершины полигона. Результаты вычисления сводят в табл.1.

Таблица1.

Таблица распределения невязки аналитическим путём

номер вершины	Длина линий полигона, сотни метров	Поправка на линии полигона, м	Поправка на вершины полигона, м
1	2	3	4
1	1,2	0,5	-
2	2,8	1,1	0,5
3	2,0	0,8	1,6
4	3,0	1,2	2,4
5	1,0	0,4	3,6
1			4,0
Итого		4,0	

Поправки на длины линий полигона получены следующим образом. Линия 1-2 длиной 120м или 1,2 сотни метров, поправка $1,2 \cdot 0,4 = 0,48 \approx 0,5$ м.

Поправки вводятся путём смещения вершин полигона, поэтому в графе 4 вычислены поправки на вершины полигона. Точка 1 не смещается, точка 2 смещается за счёт линии 1-2=120м на 0,5м, точка 3' за счёт 1-2 и 2-3 на $0,5 + 1,1 = 1,6$ м, точка 4' за счёт 1-2, 2-3 и 3-4 на $1,6 + 0,8 = 2,4$ м и т.д.

Графический способ

На горизонтальной линии откладывают в более мелком масштабе последовательно длины линий полигона: 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-1. В конечной точке восстанавливают перпендикуляр, на который откладывают величину абсолютной невязки (переносят измерением с

плана). Соединяют точку 1 с точкой 1' и проводят перпендикуляры через точки 2, 3, 4 и 5 (см. рис.8).

Увязка полигона

На плане соединяют точки 1' и 1 тонкой линией и продолжив её за точку 1, ставят стрелку в направлении от 1' к 1.

Через остальные вершины полигона проводят ряд параллельных линий со стрелками и на них откладывают поправки.

При аналитическом способе по направлению стрелок откладывают поправки на вершины полигона в масштабе плана.

При графическом – переносят измерителем отрезки 2-2', 3-3' и с графика на стрелки плана.

Соединяют последовательно полученные точки 1-2-3-4-5-1 и получают увязанный полигон.

При оформлении плана линии увязанного полигона обозначают цветной тушью.

Вопросы для самопроверки и задачи

1. Какое направление принимают за исходное при определении истинных и магнитных меридианов, дирекционных углов и румбов?
2. В каких пределах измеряются азимуты?
3. В каких пределах измеряются румбы?
4. Как вычислить истинный азимут, если магнитный азимут равен $58^{\circ}30'$ и угол склонения $\delta_B = 4^{\circ}$?
5. Как определяется относительная невязка?
6. Какие способы распределения невязки применяются?

Задание 3. Способы определения площадей земельных участков

1. Вычислить площадь полигона графическим способом.
2. Изучить устройство планиметра и особенности его работы.
3. Определить цену деления планиметра.
4. Вычислить площадь земельного участка планиметром.

В зависимости от хозяйственного назначения земельных участков, их местоположения, площади, наличия картографических материалов применяются следующие способы определения площадей: аналитический, графический, с помощью палеток и механический.

Аналитический способ

Площади земельных участков вычисляют по результатам измерений углов и линий непосредственно на местности или по их функциям (координаты, приращения координат).

Наиболее распространённым алгоритмом вычисления площадей земельных участков аналитическим способом является алгоритм вычисления площадей по координатам вершин. Выведем формулу определения площадей по координатам вершин участка.

$$2P = \sum_1^n y_i \cdot (x_{i-1} - x_{i+1}) \quad (2)$$

Следовательно, удвоенная площадь земельного участка равна сумме произведений ординаты каждой вершины на разность абсцисс предыдущей и последующих точек.

По аналогии с формулой (2) можно получить и другую формулу:

$$2P = \sum_1^n x_i \cdot (y_{i-1} - y_{i+1}) \quad (3)$$

Если внимательно посмотреть на разности в формулах (2) и (3), то можно получить контроль правильности вычисления площадей (только для замкнутого полигона):

$$\sum_1^n (x_{i-1} - x_{i+1}) = \sum_1^n (y_{i-1} - y_{i+1}) \quad (4)$$

Аналитический способ вычисления площадей по непосредственно измеренным величинам на местности или их функциям является наиболее точным, так как здесь присутствуют ошибки графических построений, присущие графическим методам определения площадей участков по планам или картам.

Графический способ определения площадей

Площади земельных участков вычисляются по результатам измерения углов и линий на планах или картах. При этом площадь участка разбивают на ряд простейших фигур (треугольник, прямоугольник, трапеция) и вычисляют искомую площадь как сумму площадей элементарных геометрических фигур:

$$\text{площадь прямоугольника } P = a \cdot b \quad (5)$$

$$\text{площадь трапеции } P = \frac{a+b}{2} \cdot h \quad (6)$$

Максимальная точность определения площадей получается при делении общей площади на треугольники.

Запишем возможные формулы вычисления площади треугольника:

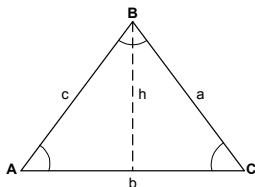


Рис.9.Обозначение углов и сторон треугольника

$$P = \frac{1}{2} b \cdot h \quad (7)$$

$$2P = b \cdot c \cdot \sin \alpha = a \cdot c \cdot \sin \beta = a \cdot b \cdot \sin \gamma \quad (8)$$

$$P = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)} \quad (9)$$

где p – полупериметр треугольника, т.е. $P = \frac{a+b+c}{2}$

Результаты вычисления сводят в табл.2.

Таблица 2

Определение площадей графическим способом

Номер фигуры	Номер измерения	Основание, м	Высота, м	Удвоенная площадь, га	Среднее значение удвоенной площади, га	Средняя площадь, га
1	1	550	270	14,85	14,86	7,43
	2	348	427	14,87		
2	1	396	480	19,00	18,90	9,45
	2	550	342	18,81		
3	1	366	432	15,81	15,96	7,98
	2	500	322	16,10		
Итого					ΣР=24,86	

Для контроля и повышения точности вычислений площадь каждого треугольника определяется два раза: по двум различным основаниям и высотам, затем берётся среднее значение, если расхождение между двумя определениями допустимое.

Допустимое расхождение определяется по формуле

$$\Delta P_{\Gamma A} = 0,04 \frac{M}{10000} \cdot \sqrt{P_{\Gamma A}}, \quad (10)$$

где М – знаменатель численного масштаба плана.

Измерение площадей с помощью палеток

Палетка представляет собой сетку квадратов, нанесённую с высокой точностью на целлулоиде, прозрачном пластике или на кальке. Размеры сторон квадратов составляют 1-5мм.

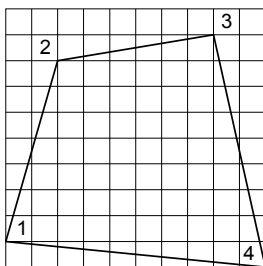


Рис.10.Определение площади полигона
квадратной палеткой

Площадь участка с учётом масштаба можно вычислить по формуле

$$P = n \cdot c \cdot M, \quad (11)$$

где M – знаменатель масштаба плана или карты;

n – число клеток, занимаемых участком;

c – цена деления одной клетки.

Площадь неполных клеток определяют на глаз.

Линейная (или параллельная) палетка представляет собой ряд параллельных линий, проведённых на прозрачной основе через 1-2мм. При использовании линейной палетки измеряемый контур располагается таким образом, чтобы крайние точки участка располагались посередине линий палетки (рис.11).

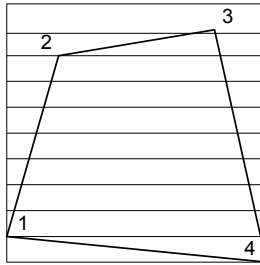


Рис.11. Определение площади полигона
параллельной палеткой

Общую площадь участка определяют как сумму площадей трапеций с одинаковой высотой

$$P = \sum_1^n n \cdot \left(\frac{a+b}{2} \right) \quad (12)$$

Точность однократного определения площадей квадратной или линейной палеткой вычисляют по формуле

$$m_p = 0,025 \frac{M}{10000} \cdot \sqrt{P_{гА}} \quad (13)$$

где М – знаменатель масштаба плана или карты.

Механический способ определения площадей

Для определения площадей механическим способом применяют специальный прибор – *планиметр*.

Полярный планиметр – состоит из двух рычагов: полярного и обводного, шарнирно соединённых между собой.

Полярный рычаг имеет грузик на конце, называемый полюсом; обводной рычаг имеет на одном конце счётный механизм, а на другом – обводной индекс – увеличительное стекло с точкой посередине круга. Длину обводного рычага можно менять в зависимости от – площади обводимой фигуры.

Счётный механизм планиметра состоит из циферблата и счётного ролика с верньером. Одно деление на циферблате соответствует обороту счётного ролика. Ролик разделён на 10 больших делений, каждое из которых разделено ещё на 10 частей. Десятые доли малого деления на счётном ролике оценивают по верньеру. Полный отсчёт по планиметру выражают четырёхзначным числом.

Первую цифру берут меньшую от указателя по циферблату, вторую и третью со счётного ролика – меньше от нуля верньера. Четвёртая цифра равна номеру штриха верньера, совпадающего с каким-либо штрихом счётного ролика. Полный отсчёт равен 3677 (рис.12).

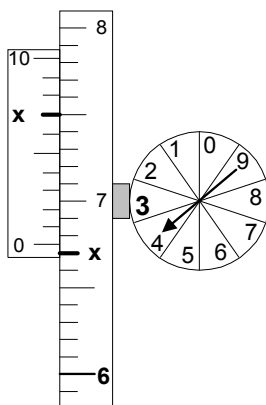


Рис.12.Счётный механизм планиметра

Для определения площади фигуры полюс Р ставят вне контура фигуры, а шпиль обводного рычага – в начальную точку обвода и записывают начальный отсчёт « m_1 » по счётному механизму, затем шпилем обводят контур фигуры по ходу часовой стрелки до начальной точки и записывают конечный отсчёт m_2 . Разность отсчётов $m_1 - m_2$ даёт площадь обведённой фигуры в делениях планиметра. Чтобы получить площадь фигуры, выраженную в гектарах (или квадратных километрах), нужно полученную разность отсчётов умножить на цену деления планиметра. Цена деления планиметра показывает число гектаров, соответствующее одному делению планиметра. Она зависит от длины обводного рычага и масштаба

плана. Таким образом, площадь, определяемую планиметром, вычисляют по формуле

$$P = c \cdot (m_1 - m_2)_{CP} \quad (14)$$

Для определения цены деления P планиметром обводят контур фигуры, площадь которого легко вычислить, например, квадрат координатной сетки на карте.

Цену деления определяют по формуле

$$C = \frac{P_{\text{известное}}}{m_2 - m_1} \quad (15)$$

Результаты вычисления сводят в табл.3.

Таблица 3

Определение цены деления
планиметра № 2385 R=160,6

Название обводной фигуры	Площадь, га	Начальный отсчёт, m_1	Конечный отсчёт, m_2	Разность отсчётов	Средняя разность отсчётов	Цена деления, га
Квадрат	100	2348	3351	1003	1002	0,0998
		3351	4352	1001		

Для повышения точности и исключения грубых ошибок измерений цену деления и площади определяют два раза с установкой полюса справа и слева от измеряемого участка. Расхождение разности отсчётов не должно превышать трёх делений планиметра.

Площади участков менее 2 см^2 измерять планиметром не рекомендуется.

Точность определения площадей планиметром можно вычислить по формуле (для площадей меньше 200 см² на плане или карте)

$$m_{P_{ГА}} = 0,7 \cdot C_{ГА} + 0,01 \cdot \frac{M}{10000} \cdot \sqrt{P_{ГА} + 0,0003 \cdot P_{ГА}}, \quad (16)$$

где $C_{ГА}$ – цена планиметра;

M – знаменатель масштаба карты или плана;

$P_{ГА}$ – площадь земельного участка.

Электронный способ определения площадей

Площадь участка определяют путём сканирования изображения участка на планово-картографическом материале электронным лучом.

Вопросы для самопроверки и задачи.

- 1.Какие способы используют для вычисления площадей земельных участков?
- 2.За счёт чего достигается точность определения площадей графическим способом?
- 3.Назначение планиметра и его устройство.
- 4.Как определить цену деления планиметра и что она показывает?
- 5.Как перевести в гектары площадь фигуры, выраженной в делениях планиметра?

Задание 4. Построить продольный профиль оросительного канала

- 1.Вычертить разрез земной поверхности по направлению канала.
- 2.Вычертить уклон профильной линии канала.
- 3.Показать профиль канала с учётом его глубины и уклона дна.

Профиль – это чертёж, на котором схематически изображён вертикальный разрез земной поверхности по линии нивелирования.

На профиль наносится проектная линия под заданным уклоном. Проектная линия показывает расположение поверхности проектируемого сооружения и по ней можно судить о высоте насыпей, глубине выемок.

Для большей наглядности продольного профиля вертикальный масштаб берётся в 10 раз крупнее горизонтального. В зависимости от вида и назначения профиля используются следующие 1:1000; 1:2000; 1:5000; 1:10000. Профиль лучше вычерчивать на миллиметровой бумаге размером 20х30 см.

Порядок выполнения задания

1.Построить профильную сетку с указанием номеров пикетов, расстояний и отметок поверхности земли. Длину сетки определяют по количеству пикетов (в пикете 100м) в зависимости от принятого горизонтального масштаба 1:2000 (рис.13).

2.В горизонтальном масштабе в графе «Расстояние» отложить все пикеты и плюсовые (промежуточные) точки по оси нивелирования, начиная от ПК-0.

Пример. В графе «Расстояние» от ПК-0 откладывают плюс 40м, т.е. 2см и прочерчивают вертикальную линию, а до ПК-1 откладывают все 100м, т.е. 5 см, и тоже прочерчивают вертикальную линию. Так прокладывают от пикета до пикета.

3.Номера пикетов вписать в соответствующую графу точно против ординат графы «Расстояние».

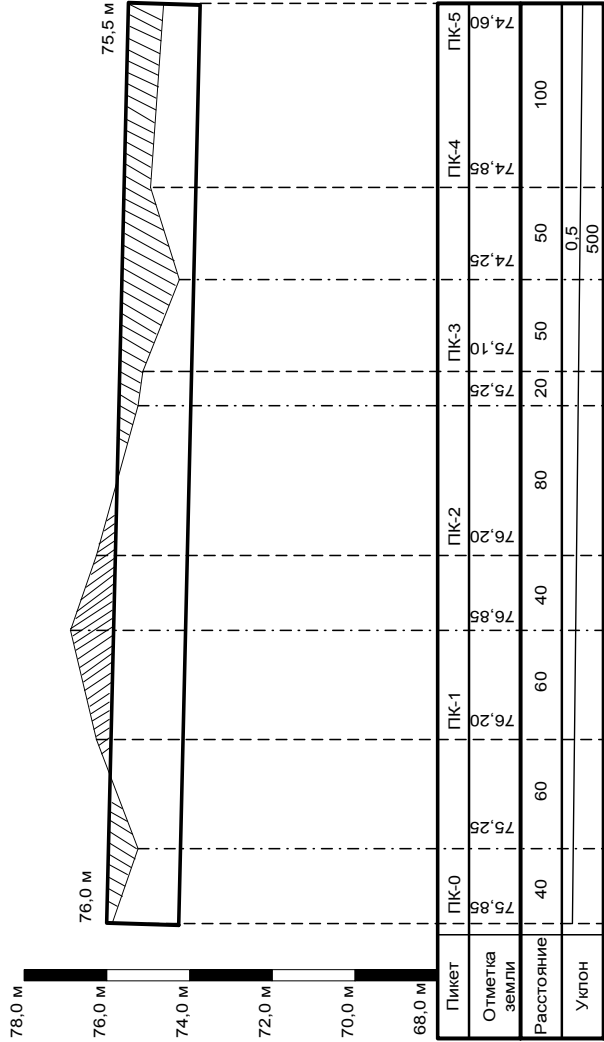
4.В графу «Отметка земной поверхности» вписать отметки пикетных и плюсовых точек, цифры расположить вертикально, точно против соответствующих ординат графы «Расстояние».

5.От верхней линии сетки по соответствующим ординатам отложить в вертикальном масштабе (1:200) отметки точек. Чтобы профиль разместился на бумаге, отметку верхней линии сетки принимают не за 0, а за условный горизонт, с таким расчётом, чтобы его отметка была ниже самой меньшей отметки на 10-12 м. В нашем примере самая меньшая отметка 74 м. Условный горизонт на 12 м меньше, т.е. 62 м. От условного горизонта отложить по вертикальным линиям миллиметровки отметки точек профиля и отметить карандашом точки. Полученные точки профиля соединяют прямыми линиями и получают разрез земной поверхности по направлению канала (рис.13).

Пример. Чтобы отложить отметку 75,85 м, нужно от условного горизонта с отметкой 62,0 м отложить вверх 13,85 м, что в масштабе 1:200 составит 69 м.

Оросительный канал представляет собой углубление в земле, как правило, трапецевидной формы. Глубину и ширину его определяют объёмом воды, которую он должен пропускать.

Чтобы канал работал, он должен иметь определённый уклон по дну. После построения продольного профиля наносят проектную линию, которая должна проходить под определённым, положительным или отрицательным, уклоном к построенной профильной линии, что в свою очередь, требует геометрического представления, что такое уклон и по каким данным он вычисляется.



Горизонтальный масштаб 1 : 2000

Вертикальный масштаб 1 : 100

рис.13.Продольный профиль оросительного канала

Вычисление уклона линии

Для определения уклона линии АВ (рис.14) необходимо иметь отметки начальной и конечной точек, т.е. H_A и H_B , а также горизонтальное проложение этой линии $AB=b$.

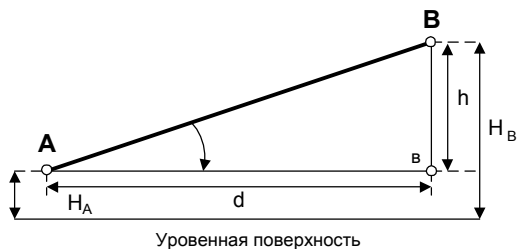


Рис.14. Уклон линии

Уклон линии соответствует тангенсу угла наклона между линией земной поверхности и её горизонтальной проекции. Как видно из рис. 13, уклон представляет собой отношения к горизонтальному проложению линии, или

$$i = \operatorname{tg} \alpha = \frac{H_B - H_A}{Ab} = \frac{h}{d} \quad (17)$$

где i – продольный уклон линии АВ;

α – угол наклона АВ к горизонту;

H_B – отметка конечной точки на линии АВ;

H_A – отметка начальной точки линии АВ;

h – превышение между точками А и В;

$Ab=d$ – горизонтальное проложение линии АВ.

Если известен уклон i и горизонтальное проложение d , то превышение между двумя точками можно получить, используя формулу (18):

$$i = \frac{h}{d} \quad (18)$$

$$h = i \cdot d$$

Следовательно, если проектная отметка (или отметка земли) предыдущей точки А известна (см. рис. 14), то проектную отметку (или отметку земли) предыдущей точки В вычисляют по формуле

$$H_B = H_A \pm d \text{ или } H_B = H_A \pm i \cdot d \quad (19)$$

Итак, отметка последующей точки равна отметке предыдущей точки, плюс или минус произведение уклона на горизонтальное проложение линии между этими точками.

Знак «плюс» берут в том случае, если проектная линия или линия земли идёт на подъём, а «минус» – под уклон.

Для самотечных каналов уклон принимается 0,001, что обеспечивает скорость течения воды 0,5-0,6 м/с, при которой отсутствуют заиление и размыв почвы.

Пример. Чтобы показать профиль канала с уклоном по дну $i = 0,001$ и глубиной 2 м, берут за начальную отметку канала $H_{ПК-0} = 76,0$, а за конечную – $H_{ПК-5}$. Тогда горизонтальное проложение $d = 500$ м и проектную отметку земли в ПК–5 вычисляют по формуле

$$H_{ПК-5} = 76,0 - 0,001 \cdot 500 = 75,5 \text{ м} \quad (19)$$

Отмечают эту отметку на ПК–5 и соединяют прямой линией с ПК–0. Затем показывают дно канала глубиной 2м по всей длине.

Глубину выемок и насыпи при строительстве показывают штриховкой по отношению к проектной линии (см. рис.13).

Вопросы для самопроверки и задачи

1. Что называется профилем?
2. Что называется отметкой точки?
3. Что называется превышением?
4. Вычислить проектную отметку H_2 , если $H_1=124,4$; $i=+0,005$; $d=100$ м.
5. Что называется уклоном и как его вычисляют?

Задание 5. Работа на топографической карте

1. Изучить зарамочные обозначения, условные знаки и содержание карты.

Картой называется уменьшенное и искажённое вследствие кривизны земли изображение на бумаге горизонтальной проекции всей земной поверхности или её значительной части, построенное по определённым математическим законам.

Листы карт издаются в единой системе разграфки и номенклатуры, представляют собой горизонтальную проекцию сфероидной проекции – определённого участка земной поверхности и ограничиваются рамками.

Рамки карт – это система линий, окаймляющих карту. Различают внутреннюю и внешнюю рамки (рис.15). Рамками топографических карт всех масштабов являются отрезки параллелей и меридианов. Географические координаты углов рамок каждого листа карты имеют надпись его долготы и широты.

Зарамочные оформления карты включают в себя сведения о средних склонениях магнитной стрелки и сближения меридианов для данного листа карты; численный и линейный масштабы; сечения рельефа (через, сколько метров проведены горизонталы); график заложения; период проведения съёмки, определяющий достоверность этих данных.

По содержанию карты делятся на *общегеографические* и *тематические*.

Изображения местности, ситуации на топографических картах ведутся в соответствии с принятыми условными знаками. Детальность изображения определяется масштабами и условиями производства (некоторые предметы изображаются условно).

Основными требованиями к изображениям являются достоверность, полнота и ясность изображения, точность, читаемость карты, её пригодность к использованию.

Чтобы научиться понимать содержание карты, необходимо хорошо знать условные знаки, которые бывают *контурные*, *внемасштабные* и *пояснительные*.

Контурные или **масштабные** условные знаки применяются для изображения довольно крупных объектов местности, ограниченных ясно выраженными контурами, размеры которых значительно превышают точность масштаба, например лес, луг, выгон и другие сельскохозяйственные угодья.

Внемасштабными условными знаками изображают мелкие предметы местности, которые ввиду их малых размеров нельзя показать в масштабе плана, например, геодезические пункты, мельницы, колодцы, дороги, линии связи и т.д.

Пояснительные условные знаки представляют собой различные надписи и цифровые данные, которые дают возможность определить по карте число домов в населённом пункте, породу леса, размер деревьев, длину моста и пр.

Студент должен в рабочей тетради зарисовать условные знаки основных сельскохозяйственных угодий. Для этого нужно расположить один под другим ряд прямоугольников 20х30 мм, внутри которых нанести условные обозначения и коротко характеризовать. При зарисовке пользоваться специальными плакатами и методическими указаниями условных знаков.

Названия сельскохозяйственных угодий: пашня, залежь, многолетние насаждения (сады и ягодники), сенокосы (чистые, закустаренные, заболоченные), пастбища (чистые, коренного улучшения), лес, полезащитные полосы, кустарники.

2.Определить географические координаты, точки заданной на карте.

Для определения координат любой точки служит вторая рамка, состоящая из двух параллельных линий, разделённых на минуты широты (по боковым сторонам) и долготы (по верхней и нижней сторонам) (рис.15).

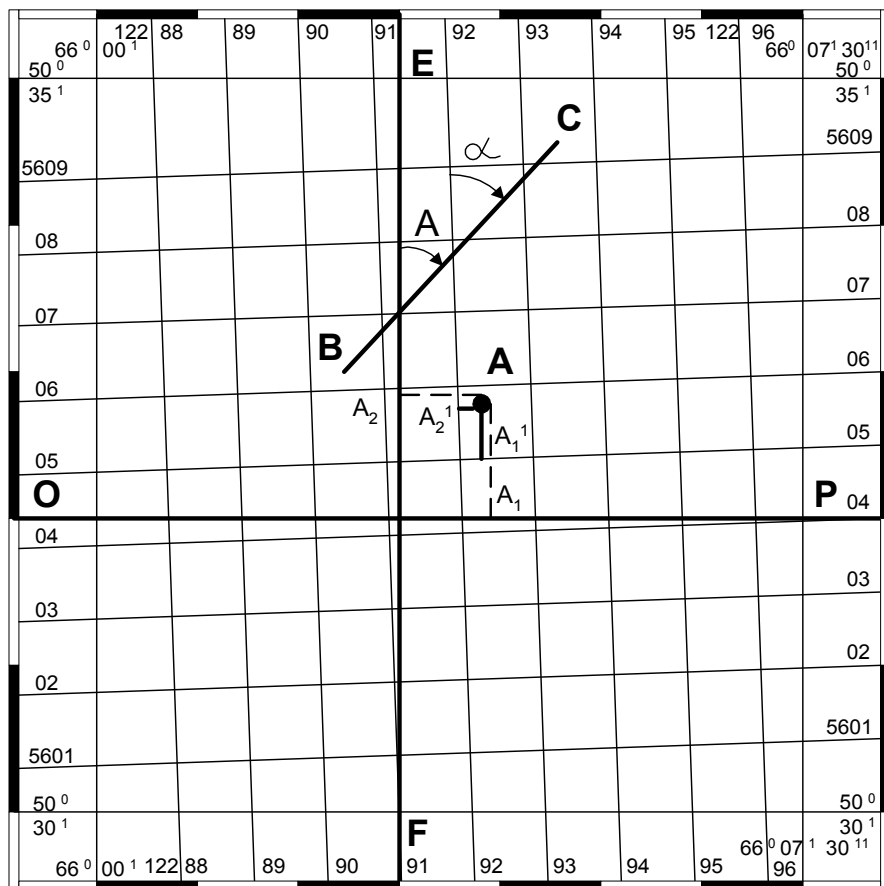


Рис.15. Определение координат точки,
дирекционного угла и азимута линии

Для определения географических координат точки А проводят на карте ближайшую к ней с юга параллель (соединив одноимённые минуты западной и восточной сторон рамки ОР и ближайший к ней с запада меридиан). Соединив одноимённые минуты северной и южной сторон EF, предварительно получим $\varphi = 50^{\circ}32'$, $\lambda = 66^{\circ}03'$.

Для определения десятых долей минут широты и долготы следует измерить в масштабах минутной рамки расстояния от точки А до проведённых параллели и меридиана, т.е. до точек A_1 и A_2 тогда $AA_1=0',75$; $AA_2=0',8$. Окончательно получим $\varphi = 50^{\circ}32'75$, $\lambda = 66^{\circ}03'8$ или $\varphi = 50^{\circ}32'45''$, $\lambda = 66^{\circ}03'50''$.

Для удобства пользования прямоугольными координатами на каждый лист топографической карты наносят сетку квадратов, образованных прямыми линиями, параллельными осями координат и проведёнными через определённое количество число километров. Координаты линий ближайших к углам подписывают полностью, остальные – сокращённо, последними двумя цифрами.

Для определения прямоугольных координат точки А по карте (рис.15) нужно измерить расстояние A'_1 и A'_2 до южной и западной сторон квадрата координатной сетки, в котором находится пункт А; в данном случае $A'_1=0,8\text{км}$, $A'_2=0,3\text{км}$, следовательно,

$$X=5605\text{км}+0,80\text{км}=5605,80\text{км}; Y=12292\text{км}+0,30\text{км}=12292,30\text{км}$$

3.Определить азимут и дирекционный угол, проведённый на карте.

Географическим (истинным) азимутом (А) называется угол, измеряемый по ходу часовой стрелки (от 0 до 360°) от северного направления географического меридиана, проходящего через заданную точку, до данного направления.

Дирекционным углом (α) называется угол, измеряемый по ходу часовой стрелки (от 0 до 360°) от северного направления осевого

меридиана или вертикальной линии координатной сетки до данного направления.

Для определения истинного азимута линии ВС (рис.15) необходимо провести через точку В направление истинного меридиана. Пользуясь минутными делениями северной и южной сторон рамки, проводят ближайший к точке В меридиан. На рис.15 проведён меридиан ЕF с долготой $\lambda = 66^{\circ}02'$. так как точка В находится недалеко от этого меридиана, то можно считать, что меридиан точки В параллелен проведённому меридиану. Тогда достаточно измерить на карте транспортиром угол А (рис.15), это и будет искомым азимутом A_{BC} .

4. Изучить рельеф местности и определить водосборную площадь.

На топографических картах рельеф местности изображают горизонталями.

Горизонталями называют линии на карте, соединяющие точки с одинаковыми высотами. Расстояние между соседними горизонталями по высоте называют *высотой сечения рельефа* (h), а горизонтальное расстояние в метрах между соседними горизонталями, измеренное на карте, называют *заложением* (a).

Если необходимо показать рельеф между горизонталями, то пунктирными линиями наносят полугоризонтالي с высотой сечения, уменьшенной в 2 раза. На горизонталях ставят бергштрихи (чёрточки), проведённые перпендикулярно горизонталям в направлении стока воды. Отметки горизонталей подписывают так, чтобы основание цифр было обращено к подошве ската.

Рельеф в природе состоит из различных сочетаний основных форм, которые имеют свои особенности.

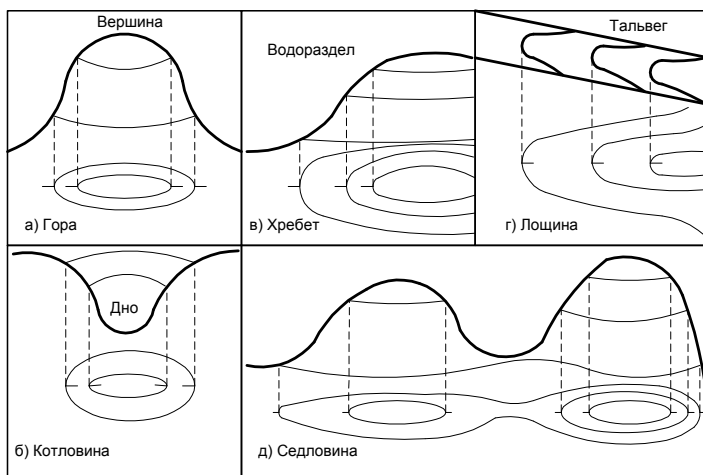


Рис.16.Изображение горизонталями
основных форм рельефа

Гора – куполообразная или конусообразная возвышенность; она изображается замкнутыми горизонталями, на которых бергштрихи направляют наружу (рис.16,а). самую высокую точку горы называют *вершиной*.

Котловина – это замкнутое углубление, которое изображается также замкнутыми горизонталями, бергштрихи на них направляют внутрь (рис.16,б). Самую низкую точку котловины называют *дном*.

Хребет – возвышение удлинённой формы. Оно изображается вытянутыми горизонталями (рис.16,в). линию, соединяющую наивысшие точки хребта, называют *водоразделом*.

Лощина – углубление вытянутой формы с постепенно понижающимся дном (рис.16,г). Линию, проходящую по самым низким точкам лощины, называют *тальвегом*.

Седловина – место, находящееся между двумя вершинами и двумя лощинами (рис.16,д).

Ознакомившись с изображением, основных форм рельефа, горизонталями, на карте по отметкам находят самые высокие и самые низкие места. Для створа, намеченного преподавателем, студент проводит водораздельную линию по самым высоким точкам рельефа. Она должна быть перпендикулярной к горизонталям и ограничивать *площадь водосбора* данной ложины или *водостока* (рис.17).

Водосборная площадь – часть территории земной поверхности, сток воды с которой (в форме осадков, полива) идёт в определённое место (водоём, балку, овраг). Её величину выражают в квадратных километрах.

Площадь бассейна измеряют либо палеткой, либо планиметром. Она позволяет рассчитывать мощность потока, которую необходимо, в свою очередь, знать для расчёта создаваемых на водостоках искусственных сооружений (плотин, дамб, мостов, водосточных труб и т.д.), что является предметом заботы мелиораторов и землеустроителей.

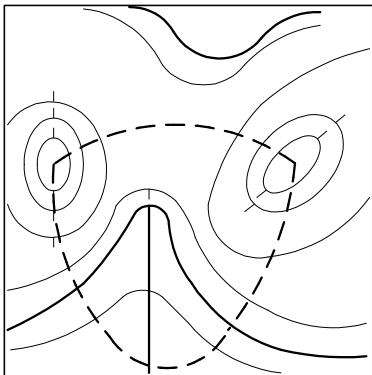


Рис.17.Определение границы водосборной площади

Направление стока воды следует знать агроному при обработке почвы, посеве сельскохозяйственных культур, внесении удобрений в условиях сложного рельефа и избыточного увлажнения.

5. Построить продольный профиль по линии АВ и определить уклоны.

Линия на карте, вдоль которой строится профиль, называется профильной. Построение продольного профиля ведут по форме профильной сетки смещения (зад.4).

В начале следует определить отметки всех горизонталей пересекаемых линией АВ и характерных точек, лежащих между горизонталями (рис.17), для получения отметки точки, лежащей между соседними горизонталями. Провести через эту точку заложение по кратчайшему расстоянию (перпендикулярно к горизонталям), затем измерить заложение и расстояние от данной точки до низшей горизонтали (миллиметрах). После этого определить отметку точки в долях от высоты сечения или по формуле

$$\Delta h = \frac{h}{d} \cdot f, \quad (20)$$

где Δh – превышение, м;

h – сечение горизонталей, м;

d – заложение, м;

f – длина отрезков от низшей горизонтали, м.

Далее следует перенести измерителем (если совпадают масштабы) все расстояния между точками с линии АВ (рис.18) на верхнюю линию профильной сетки (рис.19).

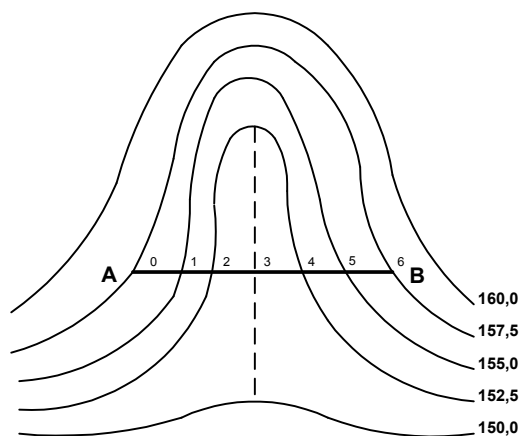


Рис.18.Определение отметок точек по линии АВ

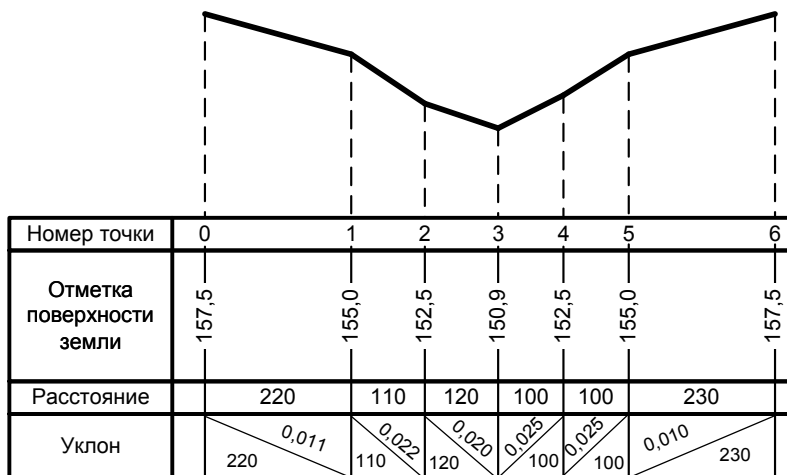


Рис.19.Продольный профиль лощины
составленный по линии АВ

Вычислить расстояние в метрах (с учётом масштаба) и вписать в графу «Расстояние».

В графу «Отметка поверхности земли» вписать отметки всех точек, лежащих на линии АВ. Цифры располагать вертикально, точно против соответствующих ординат.

Профиль строят от линии условного горизонта, отметку которого назначают в круглых десятках ниже самой низкой точки профильной сетки.

Для построения профиля нужно отложить от верхней линии сетки (условного горизонта) высоты точек в принятом вертикальном масштабе. Вертикальный масштаб принимают крупнее горизонтального обычно в 10 раз, чтобы характерные изменения рельефа были хорошо видны. Полученные точки соединяют по линейке и проводят ординаты до верхней линии сетки.

Уклоны по линиям профиля вычисляют по формуле (20).

Например, уклон между точками 1 и 2, 5 и 6, лежащими на двух соседних горизонталях, будет равен

$$i = \frac{h}{d}. \quad (21)$$

В графе «Уклон» на каждом участке следует провести линии. Показывающие общее направление склона и вписать вверх подсчитанный уклон, а внизу – протяжение участка.

Вопросы для самопроверки и задачи

1. Как определить географические и плоские прямоугольные координаты точки на карте?

2. Как определить азимут и дирекционный угол для заданной линии на карте?

3. Что такое горизонтали, высота сечения и заложения?

4. В какой последовательности строят продольный профиль по карте?

5. Что такое уклон местности?

6. Определить уклон, если высота сечения равна 2,5 м, а заложение – 500 м.

Задание 6. Проект внутрихозяйственного землеустройства сельскохозяйственного предприятия

1. Общие сведения.

2. Характеристика землепользования.

3. Размещение хозяйственного центра, производственных подразделений, дорожной сети и многолетних насаждений.

4. Устройство территории севооборотов, пастбищ и сенокосов.

Выполнение этого задания предусматривает анализ внутрихозяйственного землеустройства с учётом теоретического обеспечения. При этом следует дать определение землеустроительного проекта и его составных частей, а также порядок его составления; осуществления и использования.

Общие сведения и характеристика землепользования сельскохозяйственного предприятия берутся из «Системы земледелия и землеустройства», разработанной Гипроземом. При этом следует установить состав и соотношение земельных угодий.

Обратить внимание на устройство территории севооборотов с учётом размещения: полей и отдельно обрабатываемых участков, лесных полос, полевых дорог, гидротехнических сооружений и источников водоснабжения.

Использование площадей земельных угодий должно сочетаться с рельефом местности, экспозицией склонов, почвой, технологией возделывания сельскохозяйственных культур и применяемых машин и механизмов.

Литература

1. Гиршберг М.А. Геодезия : учебник / М.А. Гиршберг. – Москва: ИНФРА-М, 2022. – 384 с. – (Высшее образование: Бакалавриат)
2. Гиршберг М.А. Геодезия: задачник: учеб. пособие / М.А. Гиршберг. – Москва: ИНФРА-М, 2020. – 288с.- (Высшее образование: Бакалавриат)
3. Маслов А.В. и др. Геодезия: учеб. для вузов. - М., Колос, 2006.-600с.
4. Неумывакин Ю.К. Практикум по геодезии. Учеб. пособ. – М.: КолосС, 2008.-318с.
5. Соловьев А.Н. Основы геодезии и топографии: учебник / А.Н. Соловьев. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 240 с.
6. Федотов Г.А. Инженерная геодезия: учебник / Г.А. Федотов. – 6-е изд., перераб. и доп. – Москва: ИНФРА-М, 2022. – 479 с. – (Высшее образование: Специалитет).
7. Чекалин С.И. Основы картографии и инженерной геодезии: учеб. пособ. для вузов – М., 2009.-393 с.

Приложение 1

Исходные данные для выполнения задания 1

(масштабы)

Варианты	00-09	10-19	20-29	30-39	40-49
Масштабы	1:200	1:500	1:1000	1:5000	1:3000
Варианты	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99
Масштабы	1:2000	1:10000	1:80	1:6000	1:4000

Исходные данные для выполнения задания 1

(длины линий, м)

Номер линии	Варианты									
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
1	25,5	35,0	20,5	15,0	10,5	12,0	48,5	43,0	5,5	11,0
2	42,5	27,0	20,0	28,0	29,0	25,0	21,0	26,5	17,0	24,5
3	30,0	15,5	31,0	40,5	41,0	33,5	18,0	19,0	32,0	44,0
Номер линии	Варианты									
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	10	15	40	18	40	16	44	19	12	49
2	25	32	35	37	36	20	22	38	24	21
3	30	17	27	41	28	31	29	45	42	18
Номер линии	Варианты									
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29

1	22	16	40	44	60	45	72	74	88	58
2	34	32	36	64	40	50	42	46	76	78
3	38	18	56	82	56	48	54	58	28	62
Номер линии	Варианты									
	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
1	100	150	400	255	105	125	285	235	195	110
2	250	320	350	425	290	255	210	265	55	245
3	300	170	275	335	410	325	215	190	170	373
Номер линии	Варианты									
	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
1	33	102	111	141	171	123	96	45	39	60
2	66	99	78	42	72	63	126	129	132	156
3	89	30	57	150	120	36	57	156	75	27
Номер линии	Варианты									
	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
1	62	80	40	44	60	70	72	74	88	58
2	54	52	60	64	40	50	42	46	76	78
3	38	100	56	82	56	48	54	58	49	64

Номер линии	Варианты									
	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
1	110	450	300	150	500	340	350	170	380	280
2	250	200	150	270	320	510	190	460	540	530
3	420	370	260	480	210	180	520	240	160	620
Номер	Варианты									

линии	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
1	8,2	4,0	5,2	3,0	10,0	7,0	3,8	7,6	5,2	11,1
2	6,4	6,2	4,8	6,6	3,2	10,4	9,4	10,6	6,8	7,8
3	4,2	8,0	4,4	8,4	7,2	3,6	7,4	4,6	10,8	6
Номер	Варианты									
линии	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
1	126	132	138	144	150	210	270	276	360	366
2	246	252	264	258	270	330	390	296	138	144
3	66	78	84	90	96	156	216	222	102	108
Номер	Варианты									
линии	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
1	44	80	205	84	136	52	172	220	72	244
2	128	164	124	132	212	92	88	100	156	96
3	160	200	80	208	48	168	212	76	240	176

Исходные данные для выполнения задания 2

Румбы и длина сторон полигона	00-09	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99
r ₁	СЗ: 8°30'	СЗ: 22°00'	ЮВ: 29°15'	ЮВ: 57°45'	ЮВ: 10°15'	СЗ: 55°45'	СВ: 15°30'	СЗ: 10°00'	ЮЗ: 73°00'	СВ: 14°00'
r ₂	ЮВ: 82°45'	СВ: 4°15'	ЮЗ: 59°30'	ЮЗ: 25°00'	ЮВ: 16°30'	СВ: 29°00'	СВ: 81°45'	ЮВ: 79°15'	СЗ: 13°45'	ЮВ: 71°30'
r ₃	ЮВ: 67°00'	ЮВ: 73°30'	СЗ: 53°00'	СЗ: 71°15'	ЮЗ: 64°45'	ЮВ: 83°00'	ЮВ: 52°45'	ЮВ: 51°45'	СВ: 17°30'	ЮВ: 2°45'
r ₄	ЮЗ: 45°00'	ЮЗ: 4°45'	СВ: 18°30'	СЗ: 28°30'	СЗ: 5°15'	ЮВ: 9°45'	ЮЗ: 18°15'	ЮЗ: 42°45'	ЮВ: 53°30'	ЮЗ: 51°15'
r ₅	ЮЗ: 86°45'	ЮЗ: 41°15'	СВ: 69°45'	СВ: 56°30'	СВ: 22°00'	ЮЗ: 39°15'	СЗ: 85°30'	СЗ: 75°30'	ЮЗ: 1°30'	СЗ: 30°00'
1-2	206,40	149,00	221,30	229,00	187,80	236,00	153,20	165,40	130,40	174,00
2-3	191,80	145,60	274,80	188,60	204,40	196,80	142,00	180,20	165,30	145,20
3-4	153,10	154,20	103,20	195,20	144,00	193,90	101,20	106,20	167,20	153,80
4-5	141,20	132,05	232,00	156,00	262,90	144,00	127,20	134,00	144,10	148,40
5-1	201,60	142,00	151,30	192,20	236,00	190,30	221,20	144,80	186,00	142,50

Масштаб 1:2000

Исходные данные для построения продольного профиля земли
и оросительного канала

Обозначения пикетов и плюсовых точек	00-09	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99
ПК – 0	125,60	225,60	25,60	45,85	75,85	76,10	110,60	38,60	65,85	50,60
+ 40	125,00	225,00	25,00	45,25	75,25	75,25	110,00	38,00	65,25	50,00
ПК – 1	125,35	225,35	25,35	45,60	75,60	75,85	110,35	38,35	65,60	50,35
+ 60	126,00	226,00	26,00	46,25	76,25	76,50	111,00	39,00	66,25	51,00
ПК – 2	125,10	225,10	25,10	45,35	75,35	75,60	110,10	38,10	65,35	50,10
+ 80	125,00	225,00	25,00	45,25	75,25	75,50	110,00	38,00	65,25	50,00
ПК – 3	124,85	224,85	24,85	45,10	75,10	75,35	110,85	38,85	65,10	50,85
+ 50	124,00	224,00	24,00	44,25	74,25	74,25	110,00	37,00	64,24	50,00
ПК – 4	124,60	224,60	24,60	44,85	74,85	75,10	110,60	37,60	64,85	50,60
ПК – 5	124,35	224,35	24,35	44,60	74,60	74,85	110,35	37,35	64,60	50,35

Примечание. Отметки пикетных и плюсовых точек даны в метрах.

Содержание

1.	Введение.....	3
2.	Задание1.Виды масштабов и их точность.....	4
3.	Задание2.Ориентирование линий и составление плана по румбам.....	8
4.	Задание3.Способы определения площадей земельных участков.....	17
5.	Задание4.Построить продольный профиль оросительного канала.....	24
6.	Задание5.Работа на топографической карте.....	29
7.	Задание6.Проект внутрихозяйственного землеустройства сельскохозяйственного предприятия	38
8.	Литература.....	39
9.	Приложение.....	40
10.	Содержание.....	44

Тулиглович Сергей Михайлович,

Геодезия

Методические указания для выполнения студентами лабораторно-практических и самостоятельных работ

Печатается в авторской редакции

Отпечатано на агрономическом факультете
Новосибирского государственного аграрного университета
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб. 333. Тел. /факс
(383)267-36-10. E-mail: agro_dek@ngs.ru