

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»

ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Методические указания к практическим работам
по направлению подготовки
35.03.02 «Технология лесозаготовительных
и деревоперерабатывающих производств»

Пенза 2016

УДК 528.4:630*31

ББК 26.1+65.34

Г35

Рекомендовано Редсоветом университета

Рецензенты: кандидат технических наук, доцент кафедры «Землеустройство и геодезия» Е.П. Тюкленкова (ПГУАС)

Геодезическое обеспечение лесозаготовительных производств: Г35 метод. указания к практическим работам по направлению подготовки 35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств» / Е.С. Денисова, В.В. Пономаренко. – Пенза: ПГУАС, 2016. – 48 с.

Представлены задания, а так же порядок выполнения практических работ.

Методические указания подготовлены на кафедре «Землеустройство и геодезия» и предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств», при изучении дисциплины «Геодезическое обеспечение лесозаготовительных производств».

© Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2016

© Денисова Е.С., Пономаренко В.В., 2016

ПРЕДИСЛОВИЕ

Практическая работа подразумевает выполнение каких-либо заданий, не связанных с обработкой теоретического материала.

В высшем учебном заведении при получении высшего образования практические работы становятся обязательной частью учебного процесса инженерных и технических специальностей, а студенты на практике изучают работу специального геодезического оборудования, методы и способы получения и обработки информации.

Практические занятия служат своеобразной формой осуществления связи теории с практикой. Структура практических занятий в основном одинакова – вступление преподавателя, вопросы студентов по материалу, который требует дополнительных разъяснений, собственно практическая часть, заключительное слово преподавателя. Разнообразие возникает в основной, собственно практической части, включающей рефераты, доклады, дискуссии, тренировочные упражнения, решение задач, наблюдения, эксперименты и т.д. Опыт показывает, что нельзя на практических занятиях ограничиваться выработкой только практических навыков, техникой решения задач, построения графиков и т.п. Студенты должны всегда видеть ведущую идею курса и связь ее с практикой. Цель занятий должна быть понятна не только преподавателю, но и студентам. Это придает учебной работе жизненный характер, утверждает необходимость овладения опытом профессиональной деятельности, связывает их с практикой жизни.

При выполнении практических работ студентами, изучающими учебный курс «Геодезическое обеспечение лесозаготовительных производств», должны быть сформированы, *следующие компетенции*:

– готовность применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды;

– способность организовать и контролировать технологические процессы на лесозаготовительных, лесотранспортных и деревоперерабатывающих производствах в соответствии с поставленными задачами.

В результате обучающийся должен:

знать: основы геометрии и математического анализа. Формулы преобразования тригонометрических функций. Способы определения площадей участков местности с использованием современных технических средств. Теорию погрешностей измерений, методы обработки геодезических измерений и оценки их точности. Современные геодезические приборы, способы и методы выполнения измерений с ними, поверки и юстировки приборов и методику их исследования. Основные методы определения планового и высотного положения точек земной поверхности

с применением современных технологий. Методы и средства составления топографических карт и планов, использование карт и планов и другой геодезической информации при решении инженерных задач в лесозаготовительном производстве. Порядок ведения, правила и требования, предъявляемые к качеству и оформлению результатов полевых измерений, материалов, документации и отчетности. Систему топографических условных знаков;

уметь: оценивать точность результатов геодезических измерений; уравнивать геодезические построения типовых видов. Использовать современную измерительную и вычислительную технику для определения площадей. Анализировать полевую топографо-геодезическую информацию. Оценивать точность результатов геодезических измерений; уравнивать геодезические построения типовых видов. Выполнять топографо-геодезические работы, сопоставлять практические и расчетные результаты. Реализовывать на практике способы измерений и методики их обработки при построении опорных геодезических сетей;

владеть: навыками выполнения угловых, линейных, высотных измерений для выполнения геодезических съемок. Технологиями в области геодезии на уровне самостоятельного решения практических вопросов специальности, творческого применения этих знаний при решении конкретных задач, методами проведения топографо-геодезических работ и навыками использования современных приборов, оборудования и технологий. Методикой оформления планов с использованием современных компьютерных технологий. Навыками выполнения угловых, линейных, высотных измерений для выполнения геодезических съемок. Навыками работы со специализированными программными продуктами в области геодезии;

иметь представление: о строении и свойствах земной поверхности. О способах применения геодезических приборов. О теории погрешностей, о влиянии кривизны земли на точность геодезических измерений. О требованиях, предъявляемых к качеству геодезических работ на различных этапах выполнения геодезических работ. О современных компьютерных программах, используемых в геодезических расчетах и построениях. О требованиях, предъявляемых к качеству геодезических работ на различных этапах работ.

Тема 1. ПЛАНОВО-КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ. УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ

Практическая работа №1

Цель работы: получение навыков работы с планово-картографическим материалом, изучение топографических условных знаков.

Методические рекомендации: номенклатурой называется система нумерации отдельных листов топографических карт и планов разных масштабов. Схема взаимного расположения отдельных листов называется разграфкой.

В нашей стране принята международная система разграфки и номенклатуры топографических карт; ее основой является лист карты масштаба 1:1 000 000.

Вся поверхность Земли условно разделена меридианами и параллелями на трапеции размером 6° по долготе и 4° по широте; каждая трапеция изображается на одном листе карты масштаба 1:1 000 000. Листы карт, на которых изображаются трапеции, расположенные между двумя соседними параллелями, образуют ряды, которые обозначаются буквами латинского алфавита от А до V от экватора к северу и к югу. Листы карт, на которых изображаются трапеции, расположенные между двумя соседними меридианами, образуют колонны. Колонны имеют порядковые номера от 1 до 60, начиная с меридиана 180° ; колонна листов карт, на которой изображена 1-я зона проекции Гаусса, имеет порядковый номер 31.

Номенклатура листа карты миллионного масштаба составляется из буквы ряда и номера колонны, например, N-37.

Листы карты масштаба 1:500 000 получают делением листа миллионного масштаба на 4 части средним меридианом и средней параллелью.

Размеры листа – 3° по долготе и 2° по широте. Номенклатуру листа карты масштаба 1:500 000 получают, добавляя к номенклатуре миллионного листа справа прописную букву русского алфавита А, Б, В, Г, например, N-37-А.

Листы карты масштаба 1:200 000 получают делением листа миллионного масштаба на 36 частей меридианами и параллелями. Размеры листа – 1° по долготе и $40'$ по широте. Номенклатуру листа карты масштаба 1:200 000 получают, добавляя к номенклатуре миллионного листа справа римскую цифру от I до XXXVI, например, N-37-XXIV.

Листы карты масштаба 1:100 000 получают делением листа миллионного масштаба на 144 части меридианами и параллелями. Размеры листа – $30'$ по долготе и $20'$ по широте. Номенклатуру листа карты масштаба 1:100 000 получают, добавляя к номенклатуре миллионного листа слева числа от 1 до 144, например, N-37-144.

Листы карты масштаба 1:50 000 получают делением листа масштаба 1:100 000 на 4 части средним меридианом и средней параллелью. Размеры листа – 15' по долготе и 10' по широте. Номенклатуру листа карты масштаба 1:50 000 получают, добавляя к номенклатуре листа 1:100 000 справа прописную букву русского алфавита А, Б, В, Г, например, N–37–144–А.

Листы карты масштаба 1:25 000 получают делением листа масштаба 1:50 000 на 4 части средним меридианом и средней параллелью. Размеры листа – 7'30" по долготе и 5' по широте. Номенклатуру листа карты масштаба 1:25 000 получают, добавляя к номенклатуре листа 1:50 000 справа строчную букву русского алфавита а, б, в, г, например, N–37–144–А–а.

Листы карты масштаба 1:10 000 получают делением листа масштаба 1:25 000 на 4 части средним меридианом и средней параллелью. Размеры листа – 3'45" по долготе и 2'30" по широте. Номенклатуру листа карты масштаба 1:10 000 получают, добавляя к номенклатуре листа 1:25 000 справа цифру от 1 до 4, например, N–37–144–А–а–1.

Севернее 60–й параллели листы карт издаются сдвоенными по долготе, севернее 76–й параллели – счетверенными.

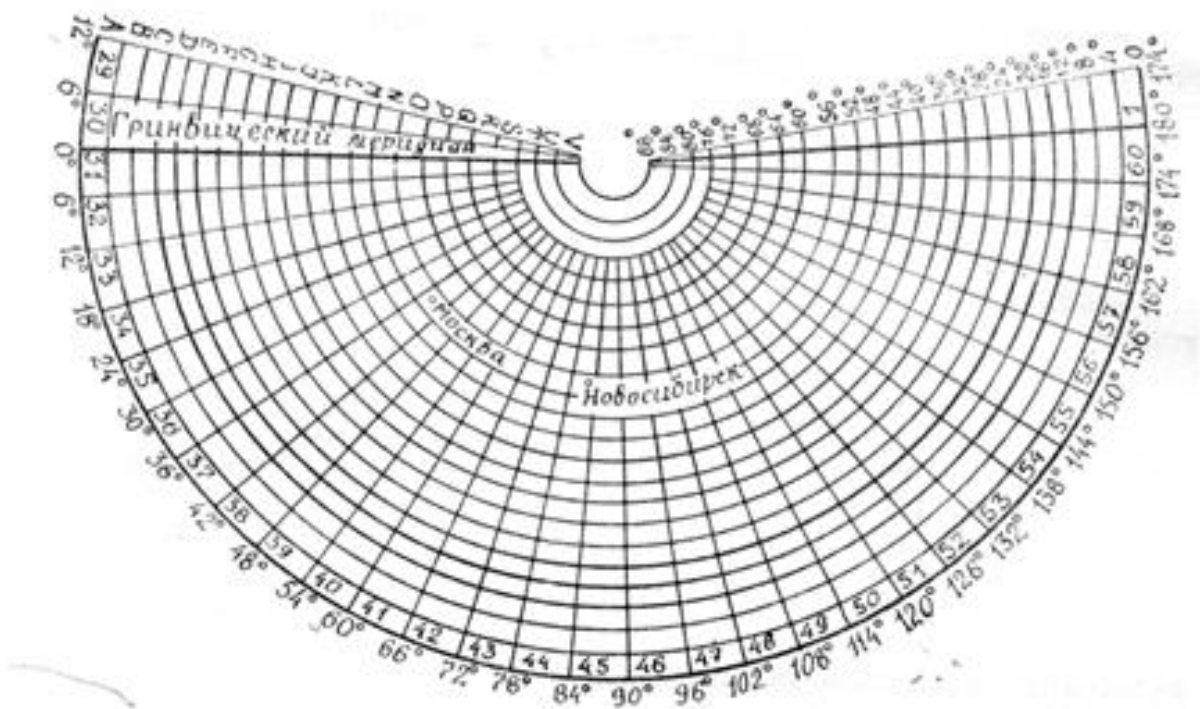


Рис. 1. Схема разграфки и номенклатуры листов карт масштаба 1:1000000

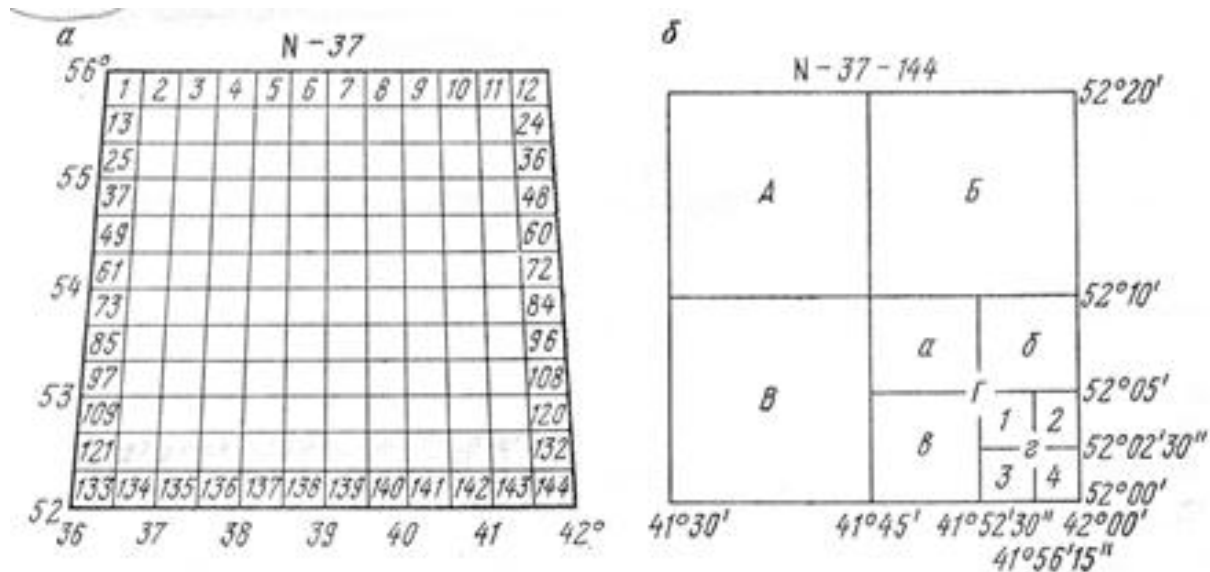


Рис. 2. Разграфка и номенклатура топографических карт масштабов 1:100000; 1: 50000; 1: 25000; 1: 10000

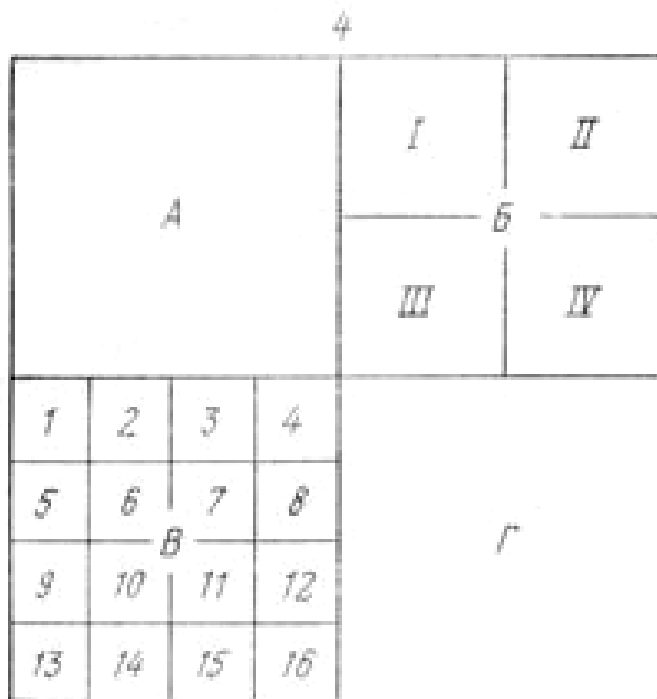


Рис. 3. Прямоугольная разграфка и номенклатура листов планов

Топографические условные знаки – символические штриховые и фоновые условные обозначения объектов местности, применяемые для их изображения на топографических картах. Для топографических условных знаков предусмотрена общность обозначений (по начертанию и цвету) однородных групп объектов; при этом основные знаки для топографических карт разных стран не имеют между собой особых различий. Как правило, они передают облик (форму, размеры), местоположение и некоторые качественные и количественные характеристики воспроиз-

водимых на картах предметов, контуров и элементов рельефа. Топографические условные знаки принято разделять на масштабные (или площадные), внес масштабные, линейные и пояснительные.

С условными топографическими знаками подробно можно ознакомиться в учебном пособии «Геодезическое обеспечение лесозаготовительных производств», а так же в издании, разработанном Роскартографией в 1986 году.

Задание: 1. определить номенклатуру карт различных масштабов. Обучающемуся выдаются 2–3 карты у которых необходимо определить номенклатуру.

2. изучить условные топографические знаки.

3. используя таблицу условных знаков для масштабов 1:10 000, 1:25 000 – 1:100 000, составить таблицу условных знаков всех объектов встречающихся на участке карты выданной преподавателем. Результаты занести в таблицу. Пример выполнения задания представлен в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Таблица условных знаков на карте

№ п/п	Знак	Рисунок знака
Класс 1. Пункты государственной геодезической сети		
1	Пункт триангуляции: 83,1 – абсолютная высота	
2	Пункт государственной геодезической сети на церкви	
Класс 2. Населенные пункты		
1	Жилые и нежилые строения в кварталах, в населенных пунктах с бессистемной застройкой, а так же отдельно расположенные строения	
2	Редко застроенные кварталы в городах и прочих населенных пунктах	
3	Поселки сельского типа	
Класс 3. Промышленные, сельскохозяйственные и социально-культурные объекты		
1	Завод, фабрика с трубой	
2	Места добычи полезных ископаемых (карьеры): 2,3 – глубина карьера в метрах	

Контрольные вопросы

1. Что такое карта?
2. Условные знаки населенных пунктов.
3. Особенности разграфки листов топографической карты.
4. Номенклатура карт.
5. Условные знаки водных объектов.
6. Условные знаки растительности.
7. Что такое топографический план?
8. Что представляет собой цифровая модель местности?
9. Что называется элементом карты?

Тема 2. МАСШТАБ. СИСТЕМА КООРДИНАТ

Практическая работа № 2.

Цель работы: изучение численного и линейного масштабов. Определение расстояний по карте или плану с помощью численного и линейного масштабов.

Методические рекомендации: масштаб карты показывает, во сколько раз длина линии на карте меньше соответствующей ей длины на местности. Он выражается в виде отношения двух чисел. Например, масштаб 1:50 000 означает, что все линии местности изображены на карте с уменьшением в 50000 раз, т.е. 1 см на карте соответствует 50000 см (или 500 м) на местности.

Масштаб указывается под нижней стороной рамки карты в цифровом выражении (численный масштаб) и в виде прямой линии (линейный масштаб), на отрезках которой подписаны соответствующие им расстояния на местности (рис. 4). Здесь же указывается и величина масштаба – расстояние в метрах (или километрах) на местности, соответствующее одному сантиметру на карте.

Полезно запомнить правило: если в правой части отношения зачеркнуть два последних нуля, то оставшееся число покажет, сколько метров на местности соответствует 1 см на карте, т.е. величину масштаба.

При сравнении нескольких масштабов более крупным будет тот, у которого число в правой части отношения меньше. Допустим, что на один и тот же участок местности имеются карты масштабов 1:25000, 1:50000 и 1:100000. Из них масштаб 1:25000 будет самым крупным, а масштаб 1:100000 – самым мелким.

Чем крупнее масштаб карты, тем подробнее на ней изображена местность. С уменьшением масштаба карты уменьшается и количество наносимых на нее деталей местности.



Рис. 4. Оформление численного и линейного масштабов на топографических картах и планах городов

Подробность изображения местности на топографических картах зависит от ее характера: чем меньше деталей содержит местность, тем полнее они отображаются на картах более мелких масштабов.

В нашей стране и многих других странах в качестве основных масштабов топографических карт приняты: 1:10000, 1:25000, 1: 50000, 1: 100000, 1: 200000, 1: 500000 и 1:1000000.

Чтобы определить по карте расстояние между точками местности (предметами, объектами), пользуясь численным масштабом, надо измерить на карте расстояние между этими точками в сантиметрах и умножить полученное число на величину масштаба.

Пример, на карте масштаба 1:25000 измеряем линейкой расстояние между мостом и ветряной мельницей (рис. 5); оно равно 7,3 см, умножаем 250 м на 7,3 и получаем искомое расстояние; оно равно 1825 метров ($250 \times 7,3 = 1825$).



Рис. 5. Определить по карте расстояние между точками местности с помощью линейки

Небольшое расстояние между двумя точками по прямой линии проще определить, пользуясь линейным масштабом (рис. 6). Для этого достаточно

циркуль-измеритель, раствор которого равен расстоянию между заданными точками на карте, приложить к линейному масштабу и снять отсчет в метрах или километрах. На рис. 6 измеренное расстояние равно 1070 м.

Большие расстояния между точками по прямым линиям измеряют обычно с помощью длинной линейки или циркуля-измерителя. В первом случае для определения расстояния по карте с помощью линейки пользуются численным масштабом (см. рис. 5).

Во втором случае раствор «шаг» циркуля-измерителя устанавливают так, чтобы он соответствовал целому числу километров, и на измеряемом по карте отрезке откладывают целое число «шагов». Расстояние, не укладывающееся в целое число «шагов» циркуля-измерителя, определяют с помощью линейного масштаба и прибавляют к полученному числу километров.

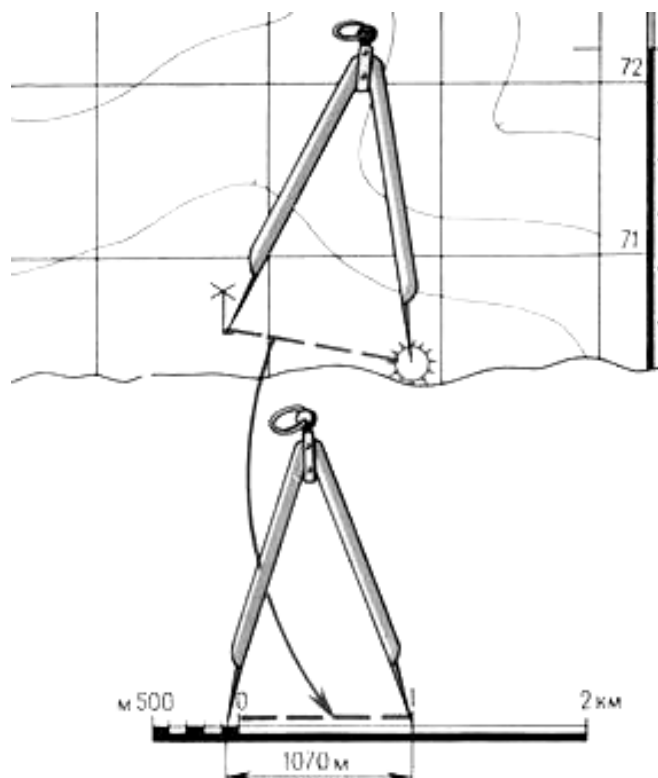


Рис. 6. Измерение на карте расстояний циркулем-измерителем по линейному масштабу

Таким же способом измеряют расстояния по извилистым линиям (рис. 7). В этом случае «шаг» циркуля-измерителя следует брать 0,5 или 1 см в зависимости от длины и степени извилистости измеряемой линии.

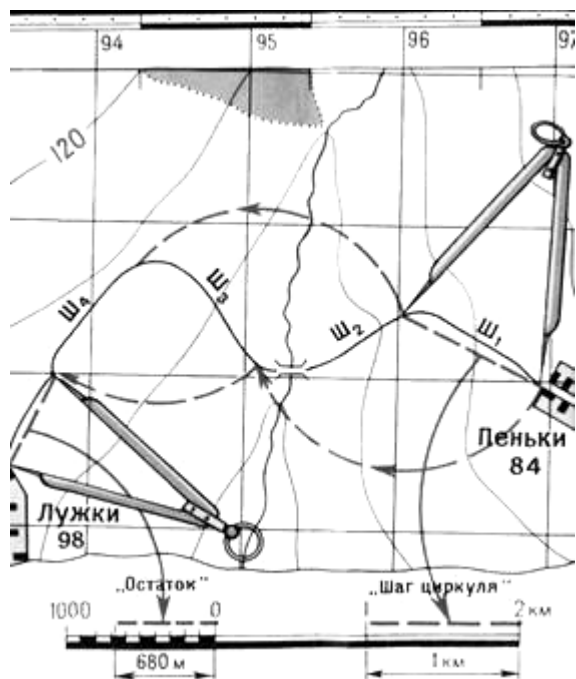


Рис. 7. Измерение на карте расстояний циркулем-измерителем по извилистым линиям

Для определения длины маршрута по карте применяют специальный прибор, называемый курвиметром (рис. 8), который особенно удобен для измерения извилистых и длинных линий. В приборе имеется колесико, которое соединено системой передач со стрелкой.

При измерении расстояния курвиметром нужно установить его стрелку на деление 99. Держа курвиметр в вертикальном положении вести его по измеряемой линии, не отрывая от карты вдоль маршрута так, чтобы показания шкалы возрастали. Доведя до конечной точки, отсчитать измеренное расстояние и умножить его на знаменатель численного масштаба. (В данном примере $34 \times 25000 = 850000$, или 8500 м).

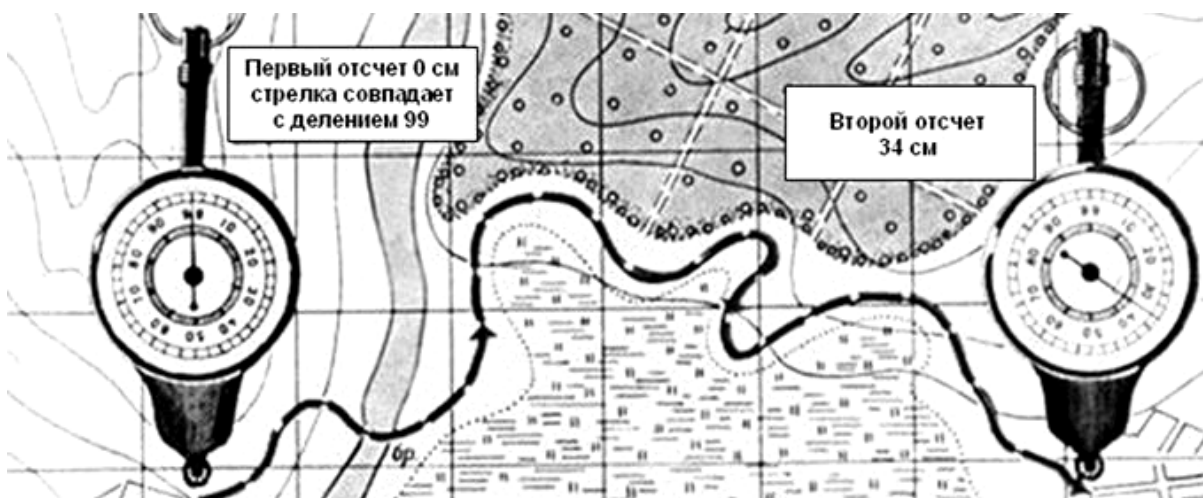


Рис. 8. Измерения расстояния курвиметром

Точность определения расстояний по карте зависит от масштаба карты, характера измеряемых линий (прямые, извилистые), выбранного способа измерения, рельефа местности и других факторов.

Наиболее точно определить расстояние по карте можно по прямой линии. При измерении расстояний с помощью циркуля-измерителя или линейкой с миллиметровыми делениями средняя величина ошибки измерения на равнинных участках местности обычно не превышает 0,7-1 мм в масштабе карты, что составляет для карты масштаба 1:25000 – 17,5-25 м, масштаба 1:50000 – 35-50 м, масштаба 1:100000 – 70-100 м.

В горных районах при большой крутизне скатов ошибки будут больше. Это объясняется тем, что при съемке местности на карту наносят не длину линий на поверхности Земли, а длину проекций этих линий на плоскость.

Например, при крутизне ската 20° (рис. 9) и расстоянии на местности 2120 м его проекция на плоскость (расстояние на карте) составляет 2000 м, т.е. на 120 м меньше.

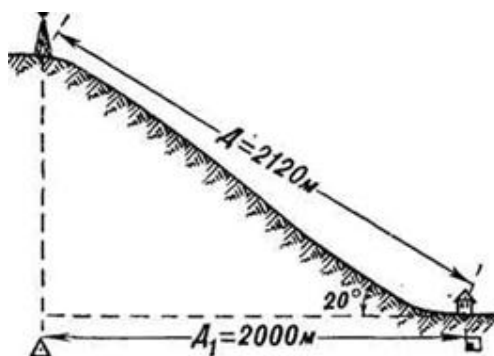


Рис. 9. Проекция длины ската на плоскость (карту)

Подсчитано, что при угле наклона (крутизне ската) 20° полученный результат измерения расстояния по карте следует увеличивать на 6% (на 100 м прибавлять 6 м), при угле наклона 30° – на 15%, а при угле 40° – на 23%.

При определении длины маршрута по карте следует учитывать, что расстояния по дорогам, измеренные на карте с помощью циркуля или курвиметра, в большинстве случаев получаются короче действительных расстояний.

Это объясняется не только наличием спусков и подъемов на дорогах, но и некоторым обобщением извилин дорог на картах. Поэтому получаемый по карте результат измерения длины маршрута следует с учетом характера местности и масштаба карты умножить на коэффициент, указанный в табл. 2.

Значение коэффициентов увеличения длины измеренных
по картам различных масштабов

Характер местности	Коэффициент увеличения длины маршрута, измеренного по карте масштаба		
	1: 50000	1: 100000	1: 200000
Горная (сильнопересяеченная)	1,15	1,20	1,25
Холмистая (среднепересеченная)	1,05	1,10	1,15
Равнинная (слабопересеченная)	1,00	1,00	1,05

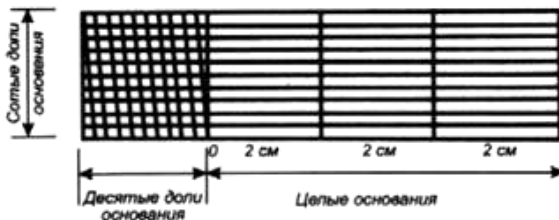
Практическая работа № 3

Цель работы: изучение поперечного масштаба. Определение расстояний по карте или плану при помощи поперечного масштаба.

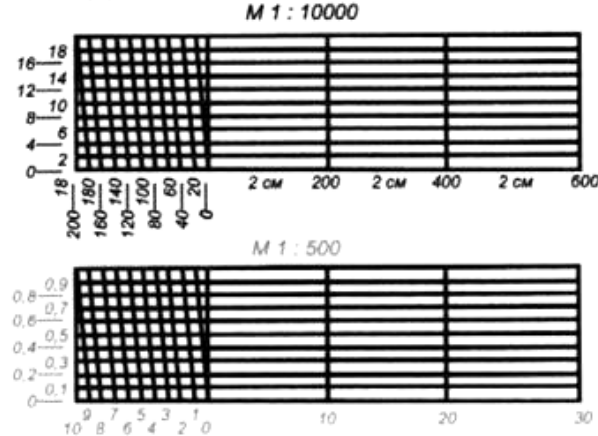
Методические рекомендации: для более точного построения и измерения отрезков пользуются поперечными масштабами. Поперечный масштаб позволяет существенно повысить точность графических работ на планах и картах. Обычно поперечный масштаб гравировают на металлических пластинах, линейках, или на транспортирах, а также он может быть построен на чертеже для заданного числового масштаба.

Поперечный масштаб строят следующим образом. На прямой линии откладывают несколько раз основание масштаба равное 2 см, называемое основанием масштаба. Первое основание делят на 10 равных частей и на правом конце его пишут нуль, а на левом – то число метров или километров, которому на местности соответствует в данном масштабе основание. Вправо от нуля над каждым делением надписывают значения соответствующих расстояний на местности (рис. 10). Из каждой точки подписанного деления восставляют перпендикуляры, на которых откладывают десять отрезков, равных десятой доли основания. Через точки, полученные на перпендикулярах, проводят прямые линии, параллельные основанию. Верхнюю линию над первым основанием делят также на десять равных частей. Полученные точки верхних и нижних делений на первом отрезке соединяют, как показано на рис. 10. Полученные линии называются трансверсалиями. Расстояние между смежными трансверсалиями составляют десятую долю основания, а между нулевой вертикальной линией и смежной с ней трансверсалью – от одной сотой доли до десятой.

Построение поперечного масштаба



Оцифровка поперечного масштаба



Установка раствора циркуля-измерителя

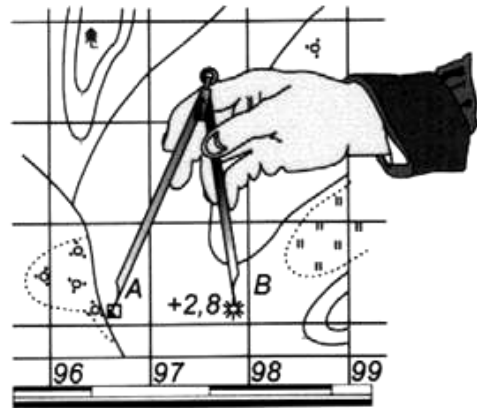


Рис. 10. Поперечный масштаб

Длину линии на плане берут в раствор циркуля и переносят его на нижнюю линию масштаба. Если иглы ножек циркуля точно совпадают с делениями масштаба, делают отчет расстояния.

Если ножки циркуля не точно совпадают с делением масштаба, его перемещают вверх от одной параллели к другой, пока игла левой ножки будет точно лежать на наклонной прямой, а игла правой ножки – на вертикали справа от нуля или на нуле.

Длина отрезка на плане в мерах длины на местности (рис. 11) в масштабе 1: 500 составляет 17,8 м.

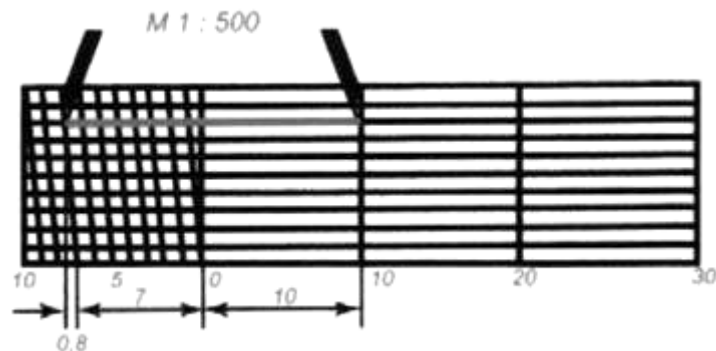


Рис. 11. Определение длин линий при помощи поперечного масштаба

Задание для 2 и 3 практических работ: на фрагменте топографической карты 1:10000 масштаба, вынесен четырехугольный полигон (рис.12). Точки подписываются цифрами или буквами по часовой стрелке. Например: 1, 2, 3, 4. Длины линий всех сторон четырехугольника изме-

руются с помощью линейного и поперечного масштабов. Данные измерений вносятся в таблицу 3.

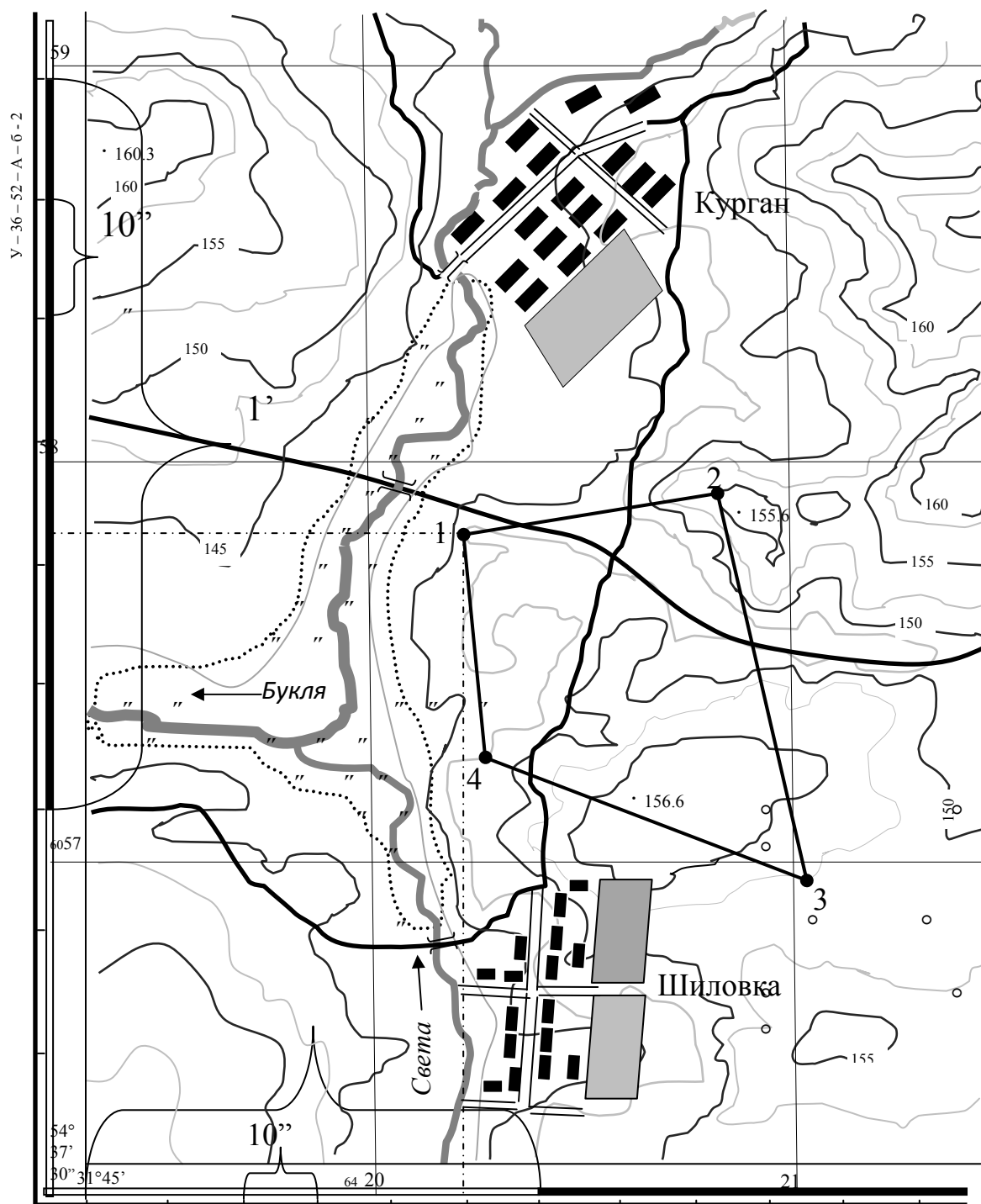


Рис. 12. Фрагмент топографической карты 1:10000 масштаба

В последний столбец таблицы вносятся расхождения между измерениями по линейному и поперечному масштабу, чтобы обучающийся мог оценить точность произведенных измерений.

Например: в табл. 3 внесены данные измерения длин линий четырехугольника, измеренных по карте (рис.12).

Результаты измерения длин сторон четырехугольника

Обозначение линий	Линейный масштаб (м)	Поперечный масштаб (м)	Расхождения (м)
1-2	615	614	1
2-3	995	998	3
3-4	832	830	2
4-1	578	576	2

Контрольные вопросы

1. Что такое масштаб?
2. Какие виды масштабов вы знаете? Чем они отличаются?
3. Чему равна точность масштаба?
4. Определите длину отрезка на карте 1:5000 масштаба, если расстояние на местности равно 275 метрам.
5. Определить длину линии АВ на плане масштаба 1:5000, если на плане масштаба 1: 1000 длина линии равна 20 мм. Определить длину линии на местности.
6. Длина отрезка АВ на карте равна 6см.,а на местности 1.5 км. Определить масштаб карты.
7. Определить площадь прямоугольного футбольного поля, если на плане 1:1000 масштаба стороны поля равны 12х7 см.
8. Какой вид масштаба позволяет измерить расстояние по карте с максимальной точностью.
9. Как строится линейный масштаб.
10. Почему поперечные масштабы, которые гравировются на металлических пластинах, называются сотенными?

Практическая работа №4

Цель работы: изучение геодезических и прямоугольных координат. Определение геодезических и прямоугольных координат по карте или плану.

Методические рекомендации: географическими координатами являются широта и долгота точки.

Географической широтой φ , точки называют угол, составленный отвесной линией, проходящей через эту точку, и плоскостью экватора.

Географической долготой λ называют двугранный угол, заключенный между плоскостью меридиана, проходящего через эту точку, и плоскостью начального меридиана. Широты бывают северные и южные, изменяются от 0° (на экваторе) до 90° (на земных полюсах).

Долготы бывают восточные и западные, изменяются от 0° (на начальном – гринвичском меридиане) на восток и на запад до 180° (на тихоокеанской ветви гринвичского меридиана). Линия, проходящая через точки с одинаковыми широтами, называется параллелью, а с одинаковыми долготами – меридианом.

Границами листов карт среднего и крупного масштабов являются с запада и востока – отрезки меридианов, а с севера и юга – отрезки параллелей. Каждый меридиан имеет заданную долготу, а каждая параллель – заданную широту, которые подписывают в углах карты (рис. 13).

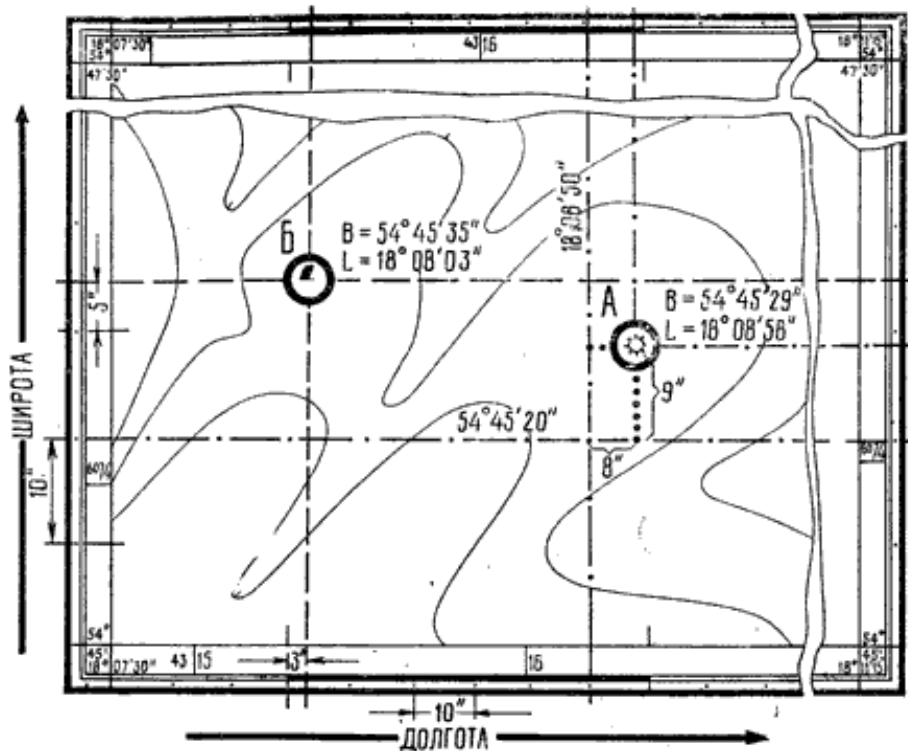


Рис.13.Определение геодезических координат по карте (точка А)

Положение любой точки, лежащей на поверхности эллипсоида, определяется географической широтой и долготой. Рядом с внутренней рамкой карты расположена минутная рамка, одно деление которой (светлые и темные отрезки) соответствует одной минуте по широте φ и долготе λ . Для определения географических координат опускают перпендикуляры из заданной точки на ближайшие стороны минутной рамки.

Для прямоугольных координат в каждой координатной зоне строится координатная сетка. Она представляет собой сетку квадратов, образованных линиями, параллельными координатным осям зоны. Линии сетки проводятся через целое число километров. Поэтому координатную сетку называют также километровой сеткой, а ее линии – километровыми.

Если изображение одной зоны с нанесенной на ней сеткой квадратов разделить на отдельные листы карты, то каждый лист будет покрыт

координатной сеткой, составляющей часть разграфки, общей для всей зоны.

На карте масштаба 1:25 000 линии, образующие координатную сетку, проводятся через 4 см, то есть через 1 км на местности (рис. 13), на картах масштабов 1:50 000 – 1:200 000 – через 2 см (1, 2 и 4 км на местности соответственно). На карте масштаба, 1:500 000 наносятся лишь выходы линий координатной сетки на внутренней рамке каждого листа через 2 см (10 км на местности). При необходимости по этим выходам координатные линии могут быть нанесены на карту.

Координатная сетка на карте используется при определении прямоугольных координат и нанесении на карту точек по их координатам, измерении по карте дирекционных углов направлений, отыскании на карте различных объектов, приближенном определении расстояний и площадей, а также при ориентировании карты на местности.

Координатная сетка каждой зоны имеет оцифровку, которая одинакова во всех зонах. На рис. 13 даны подписи значений абсцисс и ординат координатных линий, проведенных через 100 км.

Таким образом, в каждой координатной зоне имеется множество точек, численные значения координат которых одинаковы с численными значениями координат точек других зон. Например, точка А (рис. 14) в 10-й зоне имеет координаты $x = 310\ 850$, $y = 320\ 600$. В какой либо другой зоне, например в 11-й, из-за того, что оцифровка во всех зонах одинакова, эти координаты, повторяются. Следовательно, точек А с одинаковыми координатами на земной поверхности будет 60 (по числу зон). Чтобы однозначно определять положение точки, необходимо всегда слева от значения ее ординаты, как отмечалось ранее, указывать номер зоны.

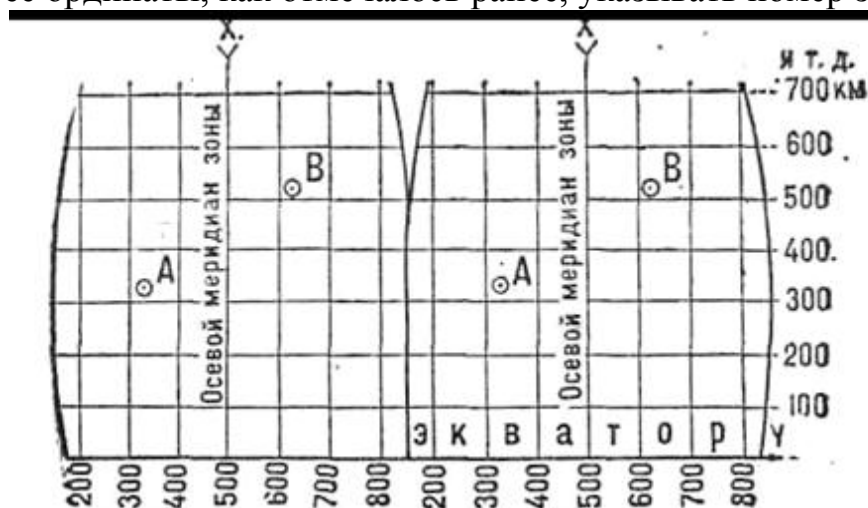


Рис. 14. Оцифровка координатной сетки в зоне

При работе на ограниченной территории, изображенной, например, на одном листе карты, используют сокращенные координаты. В этом случае

при определении прямоугольных координат по карте указывают десятки и единицы километров, сотни, десятки и единицы метров. Тогда точка А будет иметь сокращенные координаты $x = 10\ 850$, $y = 20\ 600$.

На топографических картах значения абсцисс и ординат координатных линий подписывают у выходов линий за внутренней рамкой листа и в девяти местах на каждом листе карты. Полные значения абсцисс и ординат в километрах подписывают около ближайших к углам рамки карты координатных линий, около линий, ограничивающих квадраты координатной сетки по сто километров, и около ближайшего к северо-западному углу пересечения координатных линий. Остальные координатные линии подписывают сокращенно двумя цифрами (десятки и единицы километров). Подписи около горизонтальных линий координатной сетки соответствуют расстояниям от оси ординат в километрах.

Подписи около вертикальных линий обозначают номер зоны (одна или две первые цифры) и расстояние в километрах (всегда три цифры) от начала координат, условно перенесенного к западу от осевого меридиана зоны на 500 км. Например, подпись 6740 означает: 6 – номер зоны, 740 – расстояние от условного начала координат в километрах.

При определении полных координат точки по оцифровке координатной линии, образующей южную сторону квадрата, в котором, расположена точка, находят и записывают полное значение, абсцисс x в километрах. Затем циркулем-измерителем (линейкой, координатомером) измеряют расстояние по перпендикуляру от точки до этой координатной линии в метрах и прибавляют его к абсциссе x .

После этого определяют значение ординаты у этой точки, для чего находят по северной или южной стороне рамки карты и записывают значение ординаты у вертикальной координатной линии, образующей западную сторону квадрата, в котором находится точка. К полученной ординате y прибавляют расстояние в метрах, измеренное по перпендикуляру от точки до западной координатной линии.

На рис. 15 приведен пример определения полных и сокращенных прямоугольных координат точки А.

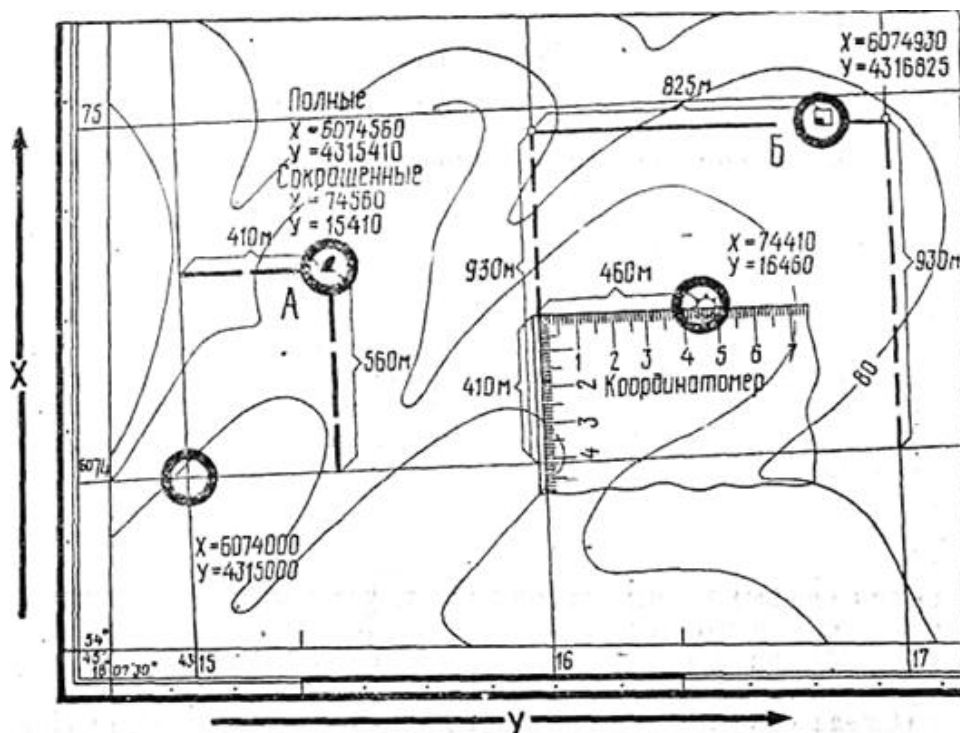


Рис. 15. Определение полных и сокращенных прямоугольных координат по карте

При работе с топографическими картами необходимо учитывать, что линии координатной сетки проведены на карте масштаба 1:100000 через 2 км, а на карте масштаба 1:200 000 – через 4 км. Поэтому значения координат x и y могут оказаться по абсолютной величине более 1 км (рис. 15). В таком случае целое число километров суммируют со значениями координат x и y , а оставшиеся метры приписывают к ним справа (всегда три цифры). Если точка расположена около южной стороны рамки карты в неполном квадрате (точка С), то расстояния в квадрате измеряют по оси X от точки до горизонтальной координатной линии, образующей северную сторону квадрата, в котором находится точка, а по оси Y – до восточной вертикальной линии этого квадрата. Полученные расстояния в метрах вычитают соответственно из значений абсциссы x и ординаты y этих линий. Точность определения координат зависит от масштаба карты и не превышает 0,2 мм в масштабе карты.

Задание: по фрагменту геодезической карты определяются геодезические и прямоугольные координаты всех вершин четырехугольного полигона 1-2-3-4. Определение геодезических координат делается с точностью до секунд. Определение прямоугольных координат производится с использованием циркуля измерителя и поперечного масштаба. Результаты вносятся в табл. 4.

Т а б л и ц а 4

Результаты измерения прямоугольных и географических координат точек полигона

№ точки	Геодезические координаты		Прямоугольные координаты	
	Широта (B)	Долгота (L)	X	Y
1	54°38'23"	31°45'49"	6057886	6420222
2	54°38'25"	31°46'25"	6057968	6420828
3	54°37'54"	31°46'36"	6056984	6421022
4	54°38'04"	31°45'52"	6057310	6420258

Контрольные вопросы

1. Назовите системы координат применяемые в геодезии.
2. Что такое геодезическая широта?
3. Что такое геодезическая долгота?
4. Дайте определение термину геодезическая высота.
5. Почему система высот называется Балтийской?
6. На какую величину (в среднем) различаются геодезическая и астрономическая системы координат?
7. Как определяются геодезические координаты: широта и долгота с повышенной точностью?
8. Поверхность, какого тела в геодезической системе координат, принимается за основу?
9. Что такое координатная сетка?
10. Как показываются минутные и десятисекундные интервалы на карте?
11. Какие искажения возникают при переносе земной поверхности с эллипсоида на плоскость?
12. Как различаются проекции по характеру искажений?
13. На чем основана проекция Гаусса – Крюгера?
14. Что такое осевой меридиан?
15. Как нумеруются зоны в проекции Гаусса – Крюгера?
16. Как меняются искажение длин сторон и площадей в проекции Гаусса – Крюгера?
17. В каких случаях применяется плоская Декартова система координат?
18. Как влияет кривизна земли на искажение длин линий и значения абсолютных отметок в плоской системе координат?
19. Для чего применяется местная система координат?
20. Что показывают полные цифры широты и долготы конкретной точки?

Тема 3. УГЛЫ ОРИЕНТИРОВАНИЯ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ ТОЧЕК, ДИРЕКЦИОННЫХ УГЛОВ И ДЛИН СТОРОН ПОЛИГОНА АНАЛИТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

Практическая работа № 5

Цель работы: изучение углов ориентирования. Определение дирекционных углов, румбов, азимутов, магнитных азимутов по топографической карте.

Методические рекомендации: положение какого-либо объекта на местности чаще всего определяют и указывают в полярных координатах, то есть углом между начальным (заданным) направлением и направлением на объект и расстоянием до объекта. В качестве начального выбирают направление географического (геодезического, астрономического) меридиана, магнитного меридиана или вертикальной линии координатной сетки карты (рис. 16). За начальное может быть принято и направление на какой-нибудь удаленный ориентир. В зависимости от того, какое направление принято за начальное, различают географический (геодезический, астрономический) азимут A , магнитный азимут A_M , дирекционный угол α и угол положения θ .

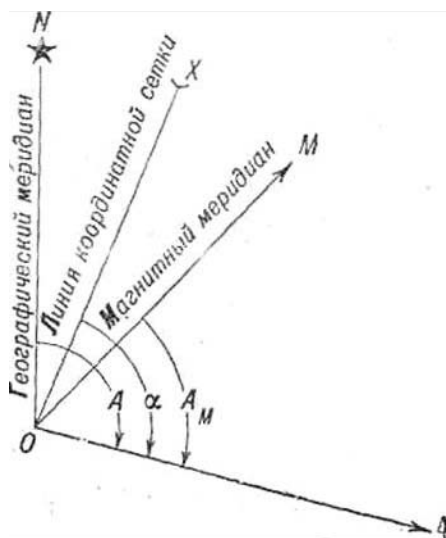


Рис. 16. Направления, принимаемые за начальные

Истинный азимут (A_i) – горизонтальный угол, измеряемый по ходу часовой стрелки от 0° до 360° между северным направлением истинного меридиана данной точки и направлением на объект (см. рис. 17).

Магнитный азимут (A_M) – горизонтальный угол, измеряемый по ходу часовой стрелки от 0° до 360° между северным направлением магнитного меридиана данной точки и направлением на объект.

Дирекционный угол (α ; ДУ) – горизонтальный угол, измеряемый по ходу часовой стрелки от 0° до 360° между северным направлением

вертикальной линии координатной сетки данной точки и направлением на объект.

Магнитное склонение (δ ; C_k) – угол между северным направлением истинного и магнитного меридианов в данной точке.

Если магнитная стрелка отклоняется от истинного меридиана к востоку, то склонение восточное (учитывается со знаком +), при отклонении магнитной стрелки к западу – западное (учитывается со знаком -).

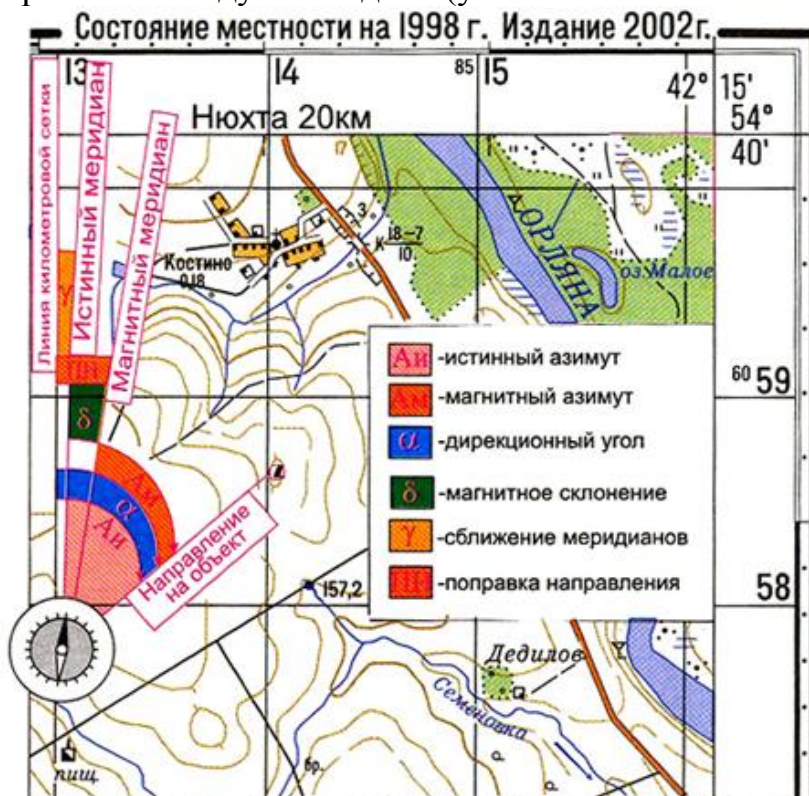


Рис. 17. Углы, направления и их взаимосвязь на карте

Сближение меридианов (γ ; $C_б$) – угол между северным направлением истинного меридиана и вертикальной линией координатной сетки в данной точке. При отклонении линии сетки к востоку – сближение меридиана восточное (учитывается со знаком +), при отклонении линии сетки к западу – западное (учитывается со знаком -).

Поправка направления (ПН) – угол между северным направлением вертикальной линии координатной сетки и направлением магнитного меридиана. Она равна алгебраической разности магнитного склонения и сближения меридианов: $ПН = (\pm\delta) - (\pm\gamma)$.

На местности при помощи компаса (буссоли) измеряют магнитные азимуты направлений, от которых затем переходят к дирекционным углам. На карте наоборот, измеряют дирекционные углы и от них переходят к магнитным азимутам направлений на местности (рис. 18).

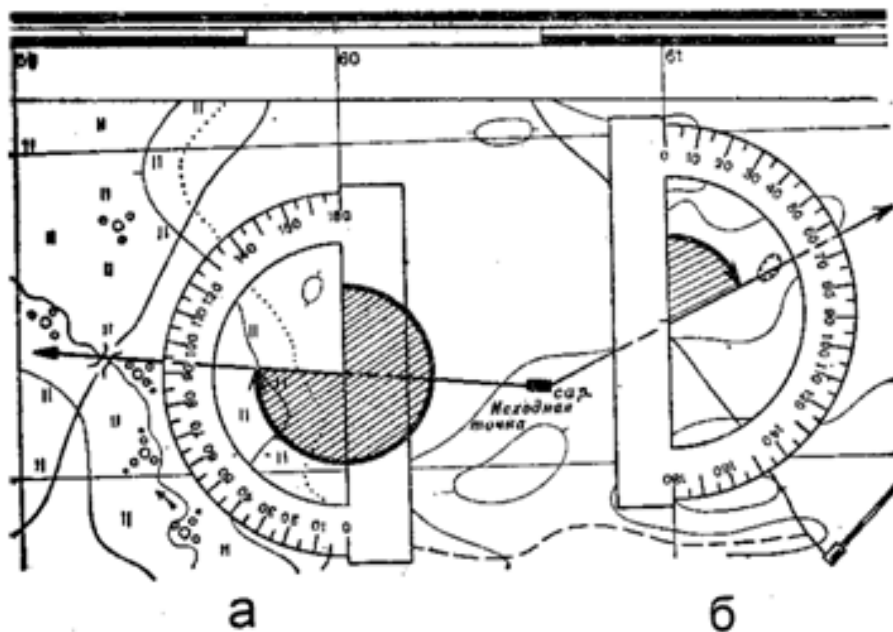


Рис. 18. Изменение дирекционных углов на карте транспортиром

Дирекционные углы на карте измеряются транспортиром или хордоугломером. Измерение дирекционных углов транспортиром производят в следующей последовательности:

- ориентир, на который измеряют дирекционный угол, соединяют прямой линией с точкой стояния так, чтобы эта прямая была больше радиуса транспортира и пересекала хотя бы одну вертикальную линию координатной сетки;

- совмещают центр транспортира с точкой пересечения, как показано на рис. 18 и отсчитывают по транспортиру значение дирекционного угла. В нашем примере дирекционный угол с точкой А на точку В равен 274° (рис. 18, а), а с точки А на точку С – 65° (рис. 18, б).

На практике часто возникает необходимость в определении магнитного А_м по известному дирекционному углу α , или, наоборот, угла α по известному магнитному азимуту.

Переход от дирекционного угла к магнитному азимуту и обратно выполняют тогда, когда на местности необходимо с помощью компаса (буссоли) найти направление, дирекционный угол которого измерен по карте, или наоборот, когда на карту необходимо нанести направление, магнитный азимут которого измерен, на местности с помощью компаса.

Для решения этой задачи необходимо знать величину отклонения магнитного меридиана данной точки от вертикальной километровой линии. Эту величину называют поправкой направления (ПН).

Поправка направления и составляющие ее углы – сближение меридианов и магнитное склонение указываются на карте под южной стороной рамки в виде схемы, имеющей вид, показанный на рис. 19.



Рис. 19. Схема магнитного склонения, сближения меридианов и поправка направления

Сближение меридианов (γ) – угол между истинным меридианом точки и вертикальной километровой линией зависит от удаления этой точки от осевого меридиана зоны и может иметь значение от 0° до $\pm 3^\circ$. На схеме показывают среднее для данного листа карты сближение меридианов.

Магнитное склонение (δ) – угол между истинным и магнитным меридианами указан на схеме на год съёмки (обновления) карты. В тексте, помещаемом рядом со схемой, приводятся сведения о направлении и величине годового изменения магнитного склонения.

Чтобы избежать ошибок в определении величины и знака поправки направления, рекомендуется следующий прием.

Из вершины углов на схеме (рис. 20) провести произвольное направление ОМ и обозначить дужками дирекционный угол α и магнитный азимут A_m этого направления. Тогда сразу будет видно, каковы величина и знак поправки направления.

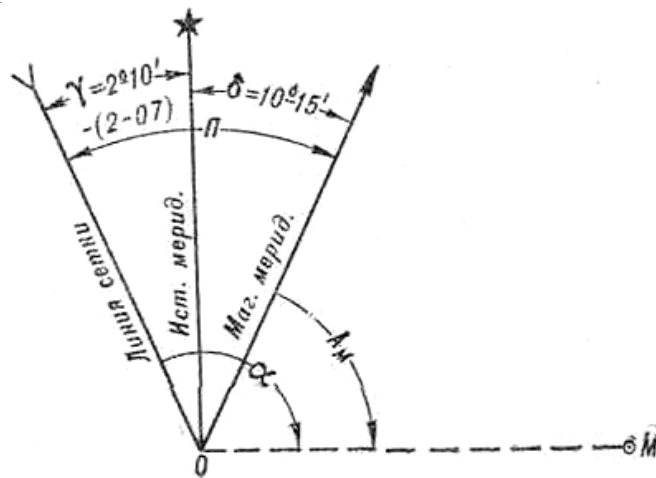


Рис. 20. Определение поправки для перехода от дирекционного угла к магнитному азимуту и обратно

Если, например, $\alpha = 97^\circ 12'$, то $A_m = 97^\circ 12' - (2^\circ 10' + 10^\circ 15') = 84^\circ 47'$.

Нахождение румбов напрямую зависит от величины дирекционного угла. Зависимость этих углов друг от друга подробно рассмотрена в учебном пособии «Геодезическое обеспечение лесозаготовительных производств» авторов Е.С. Денисовой и В.В. Пономаренко.

Задание: по фрагменту топографической карты определяются дирекционные углы, истинные азимуты, магнитные азимуты и румбы всех направлений (сторон) четырехугольного полигона 1-2-3-4. Результаты записываются в табл. 5.

Т а б л и ц а 5

Определение углов ориентирования

Направление	Дирекционный угол	Истинный азимут	Магнитный азимут	Румб
1-2	$82^\circ 30'$	$81^\circ 32'$	$75^\circ 32'$	СВ $82^\circ 30'$
2-3	169°	$168^\circ 02'$	$162^\circ 02'$	ЮВ 11°
3-4	293°	$292^\circ 02'$	$286^\circ 02'$	СЗ 67°
4-1	$356^\circ 30'$	$355^\circ 32'$	$349^\circ 32'$	СЗ $3^\circ 30'$

Контрольные вопросы

1. Какие углы ориентирования линий применяются в геодезии?
2. Дайте определение азимута, дирекционного угла и румба?
3. Как соотносятся азимуты, магнитные азимуты, дирекционные углы?
4. Какой знак имеет западное склонение магнитной стрелки?
5. Какой знак имеет величина сближение меридианов, если ее склонение восточное?
6. Соотношение дирекционных углов и румбов в разных четвертях.
7. По какой формуле определяется дирекционный угол последующего направления, если внутренний угол между двумя направлениями левый?
8. Как соотносятся дирекционные и внутренние углы полигона?
9. Напишите формулу определения дирекционного угла последующего направления, если внутренний угол правый.
10. Напишите формулу определения дирекционного угла последующего направления, если внутренний угол левый.

Практическая работа № 6

Цель работы: определение прямоугольных координат вершин хода аналитическим способом.

Методические рекомендации: координаты точек на топографическом плане, помимо графического способа, можно вычислить аналитическим способом (решая прямые геодезические задачи). Суть прямой геоде-

зической задачи состоит в том, что по известному дирекционному углу, длинам сторон полигона и координатам одной точки можно определить координаты всех углов полигона. Подробно решение прямой геодезической задачи рассмотрено в учебном пособии для обучающихся по данной дисциплине.

Задание: решая прямые геодезические задачи, студенты определяют прямоугольные координаты вершин четырехугольного полигона аналитическим способом используя данные полученные в ранее выполненных работах. Полученные данные вносятся в таблицу 6. В последнем столбце таблицы указывается разница между координатами вершин определенных графическим и аналитическим способами.

Т а б л и ц а 6

Соотношение координат определенных графическим и аналитическим способами

Номер точки	Прямоугольные координаты. Графический способ		Прямоугольные координаты. Аналитический способ		Величина расхождения (м)	
	$X_{Г}$	$Y_{Г}$	$X_{А}$	$Y_{А}$	$X_{А} - X_{Г}$	$Y_{А} - Y_{Г}$
1	6057886	6420222	6057885,68	6420222	- 0,32	0
2	6057968	6420828	6057966,14	6420830,75	-1,86	2,75
3	6056984	6421022	6056986,44	6421021,18	2,44	- 0,82
4	6057310	6420258	6057310,75	6420257,16	0,75	-0,84

Практическая работа № 7

Цель работы: определение длин и дирекционных углов полигона аналитическим способом.

Методические рекомендации: решая обратные геодезические задачи по известным координатам вершин полигона можно определить длины и дирекционные углы сторон полигона. Пример расчета представлен в учебном пособии. Однако для упрощения расчетов предлагается обратные геодезические задачи решать в виде табл. 7.

Т а б л и ц а 7

Расчет обратных геодезических задач

Обозначения	Направления			
	1-2	2-3	3-4	4-1
1	2	3	4	5
$X_{кон}$				
$X_{нач}$				
$\Delta X = X_{кон} - X_{нач}$				

Окончание табл. 7

1	2	3	4	5
$Y_{\text{кон}}$				
$Y_{\text{нач}}$				
$\Delta Y = Y_{\text{кон}} - Y_{\text{нач}}$				
$\text{tg } r = \Delta Y / \Delta X$				
arctgr, четверть				
$r^{\circ\prime\prime}$				
$\alpha^{\circ\prime\prime}$				
$d' = \Delta X / \cos \alpha$				
$d'' = \Delta Y / \sin \alpha$				
$d = (d' + d'') / 2$				

Четверть румба определяется по знаку приращения координат (табл. 8).

Таблица 8

Знаки приращений координат ΔX и ΔY

Приращения координат	Четверть окружности в которую направлена линия			
	I (СВ)	II (ЮВ)	III (ЮЗ)	IV (СЗ)
ΔX	+	-	-	+
ΔY	+	+	-	-

Задание: решая обратные геодезические задачи, студенты определяют дирекционные углы всех направлений (сторон полигона). Определяются длины линий (стороны четырехугольного полигона) по всем приведенным формула.

Средние значения расстояний и углов вносятся в табл. 9. Определяются и вносятся в табл. 9 расхождения между графическими и аналитическими значениями дирекционных углов и длинами сторон полигона 1-2-3-4.

Таблица 9

Определение дирекционных углов и длин линий аналитическим способом

Направление	Длина d (м) Графический способ	Длина d (м) Аналитический способ	Расхождение (м).	Дирекционный угол. Граф. способ	Дирекционный угол. Аналит. способ	Расхождение
1-2	614	614,04	0,04	82°30'	82° 28' 04"	1'56"
2-3	998	997,99	- 0,01	169°	169°00'01"	1"
3-4	830	830	0,00	293°	293°00'01"	1"
4-1	576	575,99	-0,01	356°30'	356°30'02"	2"

Контрольные вопросы

1. В чем смысл прямой геодезической задачи?
2. Что определяется при решении прямой геодезической задачи?
3. Напишите формулы определения приращений координат.
4. Как зависят знаки приращений координат от значения дирекционного угла?
5. На какую тригонометрическую функцию дирекционного угла умножается горизонтальное проложение, чтобы определить приращение по оси X ?
6. На какую тригонометрическую функцию дирекционного угла умножается горизонтальное проложение, чтобы определить приращение по оси Y ?
7. С чем связана разница в определении координат, графическим и аналитическим способами?
8. Напишите формулы определения координат последующей точки.
9. Определите знаки приращения координат второй четверти.
10. Определите знаки приращения координат четвертой четверти.
11. Какие вопросы решаются при решении обратной геодезической задачи?
12. Когда учитываются знаки приращения координат при решении обратной геодезической задачи?
13. Как определяется дирекционный угол?
14. Как определяются приращения координат при решении обратной геодезической задачи?
15. Какой угол ориентирования определяется при решении обратной геодезической задачи?
16. По каким формулам определяются горизонтальные проложения между точками?
17. С чем связана разница в определении дирекционных углов и горизонтальных проложений полученных, графическим и аналитическим способами?
18. В какой четверти находится заданное направление, если знаки приращения координат равны: $\Delta X -$; $\Delta Y +$?
19. Чему равен дирекционный угол если: $\Delta X = - 354\text{м.}$; $\Delta Y = 832\text{ м.}$
20. Чему равны знаки приращения координат, если дирекционный угол равен 132° ?

Тема 4. ИЗМЕРЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ УЧАСТКОВ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ. ТОЧНОСТЬ ПОЛОЖЕНИЯ КОНТУРНЫХ ТОЧЕК НА ПЛАНАХ

Практическая работа №8

Цель работы: изучение способов определения площадей земельных участков по топографической карте. Определение площадей графическим и аналитическим способами.

Методические рекомендации: на практике применяют различные способы определения площадей. Применение того или иного способа зависит от хозяйственного значения участков, их размеров и форм (конфигурации и вытянутости), наличия или отсутствия результатов измерений линий и углов на местности и планово-картографического материала требуемой точности при решении инженерно-технических и планово-экономических задач.

Известны аналитический, графический и механический способы определения площадей. Нередко применяют сочетания этих способов, то есть их используют комбинированно.

Наряду с величиной площади требуется знать и точность ее определения. В зависимости от хозяйственной значимости участков и массивов, их размеров, конфигурации и вытянутости, наличия результатов измерения линий и углов на местности и планово-картографического материала, а также топографических условий местности применяются следующие способы определения площадей.

Аналитический – площади вычисляют по результатам измерений линий и углов на местности с применением формул геометрии. Это наиболее точный метод, т.к. на точность определения влияет только погрешности измерения на местности. Допустимая ошибка при этом методе 1/500.

Графический – площади вычисляют по результатам измерений линий по плану, когда участок, изображенный на плане разбивают на простейшие фигуры и проводят измерения при помощи палетки параллельной или квадратной.

Механический – площади определяют по плану при помощи специальных приборов – планиметров, дигитайзеров. Этот способ менее точен, но более всего распространен т.к. пользуясь им можно быстро и просто определить площадь участка любой формы. Допустимая ошибка при этом методе 1/400. В современных условиях применяют четвертый метод – электронный способ. Он связан с картами в электронном виде, т.е. с использованием ПК.

Наиболее точным, но требующим больших материальных затрат на производство полевых измерений, является аналитический способ, так как

его точность не зависит от точности плана. Его применяют для вычисления площадей, когда по их границам проложены теодолитные ходы и полигоны, а также при обмере ценных в хозяйственном отношении участков.

Менее точен графический способ, так как, помимо погрешностей измерений на местности, на точность влияет погрешность плана. Его применяют для определения площадей, ограниченных ломаными линиями. Чем меньше площадь участка, тем больше относительная погрешность. Для больших площадей точность этого способа приближается к точности аналитического.

Наименее точным, но наиболее распространенным является механический способ, так как, пользуясь им, можно быстро и просто определить площадь участка любой формы. Его применяют при определении площадей с извилистыми границами.

Аналитический способ является наиболее точным. Состоит в расчете площади по результатам измерений линий и углов на местности или по их функциям – координатам согласно формулам.

При определении площадей участки разбивают на простейшие геометрические фигуры (преимущественно треугольники, прямоугольники, реже трапеции), затем суммируют рассчитанные с применением формул геометрии и тригонометрии площади этих фигур.

Если по границам участка проложен теодолитный ход, то площадь всего участка или его части можно вычислить по следующим формулам:

а) площадь треугольника по двум сторонам S_1 , S_2 и углу между ними β (рис.21):

$$2P = S_1 \times S_2 \times \sin\beta$$

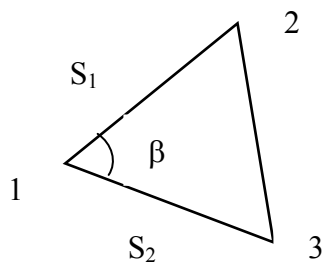


Рис.21. Определение площади треугольника

б) площадь четырехугольника:

– по четырем сторонам S_1 , S_2 , S_3 , S_4 и двум противоположным углам β_2 , β_4 (рис.22, а)

$$2P = S_1 \times S_2 \times \sin\beta_2 + S_3 \times S_4 \times \sin\beta_4$$

– по трем сторонам S_1 , S_2 , S_3 и двум углам β_2 , β_3 заключенным между ними (рис.22, б)

$$2P = (S_1 \times S_2 \times \sin\beta_2 + S_2 \times S_3 \times \sin\beta_3 + S_1 \times S_3 \times \sin(\beta_2 + \beta_3 - 180^\circ))$$

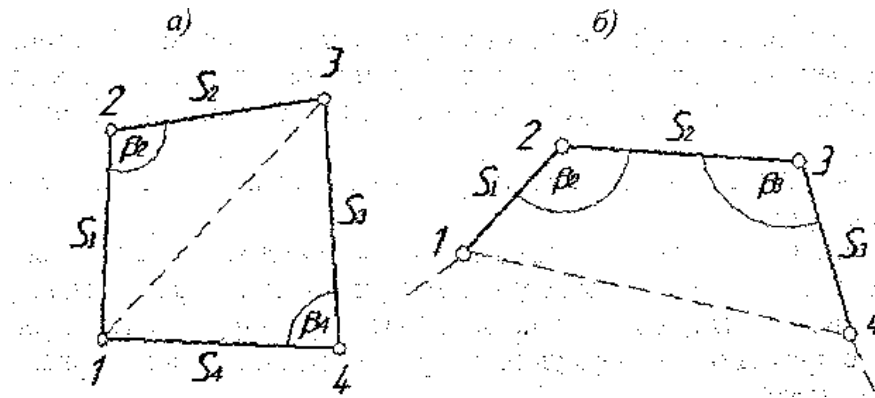


Рис.22. Определение площади четырехугольника

Если по границам землепользований или частей землепользований проложены теодолитные ходы, то площади можно вычислить по координатам вершин полигонов.

Для вычисления площади полигона по координатам можно использовать любую из нижеприведенных формул:

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

где i – порядковый номер поворотной точки границы;

x_i и y_i – абсцисса и ордината поворотной точки с порядковым номером i .

То есть удвоенная площадь полигона равна сумме произведений каждой абсциссы на разность ординат последующей и предыдущей точек. Либо, удвоенная площадь полигона равна сумме произведений каждой ординаты на разность абсцисс предыдущей и последующей точек.

Эти формулы применяются для определения площадей, когда координаты вершин полигона выписаны по ходу часовой стрелки.

Для сокращения вычислений площадей участков до 200 га координаты точек округлить до 0,1 м, а более 200 га – до 1 м.

Графический способ выгодно применять в том случае, если граница участка – ломаная линия с небольшим числом поворотов.

Графический способ определения площадей по плану иначе называется геометрическим. Он состоит в разделении фигуры, изображенной на плане, на треугольники, близкие к равносторонним. В каждой фигуре на плане измеряют высоту и основание, по которым вычисляют площадь по формуле:

$$2P = a \times h$$

где a – основание треугольника, м;

h – высота треугольника, м.

Площадь всей фигуры определяется как сумма площадей треугольников. Число треугольников не влияет на точность вычисления всей площади.

Для контроля и повышения точности площадь каждого треугольника вычисляют дважды по разным высотам и основаниям. Если расхождение между двумя значениями площади не превышает допустимого $\Delta P_{\text{доп}}$, то из двух значений площади выводят среднее.

$$\Delta P_{\text{доп}} = 0,04 \frac{M}{10000} \sqrt{2P}$$

где M – значение численного масштаба плана;

P – приближенное значение площади треугольника, га.

При большом числе поворотных точек эффективность этого способа снижается. Поэтому при вычислении площадей участков, имеющих большое число углов, следует применить другой способ.

Определение площадей палетками (рис.23). Вместо разбивки участка на отдельные фигуры для определения площадей небольших участков можно применять палетки: квадратную или параллельную.

Квадратную палетку изготавливают из прозрачного материала, на который нанесена сетка квадратов со сторонами 2-4 мм.

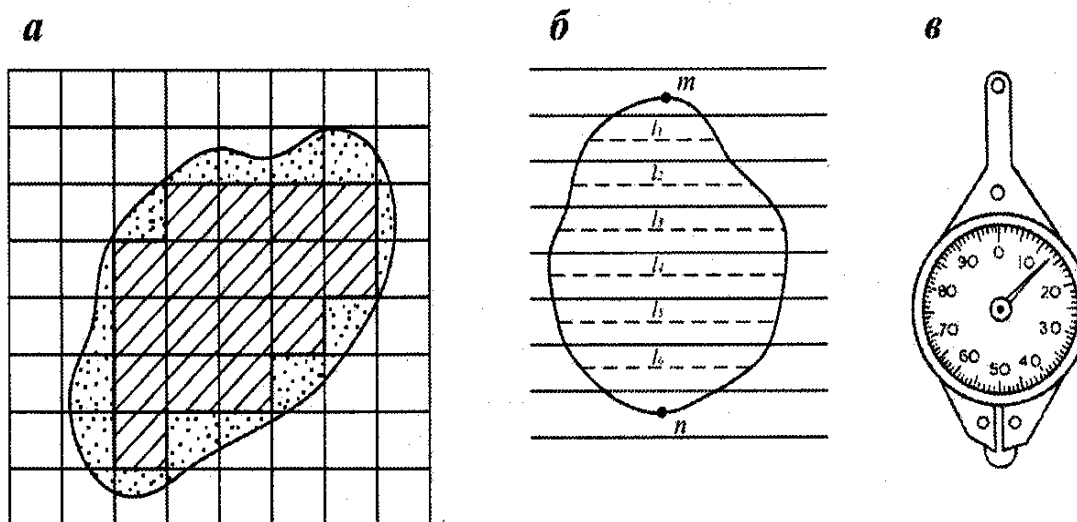


Рис.23. Определение площади:
а – квадратной палеткой; б – параллельной (линейной) палеткой;
в – курвиметром

Наложив такую палетку на контур, площадь которого нужно определить, необходимо сосчитать, сколько полных и сколько неполных квадратов помещается в пределах контура. При этом доли неполных квадратов оценивают на глаз (рис.23, а).

Площадь одного квадрата на палетке выражают в масштабе плана. Зная площадь одного квадрата и общее число квадратов, занимаемых контуром, получают площадь контура. Квадратной палеткой рекомендуется измерять площади замкнутого контура размером не более 2 см^2 .

Палетка с параллельными линиями представляет собой прозрачный материал, на который, нанесены параллельные линии с интервалом 2 мм.

При определении площади контура с помощью такой палетки ее прикладывают таким образом, чтобы крайние точки М и N были размещены на середине между параллельными линиями (рис.23, б). В результате контур будет разделен, на трапеции, у которых сплошные линии являются средними линиями трапеции, а пунктирные (на палетке их нет) – основаниями трапеций. Чтобы определить площадь контура, необходимо измерить средние линии трапеций; так как высоты всех трапеций одинаковы и заранее вычислены, то произведение сумм длин средних линий на высоту даст общую площадь контура:

$$P = \sum_{i=1}^n S_i \times h$$

Суммарная длина отрезков может быть замерена с помощью курвиметра (рис.23, в) – прибора для измерения длин линий на плане (карте). Для этого колесо курвиметра последовательно прокатывают по измеряемым линиям и по разности начального и конечного отсчетов на циферблате определяют суммарную длину отрезков в сантиметрах плана. Для контроля измеряют площадь при втором положении палетки, развернув ее на 60° – 90° относительно первоначального положения.

Задание: по выданному фрагменту топографической карты, студенты определяют площадь вынесенного на нее полигона графоаналитическим способом. То есть, определяют площадь полигона с помощью квадратной и параллельной палеток. Данные вносятся в таблицу 10. Площадь полигона определяется также аналитическим способом. В первом случае полигон делится на простые геометрические фигуры и с помощью циркуля и поперечного масштаба измеряются линии необходимые для подсчета площадей. Далее площади суммируются, и полученная общая площадь вносится в табл. 10. Во втором случае площадь полигона определяется по прямоугольным координатам его вершин. Вычисленная площадь также вносится в табл. 10. Разница между площадями, замеренными различными способами не должна превышать 0.5 гектара.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные способы измерения площадей.
2. На чем основан графоаналитический способ измерения площадей?
3. Какие виды палеток, чаще всего применяются при измерении площадей?
4. На какую основу наносятся палетки?
5. Как измеряется площадь при помощи квадратной палетки?
6. Как измеряется площадь при помощи параллельной палетки?
7. На чем основан аналитический способ измерения площадей?

8. Какими способами измеряются площади при использовании аналитического метода?

9. Приведите формулы, применяемые при определении площади участка по прямоугольным координатам его вершин.

10. Какое расхождение допустимо при измерении площадей разными способами?

Практическая работа № 9

Цель работы: определение площадей механическим способом. Научиться работать с электронным планиметром.

Методические рекомендации: механический способ основан на использовании приборов – планиметров для измерения на картах (планах) площадей участков.

Механический способ определения площадей участков менее точен, но наиболее распространен, так как, пользуясь им можно быстро и просто определять по плану площадь участка любой формы.

Площади узких объектов (дорог, канав и др.) вычисляют по фактической ширине на местности и длине, определяемой по плану. При обводе контуров их включают в прилежащий контур, а после увязки площадей контуров исключают их из площади соответствующего контура как вкрапленный.

Невязка распределяется на секции пропорционально их площадям. Допустимость невязки в сумме площадей контуров с площадью секции (или землепользования, если оно не разделялось на секции) определяют по формуле:

$$f_p \leq 0,7p\sqrt{n} + 0,05\frac{M}{10000}\sqrt{P},$$

где p – цена деления планиметра;

n – число контуров, обводимых планиметром;

M – знаменатель численного масштаба плана;

P – площадь секции (землепользования), га.

Невязка распределяется на площади контуров пропорционально увязываемым площадям.

Планиметром определяют площади контуров любой конфигурации, но не менее 1 см^2 на плане двумя обводами каждого контура при любом положении полюса, при среднем прямом угле между рычагами, который при обводе не должен быть менее 30° и более 150° . При отсчете по счетному ролику рычаги должны образовывать угол, близкий к прямому. При определении площади, ограниченной контуром, необходимо убедиться в отсутствии препятствий для обводки.

Площади вычисляют по формуле:

$$P = p \times (n_2 - n_1)$$

где p – цена деления планиметра, определяемая по формуле:

$$p = \frac{S_{\text{кв}}}{(n_2 - n_1)_{\text{ср}}}$$

где $S_{\text{кв}}$ – площадь двух квадратов в масштабе плана, га (для масштаба 1:10000 площадь одного квадрата со стороной 10 см равна $1000 \text{ м}^2 = 100 \text{ га}$);

n_1 и n_2 – отсчеты по планиметру до и после обвода контура.

Значения вычисленных площадей округляют до 0,01 га при масштабе 1:10000 и крупнее, и до 0,1 га – при масштабе 1:25000 и мельче.

В последние годы на практике находят применение автоматизированные устройства для измерения площадей – электронные планиметры. Примером таких приборов является цифровой планиметр PLANIX, позволяющий автоматически выполнять вычисление площадей.

Устройство электронного планиметра приведено в учебном пособии по данной дисциплине и правила работы с ним.

Задание: студенты измеряют площадь заданного им полигона (четырёхугольника), с помощью планиметра PLANIX 7.

Данные измерений вносятся в таблицу 10. В таблице 10 приведены площади четырёхугольника 1-2-3-4, вычисленные пятью разными способами.

Т а б л и ц а 1 0

Результаты измерения площади четырёхугольного полигона

Наименование	Графоаналитический способ		Аналитический способ		Механический способ
	Квадратная палетка	Параллельная палетка	Вычисление площади, как суммы площадей, простых геометрических фигур	Вычисление площади полигона по прямоугольным координатам его вершин	
Площадь в (м ²)	5199789	520032	519984	519785	520500
Площадь в (га).	51,998	52,00	51,998	51,98	52,05

Полученные расхождения менее 0,1 га можно считать не существенными.

Контрольные вопросы

1. Какие виды планиметров вы знаете?
2. Напишите формулу определения цены деления полярного планиметра?

3. Как определяется площадь полярным планиметром?
4. Назовите основные детали роликового планиметра PLANIX 7.
5. В какой последовательности определяется площадь участка планиметром PLANIX 7.
6. Для чего предназначена кнопка SCALE?
7. Как определить площадь участка, получив среднее из нескольких измерений?
8. Для чего служит клавиша HOLD?
9. Как определяется суммарная площадь нескольких участков?
10. Как определить площадь участка, внутри которого находится участок меньшего размера?

Тема 5. ТОЧНЫЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ ТЕОДОЛИТЫ. ИЗМЕРЕНИЕ УГЛОВ И ДАЛЬНОМЕРНЫХ РАССТОЯНИЙ

Практическая работа №10

Цель работы: изучение устройства теодолита 4Т30. Приведение теодолита в рабочее положение.

Методические рекомендации: по конструкции современные теодолиты подразделяются на оптические, электронные и лазерные (электронный теодолит со встроенным лазером). Все точные теодолиты снабжены компенсатором.

По точности измерений они подразделяются на:

- а) высокоточные со среднеквадратической погрешностью измерения одним приемом до 1";
- б) точные – 2-5";
- в) технические 15 – 60".

Технический оптический теодолит 4Т30п предназначен для выполнения инженерно-геодезических работ, для измерения горизонтальных и вертикальных углов в теодолитных и тахеометрических ходах, при создании плановых и высотных съемочных сетей, для измерения расстояния с помощью нитяного дальномера, определения магнитных азимутов по ориентир буссоли. Масса теодолита (без футляра) равна 2.3 килограмма.

Устройство, порядок работы с теодолитом подробно описано в учебном пособии «Геодезическое обеспечение лесозаготовительных производств».

Задание: после изучения устройства и правил работы с теодолитом обучающийся обязан в индивидуальном порядке ответить устройство и установить прибор в рабочее положение.

Практическая работа № 11

Цель работы: измерение горизонтального и вертикального углов с помощью теодолита 4Т-30.

Методические рекомендации: при изучении теоретического курса по дисциплине «Геодезическое обеспечение лесозаготовительных производств», обучающий должен изучить порядок работы при измерении горизонтального и вертикального углов.

Для наглядности и удобства определения горизонтального угла способом полуприемов полученные измерения лучше заносить в табл. 11.

Т а б л и ц а 11

Измерение горизонтального угла

№ станции	Точки визирования	Наименование отсчета	Отсчет по гор. кругу.	Угол	Среднее значение угла.
3	8	КЛ1	89°25'	β1 = 51°40'	β _{ср} = 51°40'
	1	КЛ2	37°45'		
	8	КП1	269°30'	β2 = 51°40'	
	1	КП2	217°50'		

Для определения вертикального угла необходимо знать формулы для его расчета.

Задание: на занятии студенты, разбившись на несколько бригад по несколько человек, приводят прибор в рабочее положение и измеряют горизонтальный угол, при двух положениях вертикального круга. Данные измерений вносятся в табл. 11. Результаты измерений проверяются преподавателем. Определяют вертикальный угол при двух положениях вертикального круга. Вычисляется вертикальный угол по формулам:

$$\gamma = (КЛ - КП) / 2 = [5^{\circ}28' - (-5^{\circ}27')] / 2 = 5^{\circ}27'30''.$$

Вычисляют место нуля вертикального круга по формуле:

$$МО = (КЛ + КП) / 2 = [5^{\circ}28' + (-5^{\circ}27')] / 2 = 30''.$$

Для контроля вычисляем вертикальный угол еще по двум формулам:

$$\begin{aligned} \gamma &= КЛ - МО = 5^{\circ}28' - 30'' = 5^{\circ}27'30''; \\ \gamma &= МО - КП = 30'' - (-5^{\circ}27') = 5^{\circ}27'30''. \end{aligned}$$

Практическая работа № 12.

Цель работы: измерение дальномерного расстояния с помощью теодолита 4Т-30.

Методические рекомендации: в учебном пособии «Геодезическое обеспечение лесозаготовительных производств» подробно рассмотрен вопрос определения дальномерных расстояний.

Задание: студенты разбившись на бригады наводят зрительную трубу на рейку расположенную под меткой, выводят трубу в горизонтальное

положение и определяют дальномерное расстояние. Результаты измерений проверяются преподавателем.

Контрольные вопросы

1. Предназначение теодолита 4Т – 30?
2. Назовите основные части нижней, некрутящейся части теодолита.
3. Роль подъемных винтов?
4. Для чего служит подставка теодолита?
5. Для чего предназначены лимб и алидада?
6. При каком положении закрепительных винтов лимба и алидады можно брать отсчет по горизонтальному кругу?
7. Чем отличаются лимбы горизонтального и вертикального кругов?
8. Для чего предназначен наводящий винт алидады?
9. Как с помощью рукоятки перевода лимба на шкале микроскопа устанавливается нулевой отсчет?
10. Что достигается вращением диоптрийного кольца окуляра зрительной трубы?
11. Назначение наводящего винта зрительной трубы?
12. Что такое кремальера?
13. Опишите порядок действий по приведению теодолита в рабочее положение.
14. Порядок измерения горизонтального угла одним полным приемом
15. Что такое вертикальный угол?
16. Как устроены лимб и алидада вертикального круга?
17. Порядок действий при измерении вертикального угла.
18. Что такое место нуля вертикального круга?
19. Каково допустимое значение места нуля?
20. Напишите формулы для определения вертикального угла?
21. Как определяется расстояние с помощью оптического дальномера?
22. Какова погрешность измерения расстояний нитяным дальномером?
23. Чему равен коэффициент дальномера теодолита 4Т30п?
24. С какой целью при измерении расстояний и вертикальных углов измеряется высота прибора?

Практическая работа № 13

Цель работы: проведение поверок и юстировок теодолита 4Т-30.

Методические рекомендации: целью поверок и юстировок теодолита является выявление отступлений от основных геометрических условий теодолита, вызванных нарушением правильного взаимного расположения его частей и осей. Поверки и, если необходимо юстировки следует проводить систематически.

Проведение поверок и юстировок выполняется после изучения теоретического курса по данной дисциплине, где подробно рассмотрен процесс выполнения поверок и юстировок.

Задание: обучающиеся разбившись на бригады выполняют работу в следующем порядке:

➤ Теодолит 4Т-30П устанавливается на инструментальный столик, приводится в рабочее положение.

➤ Если пузырек цилиндрического уровня при повороте на 180° , не отклонился более одного деления, то условие первой поверки считается выполненным, в противном случае делается юстировка.

➤ Для выполнения второй поверки выбирают точку, при наблюдении на которую, зрительную трубу устанавливают приблизительно горизонтально. Приведя теодолит в рабочее положение делают отсчеты при КЛ1 и КП2. Коллимационную погрешность рассчитываем по формуле $C = (КЛ1 - КП1 \pm 180^\circ)/2$.

➤ Если величина коллимационной погрешности не превышает $1'$, то условие второй поверки считается выполненным, в противном случае делается юстировка.

➤ Для выполнения третьей поверки в лабораторных условиях теодолит наводится на высоко расположенную точку при КЛ, закрепляются винты лимба и алидады и зрительная труба опускается вниз, где делается отметка мелом. Действие повторяется при круге право. Если вертикальная нить сетки нитей попадает в ту же точку, то условие третьей поверки считается выполненным. В противном случае исправление необходимо выполнять в специальной мастерской или на заводе.

➤ Для выполнения четвертой поверки теодолит наводится на хорошо видимую точку и наводящим винтом зрительной трубы по вертикали перемещается сетка нитей. Если вертикальная нить не сходит с выбранной точки, то условие четвертой поверки считается выполненным, в противном случае делается юстировка.

➤ Для выполнения пятой поверки определяется место нуля вертикального круга. Если значение МО не превышает $1'$, то условие пятой поверки считается выполненным, в противном случае делается юстировка.

➤ Практическая работа оформляется в тетради каждого студента.

Контрольные вопросы

1. Для чего служат исправительные (юстировочные) винты?
2. С какой периодичностью выполняются поверки и юстировки?
3. Для чего проводятся поверки и юстировки теодолита?
4. Как производится первая поверка, а при необходимости и юстировка теодолита?

5. Что такое коллимационная погрешность? Как она определяется и вычисляется?
6. Как производится юстировка теодолита после второй поверки?
7. Опишите порядок работы при выполнении третьей поверки?
8. Для чего выполняется четвертая поверка?
9. Каким образом производится исправление, после выполнения 4 поверки?
10. Как определяется место нуля вертикального круга (порядок действий при определении)?
11. Каким образом место нуля приводится к нулю?

Тема 6. КЛАССИФИКАЦИЯ НИВЕЛИРОВ. ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ НИВЕЛИРОВАНИЕ

Практическая работа № 14

Цель работы: изучение устройства нивелира Н-3. Изучение технических характеристик нивелиров, проведение анализа по техническим характеристикам.

Методические рекомендации: по конструкции современные нивелиры подразделяются на:

- оптические;
- цифровые;
- лазерные.

Теоретический курс по данному вопросу рассмотрен в учебном пособии по дисциплине «Геодезическое обеспечение лесозаготовительных производств».

Задание: в рабочей тетради обучающийся должен представить анализ технических характеристик нивелиров, а так же в индивидуальном порядке ответить устройство нивелира Н-3 и порядок работы при приведении его в рабочее положение.

Практическая работа № 15, 16

Цель работы: работа с нивелиром Н-3. Изучение способов геометрического нивелирования.

Методические рекомендации: в геометрическом нивелировании, превышения определяются отсчетом горизонтальным лучом визирования по вертикальным рейкам, на которых нанесены сантиметровые деления. Визирование осуществляется нивелиром. Существует два способа гео-

метрического нивелирования: нивелирование вперед и нивелирование из середины.

Задание: студенты делятся на бригады по несколько человек и выполняют работу в следующем порядке:

- Приведение нивелира в рабочее положение.
- Выбор точек нивелирования.
- Снятие отсчетов по черной и красной сторонам реек(таблица12).
- Определение разницы между отсчетами, полученными по черной и красной сторонам рейки (контроль измерений).
- Определение превышений между связующими точками.

$$h_1 = 0650 - 2702 = -2052;$$

$$h_2 = 5435 - 7487 = -2052;$$

$$h_{\text{ср}} = -2052 \text{ мм.}$$

- Определение абсолютной отметки второй точки(отметка первой точки задается преподавателем).

$$H_2 = 50,480 - 2,052 = 48,428 \text{ м.}$$

- Вычисление горизонта прибора:

$$\text{ГП1} = 50,480 + 0,650 = 51,13;$$

$$\text{ГП2} = 48,428 + 2,702 = 51,13;$$

$$\text{ГП}_{\text{ср}} = (\text{ГП1} + \text{ГП2}) / 2 = 51,13 \text{ м.}$$

- Определение абсолютной отметки промежуточной точки:

$$H_3 = \text{ГП}_{\text{ср}} - 1,600 = 49,53 \text{ м.}$$

- Оформление журнала нивелирования (табл. 12).

Т а б л и ц а 1 2

Журнал технического нивелирования

№ станции	№ точки	Отсчеты			Превышение, h	Среднее превышение	Горизонт прибора ГП1 ГП2 ГПср	Абсолютная отметка точки, Н
		Задняя	Передняя	Промежуточная				
I	1	0650			-2052		51,13	50,480
		5435				-2052	51,13	
	2		2702		-2052		51,13	48,428
			7487					
3				1600				49,53

Контрольные вопросы

1. К какому типу нивелиров относится нивелир Н-3?
2. Назовите основные элементы нижней, не крутящейся части нивелира?
3. Каково назначение элевационного винта?
4. Для чего служит круглый уровень?
5. Что такое кремальера?

6. Когда можно утверждать, что пузырек цилиндрический уровня находится в нульпункте?

7. Перечислите последовательность установки нивелира в рабочее положение?

8. Какие способы геометрического нивелирования вы знаете?

9. Что такое высота прибора?

10. Какие точки называются связующими, их роль при нивелировании?

11. Значение промежуточных точек?

12. Почему система высот в РФ называется Балтийской?

Практическая работа № 17

Цель работы: проведение поверок и юстировок нивелира Н-3.

Методические рекомендации: целью поверок и юстировок, является выявление отступлений от идеальной геометрической схемы нивелиров, вызванных нарушением правильного взаимного расположения их частей и осей. Поверки и, если необходимо юстировки следует выполнять систематически.

Задание: студенты выполняют работу в следующем порядке:

1. Нивелир Н-3 устанавливается на инструментальный столик, приводится в рабочее положение.

2. Если пузырек круглого уровня при повороте на 180° остался в нульпункте то условие первой поверки считается выполненным, в противном случае делается юстировка.

3. Для выполнения второй поверки выбирают точку, наводим на нее среднюю нить зрительной трубы и вращая наводящий винт наблюдаем не сходит ли нить с выбранной точки. Если нить остается на точке то условия поверки считаются выполненными, в противном случае делается юстировка.

4. Выполнение третьей основной поверки.

5. практическая работа оформляется в тетради каждого студента.

Контрольные вопросы

1. Что такое поверки и юстировки нивелира Н-3?

2. Для чего они производятся?

3. Порядок выполнения первой поверки?

4. В каком случае делается юстировка прибора?

5. Последовательность выполнения второй поверки?

6. Как производится юстировка прибора?

7. Каково главное геометрическое условие нивелира?

8. Какова последовательность выполнения третьей основной поверки нивелира?

9. Для чего служат исправительные (юстировочные) винты?

10. С какой периодичностью выполняются поверки и юстировки?

Тема 7. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ЛЕСОУСТРОЙСТВЕ

Практическая работа №18

Цель работы: изучение основных геодезических работ при лесоустройстве.

Методические рекомендации: геодезические работы – комплекс работ, выполняемых для решения задач в геодезии.

Геодезические работы разделяются на полевые и камеральные.

К полевым работам относят технологические процессы геодезического производства, осуществляемые на местности. А камеральные работы подразумевают собой технологические процессы геодезического производства, осуществляемые в производственных помещениях, т.е. вне местности.

Геодезические работы – полевые и камеральные работы, основным назначением которых является сбор данных для определения фигуры, размеров, гравитационного поля Земли, координат точек земной поверхности и их изменений во времени.

Задание: в рабочей тетради после изучения теоретического курса, обучающемуся предстоит написать конспект на тему: «Геодезические работы при лесоустройстве» и ответить на практическом занятии, проходящем в виде дискуссии.

Контрольные вопросы

1. Перечислите задачи съёмочно-геодезических работ.
2. В каких случаях проводят первичное лесоустройство?
3. В каких случаях проводят повторное лесоустройство?
4. С какой целью проводят съёмочно-геодезические работы на лесоустраиваемой территории?
5. Какие лесоустроительные знаки используют для обозначения хозяйственных границ и квартально-визирной сети?
6. Для каких целей выполняют промер ходовых линий?
7. В каком порядке изготавливают лесоустроительные планшеты?
8. Расскажите о прорубке квартальных и визирных линий.
9. Как готовят геодезическую основу планшетов по картам и аэрофотоснимкам?
10. Назовите основные задачи лесохозяйственного проектирования по картам и планам.
11. Порядок проведения инвентаризации лесов.
12. Выполнение выделения лесосек.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Денисова Е.С. Геодезическое обеспечение лесозаготовительных производств: учеб. пособие / Е.С. Денисова, В.В. Пономаренко. – Пенза: ПГУАС, 2016. – 107 с.
2. Золотова Е.В. Геодезия с основами кадастра: учебник / Е.В.Золотова, Р.Н. Скогорева. – М: Академический Проект; Трикста,2011. – 413с.
3. Неумывакин Ю.К. Практикум по геодезии / Ю.К.Неумывакин. – М.: КолосС, 2008. – 318 с.
4. Поклад Г.Г. Геодезия: учебник / Г.Г. Поклад, С.П. Гриднев. – М.: Академический проект, 2008. – 592с.
5. Федотов Г.А. Инженерная геодезия: учебник/ Г.А. Федотов. – М.: Высш.шк.,2009.
6. Пономаренко В.В. Геодезия: учеб. пособие / В.В. Пономаренко. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 164 с.
7. Пономаренко В.В. Мультимедийный курс лекций по геодезии [Электронный ресурс] / В.В. Пономаренко. – Пенза: ПГУАС, 2013.
8. Пономаренко В.В. Составление топографического плана участка [Электронный ресурс] / В.В. Пономаренко.– Пенза. ПГУАС. 2010.
9. Пономаренко В.В.Решение геодезических задач. Часть 1. Решение геодезических задач с применением нивелира [Электронный ресурс]/ В.В. Пономаренко, Л.Н.Золотцева. – Пенза. ПГУАС. 2010.
10. Пономаренко В.В. Решение геодезических задач. Часть 2. Решение геодезических задач с применением теодолита [Электронный ресурс] / В.В. Пономаренко, Л.Н. Золотцева. – Пенза. ПГУАС. 2010.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
Тема 1. ПЛАНОВО-КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ. УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ	5
Практическая работа №1	5
Тема 2. МАСШТАБ. СИСТЕМА КООРДИНАТ	9
Практическая работа № 2.	9
Практическая работа № 3	14
Практическая работа №4	17
Тема 3. УГЛЫ ОРИЕНТИРОВАНИЯ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ ТОЧЕК, ДИРЕКЦИОННЫХ УГЛОВ И ДЛИН СТОРОН ПОЛИГОНА АНАЛИТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ	23
Практическая работа № 5	23
Практическая работа № 6	27
Практическая работа № 7	28
Тема 4. ИЗМЕРЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ УЧАСТКОВ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ. ТОЧНОСТЬ ПОЛОЖЕНИЯ КОНТУРНЫХ ТОЧЕК НА ПЛАНАХ.....	31
Практическая работа №8	31
Практическая работа № 9	36
Тема 5. ТОЧНЫЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ ТЕОДОЛИТЫ. ИЗМЕРЕНИЕ УГЛОВ И ДАЛЬНОМЕРНЫХ РАССТОЯНИЙ.....	38
Практическая работа №10	38
Практическая работа № 11	39
Практическая работа № 12.....	39
Практическая работа № 13	40
Тема 6. КЛАССИФИКАЦИЯ НИВЕЛИРОВ. ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ НИВЕЛИРОВАНИЕ.....	42
Практическая работа № 14	42
Практическая работа № 15, 16	42
Практическая работа № 17	44
Тема 7. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ЛЕСОУСТРОЙСТВЕ	45
Практическая работа №18	45
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	46

Учебное издание

Денисова Екатерина Сергеевна
Пономаренко Вячеслав Витальевич

**ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ЛЕЗОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

Методические указания к практическим работам
по направлению подготовки
35.03.02 «Технология лесозаготовительных
и деревоперерабатывающих производств»

В авторской редакции
Верстка Т.Ю. Симутина

Подписано в печать 1.06.16. Формат 60×84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать офсетная.
Усл.печ.л. 2,79. Уч.-изд.л. 3,0. Тираж 80 экз.
Заказ № 334.

Издательство ПГУАС.
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28.