

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ЛЕСА»

## **ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ И ЛЕСНЫЕ КАРТЫ (ПЛАНЫ)**

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом  
университета в качестве учебно-методического пособия  
для студентов специальностей 250401, 250201, 250203



Москва

Издательство Московского государственного университета леса

2010

УДК 528

T58

*Разработано в соответствии с Государственным образовательным стандартом ВПО 2000 г. для направлений подготовки 656200 и 656300 на основе примерной программы дисциплины «Геодезия»*

**Авторы: Э. В. Степина, А. В. Тибуков, Е. В. Щербакова,**

Рецензент: доцент кафедры лесоводства и подсочки леса Ф. А. Никитин

Работа подготовлена на кафедре геодезии и строительного дела

**T58 Топографические** и лесные карты (планы): учеб.-методич. пособие.  
- М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2010. - 42 с.

УДК 528

*Учебное издание*

## **ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ И ЛЕСНЫЕ КАРТЫ (ПЛАНЫ)**

*В авторской редакции*

*Компьютерный набор и верстка авторов*

По тематическому плану внутривузовских изданий учебной литературы  
на 2010 г.

Подписано в печать 15.09.2010. Формат 60x90 1/16. Бумага 80 г/м<sup>2</sup>

Гарнитура «Таймс». Ризография. Усл. печ. л. 2,75.

Тираж 300 экз. Заказ №336.

Издательство Московского государственного университета леса. 141005,  
Мытищи-5,

Московская обл., 1-я Институтская, 1, МГУЛ.

E-mail: [izdat@mgul.ac.ru](mailto:izdat@mgul.ac.ru)

По вопросам приобретения литературы издательства ГОУ ВПО МГУЛ

обращаться в отдел реализации.

Телефон: (498) 687-37-14.

© Э. В. Степина, А. В. Тибуков,

Е. В. Щербакова, А. В. Бошин,

С. В. Майоров, 2010

© ГОУ ВПО МГУЛ, 2010

## Оглавление

	Цель работ.....	4
	.....	
	Литература и пособия.....	4
	Состав задания и исходные данные для его выполнения.....	4
	Порядок выполнения и отчетность.....	4
	Задача    Измерение расстояний по	5
	1.        карте.....	
	Задача    Чтение	9
	2.        карт.....	
	Задача    Определение по карте географических и прямоугольных	
	3.        координат точек местности. Ориентирование	1
	линий.....	4
	Задача    Изучение по карте рельефа местности. Решение	
	4.        инженерных задач с учетом	2
	рельефа.....	1
	Задача    Определение	2
	5.        площадей.....	9



## ЦЕЛЬ РАБОТ

Ознакомиться с видами, масштабами и содержанием топографических и лесных карт (планов), уяснить их назначение при решении производственных и управленческих задач в лесном хозяйстве и лесоинженерном деле, научиться определять по картам и планам топографические условия районов производства лесохозяйственных работ, овладеть методикой измерения с помощью карт расстояний, координат и площадей, а также определения важнейших характеристик рельефа местности.

## ЛИТЕРАТУРА И ПОСОБИЯ

Для изучения теоретических вопросов рекомендуются:

1. Буденков Н.А., Нехорошков П.А. Курс инженерной геодезии. - М.: МГУЛ, 2004.- 340 с.

2. Булгаков Н.П. Прикладная геодезия. Учебник для студентов автомобильно-дорожных, лесотехнических и гидромелиоративных специальностей вузов. - М.: Недра, 1990. - 416 с.

3. Фельдман В.Д., Михелев Д.Ш. Основы инженерной геодезии. - М.: Высшая школа, 2001. - 314 с.

4. Киселев М.И., Михелев Д.Ш. Основы геодезии. - М.: Высшая школа, 2001.- 368 с.

5. Буденков Н.А. Курс инженерной геодезии. - Йошкар-Ола, 1997. - 427с.

6. Условные знаки для топографических планов. - М.: Недра, 2004.

Для решения задач студентам выдаются комплекты учебных топографических карт и отдельные листы лесных карт.

## **СОСТАВ ЗАДАНИЯ И ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ЕГО ВЫПОЛНЕНИЯ**

Задание состоит из 5 задач в соответствии с числом разделов изучаемой темы. Задача включает в себя несколько упражнений, решаемых каждым студентом, как правило, по индивидуальным исходным данным. Их варианты приведены в отдельном приложении к данному заданию.

### **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ И ОТЧЕТНОСТЬ**

Каждая задача изучается на отдельном двухчасовом лабораторном занятии. Обязательным элементом занятия является домашняя подготовка к нему. При подготовке студент изучает теоретические вопросы раздела по учебнику, учебным пособиям и изложенным в настоящих методических указаниях пояснениям о порядке выполнения задания, а также готовит к работе необходимые материалы, инструменты и принадлежности. Решение задач ведется в тетради для лабораторных работ по инженерной геодезии. По каждой задаче студент сдает зачет преподавателю.



## Задача 1. ИЗМЕРЕНИЕ РАССТОЯНИЙ ПО КАРТЕ

**Цель.** Научиться определять по карте (плану) расстояния на местности, а также откладывать на плане измеренные на местности отрезки линий.

**Пособия, материалы, приборы, принадлежности.** Комплект учебных топографических карт, геодезический транспортир, линейка с миллиметровыми делениями, циркуль-измеритель, микрокалькулятор, лист чертежной бумаги формата А5 (148 х 210 мм), школьная (тонкая) тетрадь для лабораторных работ, ручка, карандаш, ластик.

**Примечание:** комплекты карт, геодезические транспортиры, линейки, измерители студенты получают в лаборатории кафедры, все остальное - приносят с собой.

### Упражнения

1.1. Определить по карте, пользуясь ее численным масштабом, кратчайшее расстояние на местности между точками 1 и 2. Исходные данные для упражнения выбрать из табл. 1 Приложения к заданию по номеру варианта, указанному преподавателем.

1.2. Измерить длину участка дороги, пользуясь линейным масштабом карты (табл. 2)

1.3. Измерить длину окружной межи лесного массива, указанного в табл. 3.

1.4. Пользуясь графиком поперечного масштаба, выгравированном на металлической линейке, измерить по картам кратчайшие расстояния между заданными точками (табл. 4); в ответе записать само расстояние и точность, с которой оно измерено.

1.5. Построить на чертежной бумаге нормальный поперечный масштаб. На его номограмме отложить отрезки  $a$ ,  $b$  и  $c$  при указанных в табл. 5 расстояниях и численных масштабах.

**Пояснения.** Приступая к измерениям по карте, обратите внимание на ее **масштаб**. Он указан под нижней стороной рамки листа в числовом виде (*численный масштаб*) и графическом (*линейный масштаб*) в виде прямой, разбитой на ряд равных отрезков, концы которых подписаны соответствующими им расстояниями на местности. Здесь же подписана *величина масштаба* - расстояние в метрах или километрах на местности, соответствующее одному сантиметру на карте.

Чтобы определить по карте расстояние между точками (объектами) местности, надо измерить на карте расстояние между изображениями этих объектов в сантиметрах и умножить полученное число на величину масштаба. Например, на карте масштаба 1:25 000 (величина масштаба 250 м) расстояние между двумя точками равно 6,24 см. На местности это расстояние равно  $6,24 \times 250 = 1\,560$  м.

Способы и средства измерения расстояний по карте выбирают в зависимости от длины и конфигурации линий, а также необходимой точности получения результатов.

Прямые отрезки небольшой длины рекомендуется измерять с помощью линейного масштаба (рис. 1). Для этого берут в раствор циркуля-измерителя отрезок на карте, прикладывают его к линейному масштабу и читают отсчет в метрах или километрах.

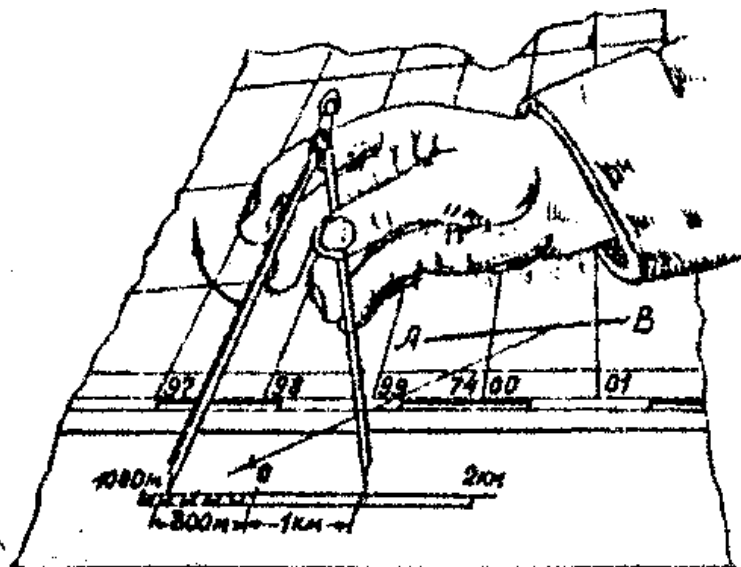


Рис. 1

При измерении прямых длинных отрезков, когда раствор циркуля больше длины графика масштаба, устанавливают на какую-либо линию координатной сетки карты ножки циркуля так, чтобы одна из них попала в пересечение линий. Другая займет на линии произвольное положение. По сетке пересчитывают целое число километров (сотен метров), а остаток сверх него оценивают по линейному масштабу.

Для получения длины ломаной линии последовательно измеряют длину каждого ее звена, а затем суммируют их величины. Такие линии измеряют также наращиванием раствора циркуля.

Чтобы например измерить длину ломаной ABCD (рис. 2), ножки циркуля сначала ставят в точках A и B. Затем, вращая циркуль вокруг точки B, перемещают заднюю ножку из точки A в точку B', лежащую на продолжении прямой BC. Переднюю ножку из точки B перемещают в точку C. В результате получают раствор циркуля  $B'C = AB + BC$ . Переместив аналогичным образом заднюю ножку циркуля из точки B' в точку C', а переднюю из C и D, получают раствор циркуля  $C'D = B'C + CD$ , длину которого определяют с помощью поперечного или линейного масштаба.

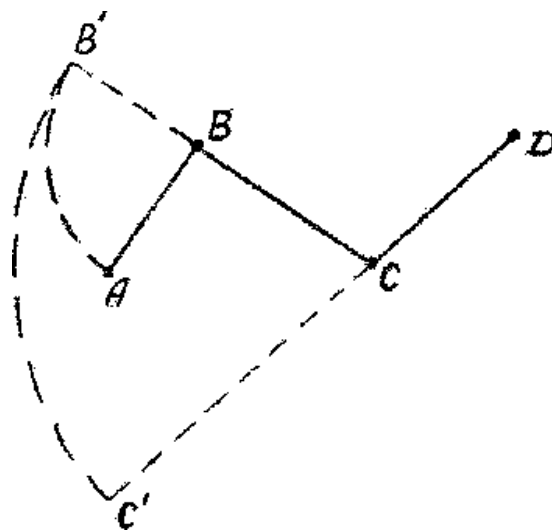
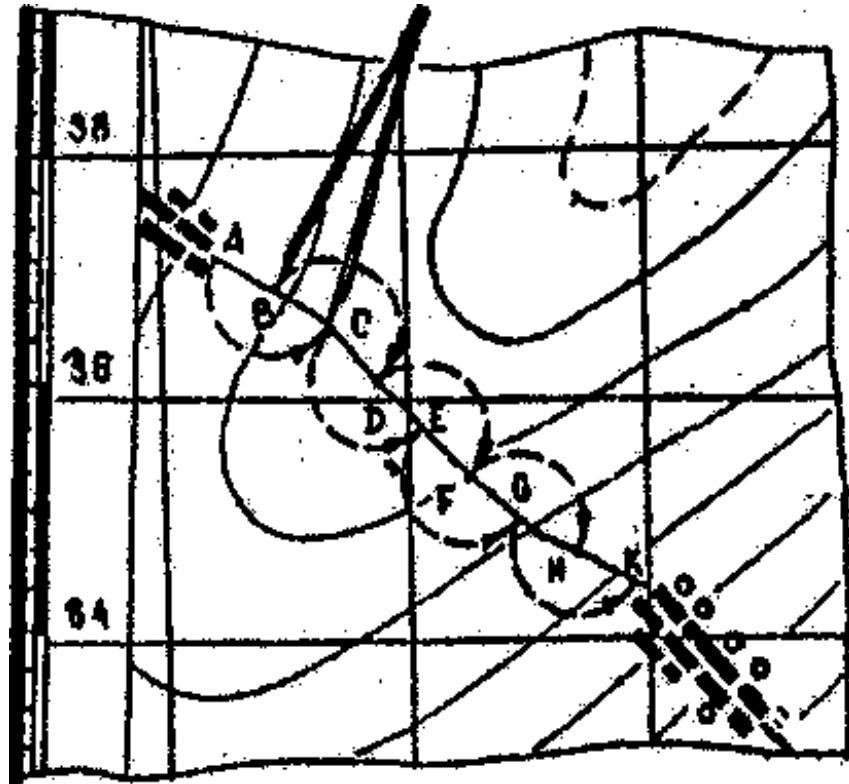


Рис.2

Длинные кривые отрезки измеряют по хордам «шагами» циркуля (рис. 3). «Шаг» (раствор) циркуля устанавливают равным целому числу километров или сотен метров и на измеряемом по карте отрезке откладывают и считают число «шагов». Остаток меньше длины «шага» определяют с помощью линейного масштаба.



1: 100 000



Рис.3

Извилистые линии измеряют таким же способом, но с малой величиной «шага» (0,2 - 0,5 см).

Кривые отрезки измеряют также *курвиметром* (рис. 4).



Рис. 4

Сначала, вращая колесико рукой, устанавливают стрелку на нулевое деление, затем прокатывают колесико по измеряемой линии. Отсчет на циферблате против конца стрелки в сантиметрах умножают на величину масштаба карты и получают расстояние на местности.

С предельной графической точностью (0,01 см) отрезки измеряют (откладывают) с помощью *поперечного масштаба* (рис. 5, а). Он представляет собой награвированную на металлическую линейку номограмму, состоящую из ряда горизонтальных, вертикальных и наклонных линий. Расстояние между вертикальными линиями, называемое основанием масштаба, может быть 1, 2, 4 и 5 см. Поперечный масштаб с основанием 2 см называют *нормальным*.

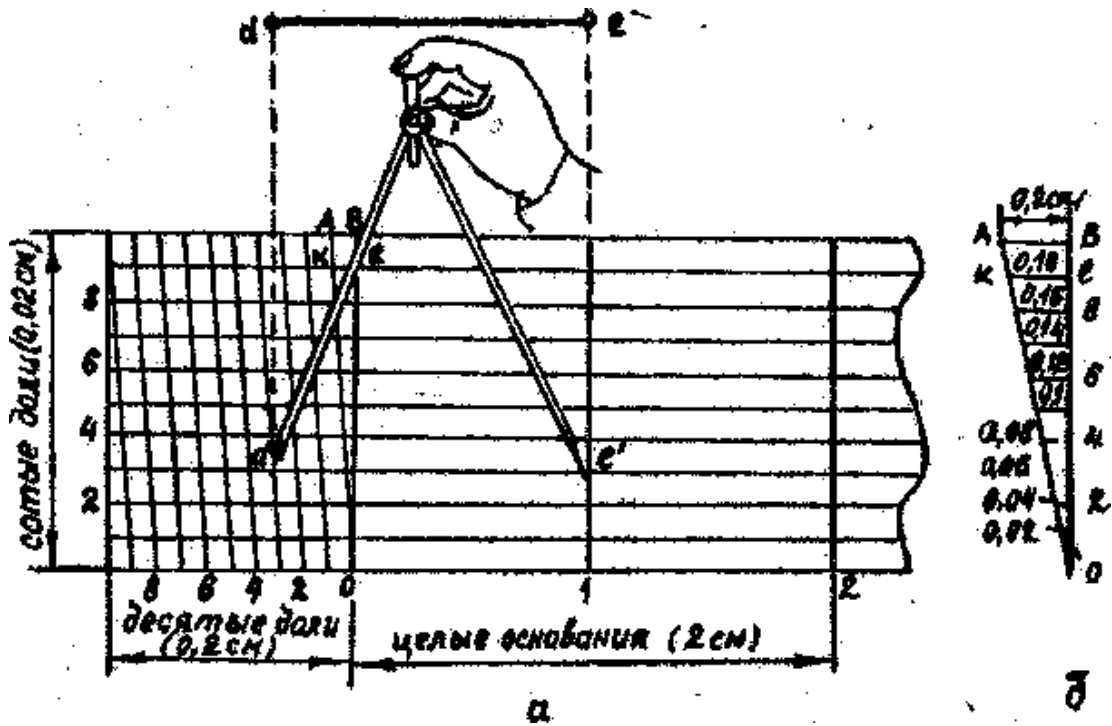


Рис.5

Чтобы построить нормальный поперечный масштаб на чертежной бумаге, прочертите на ней 11 горизонтальных прямых, отстоящих друг от друга строго на одинаковом расстоянии, например в 2 мм. Восстановите к ним перпендикуляры, удаленные один от другого на 2 см. Верхний и нижний отрезки левого крайнего основания разделите на 10 равных частей и соедините точки деления наклонными прямыми так, как показано на рис. 5, а. Подпишите номера оснований, их десятых и сотых долей.

По построению видно, что сторона АВ треугольника АВО (рис. 5, б) равна 0,1 основания, т.е. 0,2 см; отрезок  $kl$  на 0,02 см меньше; следующий меньше еще на 0,02 см и т. д.; наименьший из них равен 0,02 см. Оценивая на глаз положение иголок циркуля-измерителя относительно горизонтальных линий, расстояния получают с точностью до 0,01 см.

Пусть, например, требуется определить расстояние на местности, соответствующее отрезку  $de$  на карте масштаба 1 : 25 000 (рис. 5, а). Раствор циркуля, равный этому отрезку, устанавливают на поперечном масштабе так, чтобы обе ножки были на одной горизонтальной линии, причем правая на одном из перпендикуляров к основанию (точка  $e'$ ), а левая на одной из наклонных линий (точка  $d'$ ), что в масштабе 1 : 25 000 одному основанию,

равному 2 см, соответствует на местности 500 м, 1/10 доли основания (0,2 см) - 50 м и 1/100 (0,02 см) - 5 м, по цифровым обозначениям линий поперечного масштаба читают длину отрезка  $d'e'$ , которая равна  $500 \text{ м} \times 1 + 50 \text{ м} \times 3 + 5 \text{ м} \times 3 = 665 \text{ м}$ .

## Задача 2. ЧТЕНИЕ КАРТ

**Цель.** Ознакомиться с системой картографического обеспечения производственно-управленческих процессов в лесном хозяйстве и лесной промышленности, научиться читать топографические и лесные карты, определять по ним количественные и качественные характеристики объектов местности.

**Пособия, материалы, приборы и принадлежности.** Комплект учебных топографических карт, топографические планы, лесоустроительные планшеты, планы лесонасаждений, карты-схемы лесных предприятий, таблицы условных знаков топографических планов и лесных карт, письменные и чертежные принадлежности.

### Упражнения.

2.1. Изучить основные условные знаки, применяемые для изображения объектов местности на топографических картах и планах. Составить список объектов, изображенных на карте в районе, указанном в табл. 6; записать количественные и качественные характеристики каждого объекта.

2.2. Изучить условные знаки лесных карт. Дать описание объектов, изображенных на выкопировке лесоустроительного плана (рис. 1 Приложения). Номер выкопировки соответствует номеру вашего варианта.

2.3. Составить схематический чертеж рамки и зарамочного оформления листа карты (плана), указанного в табл. 7. Изучить и в пояснениях к чертежу

указать название и назначение элементов рамки, вспомогательных и дополнительных сведений, помещаемых в зарамочном оформлении.

**Пояснения.** При подготовке к занятиям, изучив рекомендованную литературу и изложенный ниже материал, составьте представление о сложившейся в нашей стране *системе картографического обеспечения* производственных и управленческих мероприятий в народном хозяйстве вообще и в лесной его отрасли в частности.

Для решения задач, связанных с изучением, освоением и эксплуатацией природных ресурсов, жилищным, промышленным, энергетическим, дорожным и другими видами строительства используются обычно два вида карт - общегеографические и тематические.

На *общегеографических* картах изображены все основные элементы местности: рельеф, водные пространства (гидрография), растительный покров, почвы и грунты, населенные пункты, пути сообщения, промышленные и сельскохозяйственные предприятия, линии связи и электропередачи, границы, ограждения и другие природные и созданные трудом человека объекты. Наиболее распространенный вид карт этой группы - топографические карты и планы. Эти карты имеют универсальное назначение, удовлетворяя основные требования многих отраслей народного хозяйства.

На *тематических* картах с большой подробностью и наглядностью отображают один или несколько элементов, входящих в содержание общегеографических карт, например, лесную растительность, или отсутствующие на них объекты и явления (общественные либо природные), например почвенный покров. Такие карты создают для решения строго определенных задач какой-либо отрасли науки или народного хозяйства. Поэтому в каждой из них обычно содержится узкий круг данных, но с более детальной и углубленной характеристикой. Содержание тематических карт весьма разнообразно; большую группу их составляют лесные карты.

**Топографические карты и планы.** В нашей стране топографические карты издаются в масштабах: 1:1 000 000, 1:500 000, 1:200 000, 1:100 000, 1:50 000, 1:25 000 и 1:10 000, планы - 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000 и 1:500. Кроме них



составляют и издают специализированные топографические карты, планы городов, карты прибрежных зон морей - шельфа, рек, озер, водохранилищ, фотокарты и ортофотокарты, цифровые модели местности.

Специализированные топографические карты и планы изготавливают для решения отдельных отраслевых задач. На них допускается изображение не всей ситуации местности, а только необходимой части имеющихся объектов, обязательно показывают рельеф. Если на специализированном плане изображают главным образом ситуацию, то его называют *горизонтальным (ситуационным)*, если в основном рельеф - *топографическим*.

Топографические *фотокарты* - это карты с комбинированным графическим и фотографическим изображением местности. Они бывают черно-белые и цветные. На горные районы создают *ортофотопланы*, на которых отсутствуют искажения за рельеф в фотографическом изображении местности. Все большее распространение получают фотокарты, составляемые на основе космических снимков.

Для решения отдельных инженерных задач с помощью ЭВМ, например проектирования дорог, создают *цифровые модели местности*. Они представляют собой совокупность чисел, характеризующих точки земной поверхности. Эти числа и правила обращения с ними помещают на носителях информации, вводимой в ЭВМ.

Топографические карты широко применяются при инвентаризации, охране, выращивании, эксплуатации и восстановлении лесов. По ним изучают физико-географические свойства покрытых лесом территорий, составляют проекты лесоустройства, планируют размещение лесозаготовительных предприятий, выбирают и проектируют пути транспортирования древесины, организуют противопожарные мероприятия. Карты используют в качестве топографо-геодезической основы планово-картографических материалов лесоустройства.

**Лесные карты и планы.** По сравнению с общегеографическими лесные карты содержат более полную и подробную информацию о лесе как природном явлении в объекте экономики. По ним определяют условия пользования лесом, проектируют лесовосстановительные и лесомелиоративные мероприятия, защиту леса от вредителей, противопожарную охрану, а также решают многие другие лесохозяйственные и лесопромышленные задачи.

*Лесоустроительный планшет* - это первичный картографический документ, составляемый по результатам съемки и таксации леса. Он представляет собой план группы лесных кварталов. Вместе с другими документами таксации планшет используют для детальной инвентаризации лесного фонда. В лесничестве он служит точным графическим документом, на котором фиксируют все изменения в лесном фонде в результате лесосечных, лесовосстановительных и других работ. По материалам планшетов составляют *планы лесничеств* и *планы лесонасаждений* лесничеств, лесохозяйственных (мастерских) участков и обходов. Они дают наглядное представление о пространственном размещении лесного фонда, преобладающих породах, продуктивности и возрасте насаждений. В зависимости от разряда лесоустройства планшеты и составляемые на их основе планы имеют разную степень подробности в соответствии с установленными для них масштабами (табл. 1).

Масштабный ряд лесоустроительных планшетов,  
планов лесничеств и лесонасаждений

Разряд лесоустройства	Масштабы	
	планшетов	планов лесничеств, планов насаждений лесничеств, лесохозяйственных (мастерских) участков и обходов
I-II	1:10 000	1:20 000
III	1:25 000	1:50 000

Кроме указанных в табл. 1 планово-картографических материалов, для лесничеств составляют *обзорные планы* проектируемых мероприятий, размещения ягодников, лекарственного и технического сырья.

Картографические материалы, данные лесоинвентаризации и другие источники информации используют для составления карт лесов областей, краев, республик. По содержанию их условно делят на биологические и экономические. На биологических картах лесов отображают их производительность (преобладающие породы и группы возрастов), типы леса, распространение (ареалы) древесных пород, фенологические явления, лесопатологические данные и др. На экономических картах лесов (лесоэксплуатационных и лесотранспортных) показывают размещение и зоны действия предприятий по ведению лесного хозяйства, заготовке и обработке древесины; характеристики лесосырьевых ресурсов; порядок и сроки рубки древостоев; размещение и состояние путей транспорта; направления лесохозяйственной деятельности (лесовосстановление, охрана лесов от пожаров и др.).

Чтобы читать карту, надо хорошо усвоить принятую у нас систему условных обозначений. Для топографических карт она установлена таблицами условных знаков, для лесных - инструкцией по созданию и размножению таких карт. Это - государственные документы, общеобязательные для всех ведомств и учреждений, изготавливающих карты.

Подготовку к выполнению упражнения 2.1 проведите в следующем порядке.

По учебной литературе уясните, что система условных обозначений на картах состоит из условных знаков, цветового оформления расцветки, подписей, буквенно-цифровых обозначений и пояснительных знаков.

Различают масштабные и немасштабные условные знаки. Первые применяют для изображения дорог, рек, линий связи и электропередачи, границ и ограждений, других объектов линейного характера, длина которых выражается в масштабе карты; вторые - для заполнения площадей объектов, выражающихся в масштабе карты (ими показывают количественные и качественные характеристики объектов); третьи - для изображения таких объектов, площади которых нельзя выразить в масштабе карты. Истинные размеры последних объектов нельзя определить по карте, так как каждый из них изображается лишь точкой. Однако по рисунку знака определяют наименование группы предметов, к которой принадлежит объект, а по положению главной точки знака - истинное положение объекта на карте.

Надписи применяют для передачи названий объектов, их качественных характеристик. Они бывают полные и сокращенные. Полностью подписывают собственные названия населенных пунктов, рек, урочищ и т. п. Характеристики объектов записывают сокращенно и цифровыми обозначениями. Цветовое оформление как бы расчленяет изображение местности на элементы и тем самым облегчает чтение карты. Оно в какой-то мере соответствует действительной окраске изображаемых объектов: леса - зеленые, воды - синие, рельеф (горизонталы) - коричневые и т. п.

Далее, пользуясь книгой «Условные знаки для топографических планов» и топографическими картами масштабов 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000 и 1:100 000, на полях которых помещены сокращенные таблицы условных знаков, изучите начертание наиболее употребительных знаков, представьте себе характер информации, которую они несут.

Обратите внимание на то, что во всех таблицах знаки сгруппированы по типам однородных объектов (населенные пункты, дороги, гидрография и др.). Проследите, какие знаки приняты для каждой из групп во всех четырех таблицах. Нетрудно заметить, что однородные объекты изображаются в основном одинаково. Изменяются лишь размеры знаков и уменьшается количество информации по мере перехода от крупномасштабной карты (плана) к карте (плану) более мелкого масштаба.

Изучая по таблицам рисунки условных знаков, находите их сразу же на самих картах. Постарайтесь понять взаимообусловленность расположения объектов, например населенных пунктов и дорог, рельефа и гидрографии и т. п. Это позволит сознательно, а не механически запоминать начертание знаков.

Начните изучение групп знаков с изображения пунктов государственной геодезической сети и ориентиров. Эти объекты изображаются на картах с максимальной точностью и без каких-либо пропусков. Проверьте это положение, отыскав на картах масштабов 1:25 000 - 1:100 000 все геодезические пункты, помещенные на карте масштаба 1:10 000.

Затем изучите знаки, принятые для изображения населенных пунктов. Также, сравнивая между собой карты, убедитесь, что на них подробно изображены все поселения, начиная с отдельно расположенных дворов и строений. Уясните, как подразделяются постройки и кварталы по огнестойкости, как показаны выдающиеся здания в городах и отдельно стоящие постройки в сельских населенных пунктах. Обратите внимание на то, как на разных картах по надписям названий населенных пунктов (шрифт и размер букв) и сопровождающим их числам определяют тип поселения, его политико-административное значение и численность населения. Рассмотрите также все остальные группы знаков, изображающих промышленные, хозяйственные и социально-культурные объекты, железные дороги и сооружения на них, шоссе и грунтовые дороги, тропы, гидрографию, рельеф, растительный покров и почвы, границы и ограждения.

Завершая работу, составьте список объектов, изображенных на заданном участке карты и укажите их характеристики. Например, по варианту 16 (табл. б) список будет следующим:

1. Река Соть — судоходная, ширина 250 м, глубина 4,8 м, грунт дна песчаный, течет в юго-восточном направлении со скоростью 0,1 м/сек, урез воды - 107,8 м; на левом берегу находится постоянный знак береговой сигнализации.

2. Ручей Вороновка — ширина до 5 м, течет по заболоченной пойме, впадает в р. Соть у отметки 107,8.

3. Болото — примыкает к восточному берегу р. Соть, проходимое, поросло камышом, глубина 0,7 м.

4. Автомобильная дорога — ширина проезжей части 8 м, ширина земляного полотна 11 м, материал покрытия - булыжник, проходит через ручей Вороновка по каменному мосту длиной 20 м, шириной 8 м, грузоподъемностью 8 т.

5. Урочище Сновский лес — сплошной массив спелого смешанного леса (сосна, береза) со средними показателями древостоя: высота - 20 м, толщина - 0,30 м, расстояние между деревьями — 5 м. Разбито на кварталы со стороной 1000 м, простирающиеся в северо-восточном направлении, ширина просек - 4 м. В центре на поляне - дом лесника. Расположено на возвышенности, вытянутой вдоль р. Соть и имеющей максимальную высоту (отметку) 167,6 м над уровнем моря. Западные скаты возвышенности пологие, восточные - крутые, на 60 м возвышаются над зеркалом воды в реке. От леса до реки тянутся два глубоких оврага с обрывистыми берегами.

6. Железная дорога Снов-Геличи — ширококолейная, двухпутная, проходит в выемке глубиной 5 м.

При выполнении упражнения 2.2 примите такой же порядок работы, как в упражнении 2.1. В качестве учебного материала используйте таблицу условных знаков, инструкцию и лесные карты.

Сначала рассмотрите, какие знаки приняты для той или иной группы однородных объектов, затем найдите изображение этих объектов на планшете, плане лесничества, карте-схеме лесхоза и других лесных картах, установите взаимообусловленность расположения объектов в данном районе. Изучение знаков и принципов изображения групп объектов лесной ситуации рекомендуется выполнять в следующей последовательности.

1. Границы политико-административного и внутрихозяйственного деления. Первые изображаются так же, как и на топографических картах, вторые — знаками, установленными для лесных карт. К ним относятся границы лесохозяйственных предприятий, лесничеств, лесохозяйственных участков, обходов, лесосырьевых баз лесосечного фонда долгосрочного пользования, лесоэксплуатационных районов и участков, лесопунктов и других объектов.

2. Квартальные просеки, визиры и другие разграничительные линии. Лесные массивы делят на кварталы, которые ограничивают просеками или естественными рубежами. Параллельно одной из сторон квартала прорубают визиры. Просеки и визиры используют в качестве съемочных и ходовых линий при ограничении однородных участков (выделов) в кварталах. Здесь следует уяснить правила начертания знаков, принятых для изображения прямолинейных просек шириной до 20 м и более (для карт 1:10 000), до 40 м и более (для карт 1:25 000), до 60 м и более (для карт 1:50 000), а также естественных рубежей — хребтов, ущелий, искусственно созданных линий (электротрасс, линий связи, железных и шоссейных дорог, трасс газопроводов и др.) и смешанных (комбинированных) линий.

3. Дорожная сеть. Все виды дорог на лесных картах изображают в основном условными знаками, принятыми для топографических карт. Основными видами дорог являются ширококолейные и узкоколейные железные дороги, автомобильные, грунтовые улучшенные и проселочные, полевые, лесные, лесовозные безрельсовые.

4. Объекты противопожарного значения, изображаемые специальными знаками. К ним относят противопожарные разрывы и барьеры, минерализованные полосы, пожарные наблюдательные и мотопункты, пожарно-химические станции и другие объекты.

5. Объекты гидрографии и гидротехнические сооружения. Берега морей, озера, водохранилища, реки и каналы, ручьи, пруды, колодцы и другие источники воды, пристани, переправы, плотины и др. изображают в основном условными знаками топографических карт.

6. Элементы рельефа. На лесных картах изображаются лишь некоторые из них: водораздельные линии хребтов, сухие тальвеги ущелий, бровки оврагов и обрывов, скопления камней (каменистые россыпи).

7. Населенные пункты. Поселения сельского и городского типа изображают упрощенно, одним внемасштабным знаком с подписью названия. Однако следует изучить специальные знаки, установленные для изображения лесных кордонов, зимовий, охотничьих избушек и барачков, контор лесхозов, леспромхозов, лесничеств и лесоучастков, а также таких построек, как лесопилки, шишкосушилки, смолокурни, строения нижних складов.

8. Прочие объекты, изображенные как общепринятыми, так и специальными знаками. К ним относятся постоянные и временные пробные

площади, постоянные и временные лесосеменные участки, а также условные обозначения таксационных формул покрытых и непокрытых лесом выделов. К этому же разделу отнесены изображения плантаций, маточных участков, садов, виноградников, пашен, сенокосов, пастбищ, питомников, гарей, сухостойников, ветровалов, буреломов, вырубок, болот и других объектов, для которых используют в основном знаки топографических карт.

В отчете о выполнении упражнения 2.2 перечислите все объекты с их характеристиками, находящиеся в каждом выделе, изображенном на выкопировке с планшета, например так:

Вариант №... Выдел 1. Квартальная просека, ключ родник, II ярус еловый.

Выдел 2. Подрост под пологом, редины из ели, пожарный наблюдательный пункт, сенокос.

Выдел 3. Вырубка 1989 года площадью 4,8 га, кипрейно-паловый тип.

Выдел 12. Питомник, лесопилка.

Для облегчения чтения карты и работы с ней используют вспомогательные и дополнительные данные, помещаемые на рамке листа и в зарамочном оформлении. При изучении этого вопроса (упражнение 2.3) вычертите в тетради или на чертежной бумаге схему рамки заданного вам листа карты (плана). Покажите на ней несколько линий с их подписями, с помощью которых определяют прямоугольные координаты. В тексте, дополняющем схему, приведите пример использования этих линий. На схеме листа топографической карты покажите также минутную рамку. Приведите пример определения географических координат с ее помощью.

За рамкой схемы пронумерованными условными значками (прямоугольниками, квадратами и т. п.) укажите места расположения вспомогательных и дополнительных данных, а в тексте под соответствующим номером запишите наименование этих данных. При этом, если имеются сведения, укажите:

- название карты;
- номер (номенклатуру) листа;



- административно-географическое положение изображенной на листе территории (область, район);
- наличие легенды, например таблицы условных знаков и других пояснений;
- графики, диаграммы, профили, используемые для измерений по карте расстояний, направлений, углов, площадей, координат, крутизны скатов и др. с примерами их использования;
- сведения об исполнителях;
- данные о времени составления и издания карты;
- данные об использованных источниках;
- схему размещения соседних листов;
- другие сведения.

### **Задача 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПО КАРТЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ И ПРЯМОУГОЛЬНЫХ КООРДИНАТ ТОЧЕК МЕСТНОСТИ. ОРИЕНТИРОВАНИЕ ЛИНИЙ**

**Цель.** Научиться измерять по карте (плану) географические и прямоугольные координаты точек местности, наносить на карту точки по их координатам, а также определять по карте азимуты и румбы направлений.

**Пособия, материалы, приборы и принадлежности** — те же, что и для решения задачи 1.

#### **Упражнения.**

3.1. Определить по топографическим картам географические координаты точек местности, указанные в табл. 8.

3.2. Определить по картам прямоугольные координаты объектов, перечисленных в табл. 9.

3.3. По координатам, записанным в табл. 10, нанести на карту точки 1, 2 и 3, прочертить направления 1-2 и 1-3, измерить их дирекционные углы и вычислить:

- обратные дирекционные углы;
- прямые и обратные дирекционные румбы;
- истинные (географические) азимуты и румбы;
- магнитные азимуты и румбы.

**Пояснения.** При подготовке к занятию изучите теоретические вопросы темы и разберите приведенные ниже указания по выполнению задачи.

*Географические координаты точек местности* определяют по карте с помощью ее минутной шкалы, находящейся между внешней и внутренней рамками листа (рис. 6). Минутные деления отмечены на шкале белыми и черными полосками, разбитыми на десятисекундные отрезки точками. Лист карты с севера и юга ограничен параллелями, широта которых подписана ( $48^{\circ}05'$  и  $48^{\circ}07'30''$ ), а с запада и востока — меридианами, долгота которых тоже подписана ( $36^{\circ}00'$  и  $36^{\circ}03'45''$ ). Другие параллели и меридианы на карте не проведены, но могут быть легко нанесены. Если соединить прямой линией верхние концы первых снизу минутных делений на западной и восточной сторонах рамки (они обозначены черным цветом), то будет получена параллель  $48^{\circ}06'$ . Линия, соединяющая концы вторых снизу минутных делений (белых), будет параллелью  $48^{\circ}07'$ . Аналогичным способом можно провести меридианы с долготой  $36^{\circ}01'$ ,  $36^{\circ}02'$  и др. Соединяя на противоположных сторонах рамки одноименные десятисекундные деления, получим параллели и меридианы кратные  $10''$ .

Для определения координат заданной точки на карте, например А, проводят ближайшие к ней с юга параллель ( $48^{\circ}06'40''$ ) и с запада — меридиан ( $36^{\circ}02'10''$ ), опускают на них из точки А перпендикуляры и переносят их длину циркулем-измерителем на минутную шкалу, определяя глазомерно, какую часть десятисекундного деления шкалы составляет каждый из перпендикуляров. В данном примере они равны  $9''$  широты и  $6''$  долготы. Следовательно, географические координаты точки А будут: широта северная  $B = 48^{\circ}06'49''$ , долгота восточная  $L = 36^{\circ}02'16''$ . Если необходимо

нанести на карту какую-либо точку, например, С (см. рис. 6) по ее географическим координатам  $B = 48^{\circ}05'53''$  с. ш.,  $L = 36^{\circ}01'15''$  в. д., поступают следующим образом. На боковых сторонах минутной рамки отсчитывают от параллели  $48^{\circ}05'$  к северу по  $53''$  и через полученные точки проводят прямую, т. е. параллель  $48^{\circ}05'53''$ . На северной и южной сторонах минутной рамки от меридиана  $36^{\circ}00'$  отсчитывают к востоку по  $1'15''$  и через полученные точки проводят прямую, т. е. меридиан  $36^{\circ}01'15''$ . В пересечении проведенных линий будет получена точка с заданными координатами.

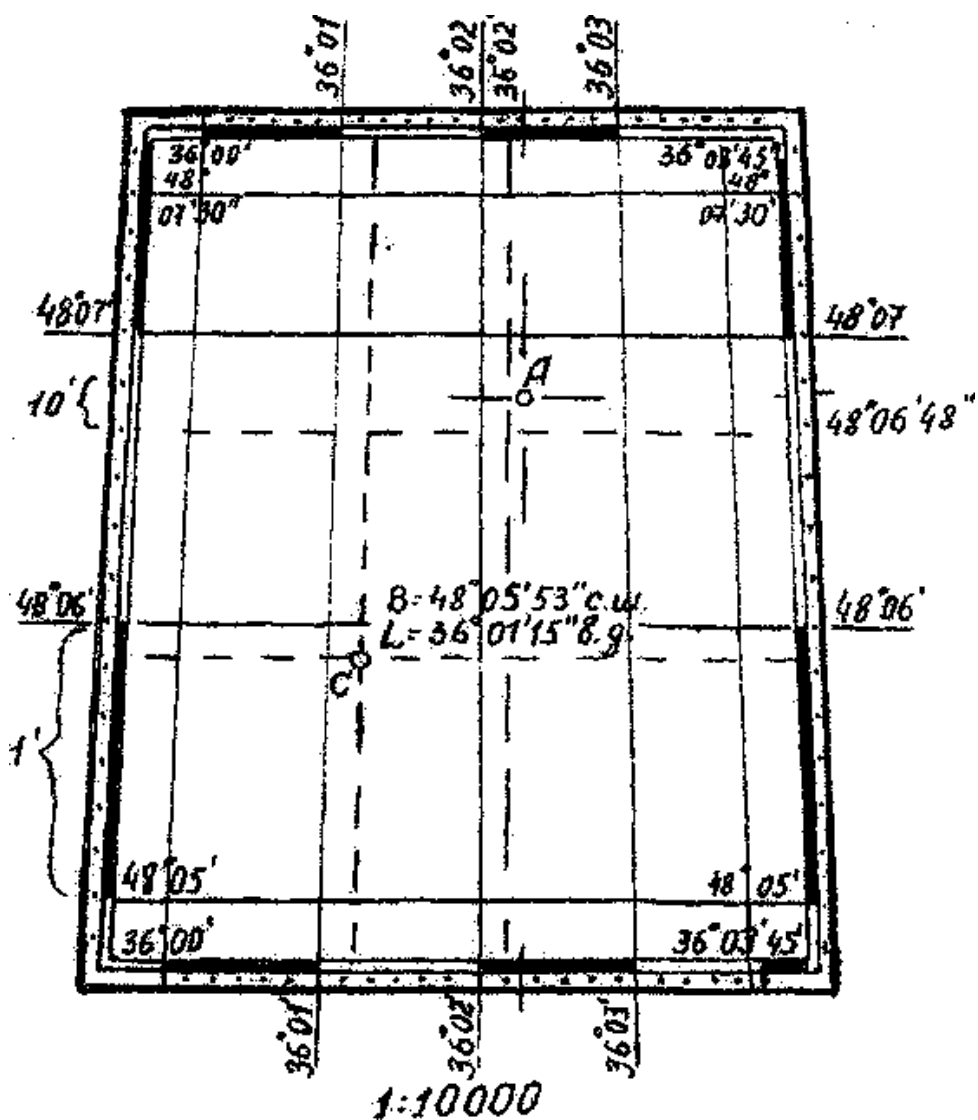
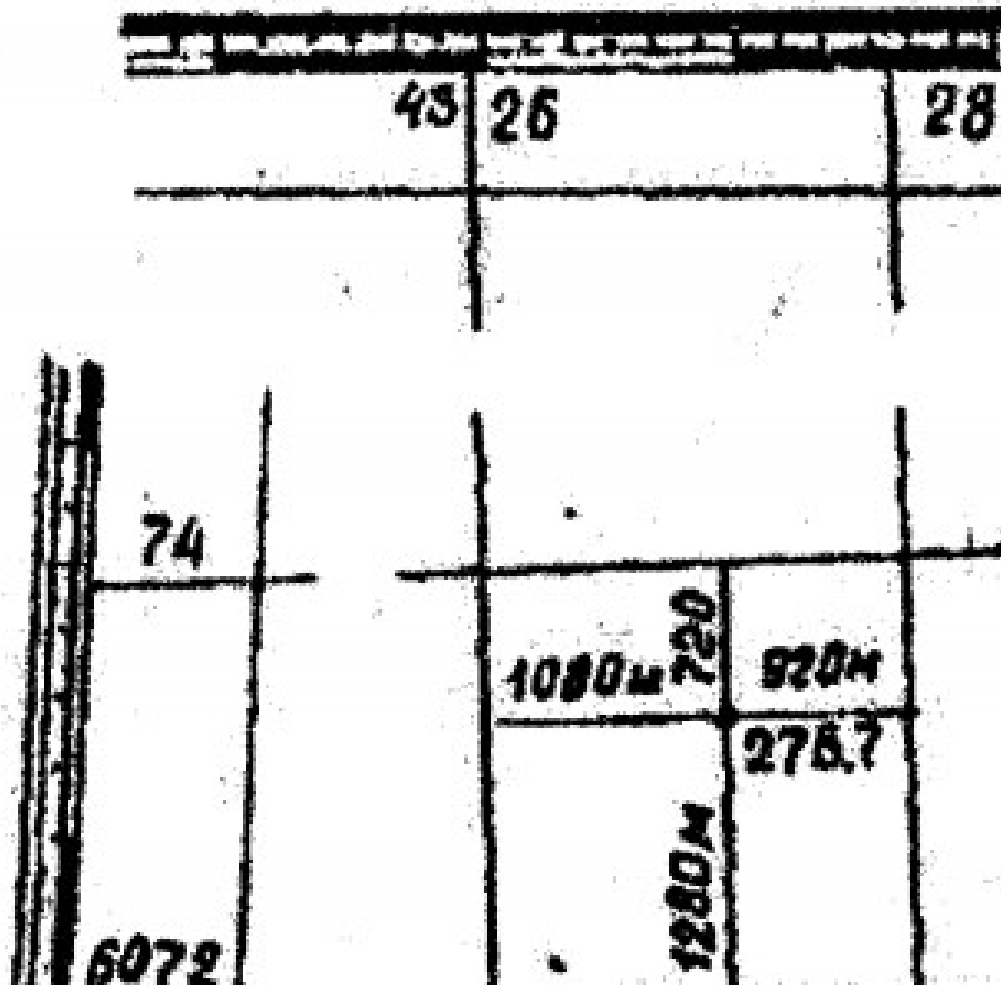


Рис. 6

*Прямоугольные координаты.* Допустим, по карте масштаба 1:100 000 требуется найти координаты  $x$  и  $y$  у вершины горы с отметкой 276,7 (см. лист У-34-37 и рис. 7). Сначала по подписям за рамкой листа карты определяют полное значение абсциссы и ординаты южной и западной сторон квадрата, в котором расположена заданная точка. При этом имеют в виду, что полным числом километров подписаны лишь ближайšie к углам рамки листа линии, а остальные - только двумя последними цифрами. Следовательно, горизонтальная линия сетки, образующая южную сторону квадрата, должна быть оцифрована числом 6072, т. е. ее абсцисса  $x_{\text{юж}} = 6\ 072$  км. Вертикальная линия, образующая западную сторону квадрата, имеет значение 4326, т.е.  $y_{\text{зап}} = 4\ 326$  (4 - номер зоны, 326 км - ордината линии от начала счета в 4-ой зоне).



Через заданную точку проводят внутри квадрата прямые, параллельные линиям прямоугольной сетки, и определяют с помощью поперечного масштаба расстояния  $\Delta x$  и  $\Delta y$  от левой стороны квадрата до отметки 276,7. Они будут равны соответственно 1 280 м и 1 080 м.

Прибавляют полученные расстояния к соответствующим значениям линий сетки и находят полные координаты точки:

$$x = x_{\text{юж}} + \Delta x = 6\,072 \text{ км} + 1\,280 \text{ м} = (6\,072\,000 + 1\,280) \text{ м} = 6\,073\,280 \text{ м};$$

$$y = y_{\text{зап}} + \Delta y = 4\,326 \text{ км} + 1\,080 \text{ м} = (4\,326\,000 + 1\,080) \text{ м} = 4\,327\,080 \text{ м}.$$

Работу контролируют аналогичными измерениями расстояний  $\Delta x'$  и  $\Delta y'$  от данной точки до северной и восточной сторон квадрата. Координаты вычисляют повторно по формулам:

$$x = x_{\text{сев}} - \Delta x';$$

$$y = y_{\text{вост}} - \Delta y'.$$

При расхождениях в координатах, не превышающих  $3M \cdot 10^{-4}$ , где  $M$  — знаменатель масштаба карты (плана), из двух значений вычисляют среднее. Обращают внимание на то, что суммы расстояний  $\Delta x + \Delta x'$  и  $\Delta y + \Delta y'$  должны быть равны (в пределах названной выше точности) стороне квадрата сетки, в рассматриваемом примере 2 000 м. Ошибки определения сумм здесь составляют 10 и 20 м, т. е. меньше допустимых.

При работе в пределах одного листа карты положение точки обычно указывают не полными, а сокращенными координатами, т. е. такими, у которых не пишутся цифры, означающие тысячи и сотни километров. Так, сокращенные координаты точки с отметкой 276,7 будут:  $x = 73\ 280$  м,  $y = 27\ 080$  м.

Нанесение на карту точки по ее сокращенным прямоугольным координатам, например  $x = 16\ 280$ ,  $y = 24\ 525$ , начинают с отыскания на карте квадрата 1624, т. е. имеющего подписи линий, образующих южную сторону 16, западную - 24. Затем, пользуясь поперечным масштабом и циркулем-измерителем, на вертикальных сторонах квадрата откладывают отрезки  $\Delta x = 280$  м, а на горизонтальных -  $\Delta y = 585$  м. Соединяют концы отрезков прямыми и получают в их пересечении заданную точку. Проверку правильности работы выполняют отложением отрезков  $\Delta x'$  и  $\Delta y'$  от северной и восточной сторон квадрата.

*Ориентирование линий.* По правилам, изложенным выше, нанесите на карту точки 1, 2 и 3 по их координатам (табл. 10 Приложения). Из точки 1 тонким карандашом прочертите направления на 2 и 3 точки. Геодезическим транспортиром измерьте дирекционные углы направлений 1-2 и 1-3 (рис. 8).

Дирекционный угол можно измерить по карте, если провести через его вершину (точку 1) прямую, параллельную вертикальной линии координатной сетки. Однако, угол измеряется точнее, если за его вершину принять точку пересечения заданного направления с вертикальной линией сетки. Транспортёр на карту накладывают так, как показано на рис. 8, совмещая нулевой радиус транспортира с северным направлением сетки, если дирекционный угол менее  $180^\circ$ , или с южным направлением, если угол более  $180^\circ$ . В последнем случае к полученному отсчету добавляют  $180^\circ$ . Отсчеты снимают с точностью  $\pm 0,25^\circ(15')$ .

Правильность определения дирекционных углов направлений, исходящих из заданной точки, проверьте, измерив угол между ними. Если отклонение разности дирекционных углов двух направлений от измеренного между ними угла не превышает  $\pm 30' \sqrt{3} \approx 50'$ , то измерения сделаны удовлетворительно. При большем отклонении работу проверьте, обратив внимание на аккуратность прочерчивания направлений, укладки транспортира и снятия отсчетов.

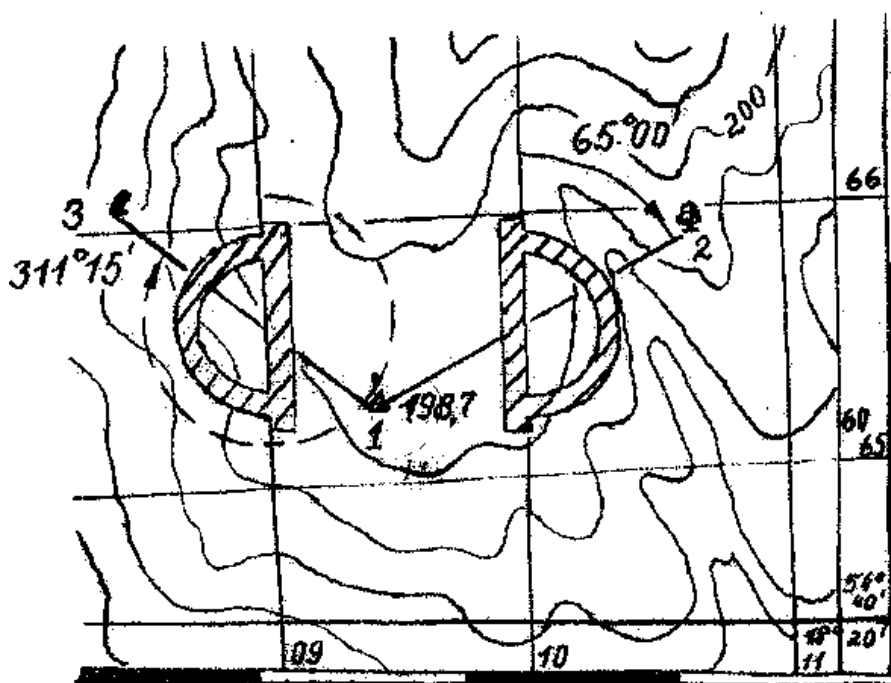


Рис.8

Имея дирекционные углы направлений 1-2 и 1-3, их истинные, так же как и магнитные азимуты, можно получить вычислением. Необходимые для этого данные, а именно — среднее сближение меридианов  $\gamma$  и магнитное склонение  $\delta$  для территории, изображенной на листе карты, — приводятся в специальной текстовой справке и графической схеме, помещаемых за рамкой карты в нижнем левом углу листа.

Чтобы правильно выполнить переход от одного ориентирующего угла к другому, рекомендуется вычертить увеличенную копию с упомянутой выше схемы (рис. 9). Точку пересечения меридианов принять за точку 1 и прочертить из нее направление, например на точку 2, ориентируя его примерно также как и на карте. Обозначить на чертеже дирекционный угол  $\alpha$ , истинный  $A$  и магнитный  $A_M$  азимуты, подписать величины сближения меридианов и магнитного склонения.

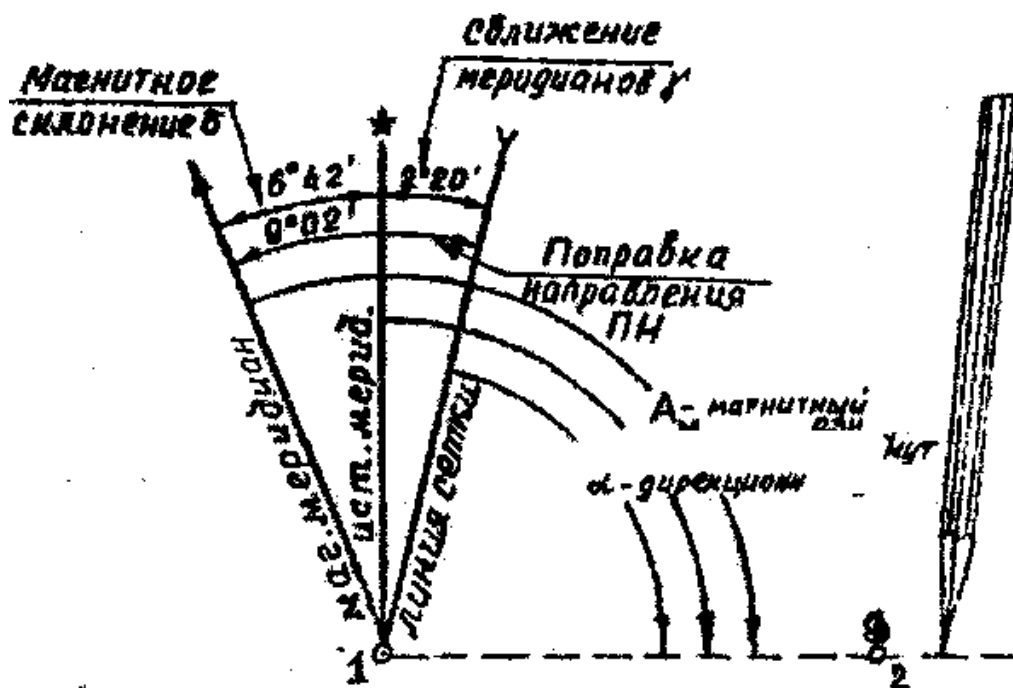


Рис.9

Если измеренный по карте дирекционный угол  $\alpha_{1-2} = 87^{\circ}15'$ , то руководствуясь приведенными на рис. 9 данными, находят:



$$A_{1-2} = \alpha_{1-2} + \gamma = 87^{\circ}15' + 2^{\circ}20' = 89^{\circ}35';$$

$$A_{M1-2} = A_{1-2} + \delta = 89^{\circ}35' + 6^{\circ}42' = 96^{\circ}17';$$

$$\text{или } A_{M1-2} = \alpha_{1-2} + \gamma + \delta = 87^{\circ}15' + 2^{\circ}20' + 6^{\circ}42' = 96^{\circ}17'.$$

Знаки  $\gamma$ ,  $\delta$  могут быть и отрицательными, что легко определяется по схеме. При определении магнитного азимута по более точным данным, например, по аналитически рассчитанному дирекционному углу, в величину магнитного склонения включают и его годовое изменение, которое также указывается в справке.

Обратный дирекционный угол  $\alpha_{2-1}$  отличается от прямого на  $180^{\circ}$ , т.е.  $\alpha_{2-1} = \alpha_{1-2} \pm 180^{\circ}$ . При этом  $180^{\circ}$  добавляют тогда, когда  $\alpha_{1-2}$  меньше этой величины, и вычитают когда больше. Для рассматриваемого нами случая  $\alpha_{2-1} = 87^{\circ}15' + 180^{\circ} = 267^{\circ}15'$ .

Румб определяемого направления вычисляют с учетом взаимосвязи между ним и дирекционным углом (азимут), показанной на рис. 10. В соответствии со схемой:

$$\text{дирекционный румб } r_{\partial 1-2} = \alpha_{1-2} = \text{СВ} : 87^{\circ}15';$$

$$\text{истинный румб } r_{\text{истин}} = A_{1-2} = \text{СВ} : 89^{\circ}35';$$

$$\text{магнитный румб } r_{M1-2} = 180^{\circ} - A_{M1-2} = 180^{\circ} - 96^{\circ}17' = \text{ЮВ} : 83^{\circ}43';$$

$$\text{обратный дирекционный румб } r_{\partial 2-1} = \alpha_{2-1} - 180^{\circ} = 267^{\circ}15' - 180^{\circ} = \text{ЮЗ} : 87^{\circ}15'.$$

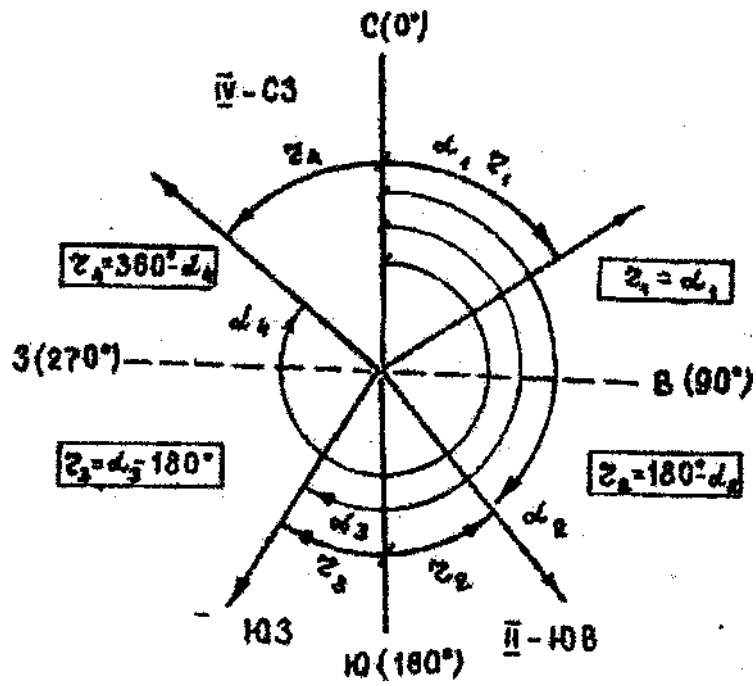


Рис. 10

Результаты выполнения упражнения 3.3 следует оформить в виде таблиц, примеры которых в соответствии с рис. 8 и 9 приводятся ниже:

1. Объекты местности, изображенные на карте в точках,  
заданных их координатами

Точка	1	2	3
Координат	X = 65 240	X = 65 920	B = 54°41'10"
ы	Y = 09 380	Y = 10 710	L = 18°16'28'

## 2. Ориентирующие углы

Направление	1-2	1-3
Дирекционный угол ( $\alpha$ )	65°00'	311°15'
Угол между направлениями 1-2 и		
- вычисленный	65°00' + 360° - 311°15' = 113°45'	
- измеренный		114°20'
- допустимая невязка		±0°50'
Обратный дирекционный угол $\alpha_{обн}$	245°00'	131°15'
Азимут истинный $A$	67°20'	313°35'
Азимут магнитный $A_M$	74°02'	320°17'
Румб дирекционный прямой $r_D$	СВ: 65°00'	СЗ: 48°45'
Румб дирекционный обратный $r_D$	ЮЗ: 65°00'	ЮВ: 48°45'
Румб истинный прямой $r_{ист}$	СВ: 67°20'	СЗ: 46°25'
Румб истинный обратный $r_{ист\ обн}$	ЮЗ: 67°20'	ЮВ: 46°25'
Румб магнитный прямой $r_M$	СВ: 74°02'	СЗ: 39°43'
Румб магнитный обратный $r_{M\ обн}$	ЮЗ: 74°02'	ЮВ: 39°43'

**Задача 4. ИЗУЧЕНИЕ ПО КАРТЕ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ.****РЕШЕНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ С УЧЕТОМ РЕЛЬЕФА**

**Цель.** Научиться читать по карте рельеф: усвоить условные знаки и принципы изображения рельефа; определять формы, структурные линии и характерные точки, направления и форму скатов; рассчитывать высоты точек местности и превышения между ними, углы наклона скатов и уклоны линий местности.

Получить навыки решения задач, возникающих при проектировании и строительстве инженерных сооружений с учетом рельефа местности: выбирать по карте трассы линейных сооружений, строить профили, определять границы водосборных площадей.

**Пособия, приборы и принадлежности.** Комплект учебных топографических карт, циркуль-измеритель, линейка, поперечный масштаб, микрокалькулятор.

### **Упражнения.**

4.1. С карты, указанной в табл. 11 (см. Приложение), скопировать на кальку изображение рельефа на площади, ограниченной горизонтальными и вертикальными линиями сетки прямоугольных координат. На кальке показать:

1) формы рельефа (на изображениях холмов и гор проставить букву Г, впадин - В, лощин - Л, хребтов - Х, седловин - С, оврагов - О, промоин - П, обрывов - Об, осыпей - Ос, курганов - К, ям и карьеров -Я);

2) водоразделы - тонкими линиями коричневого цвета, водосливы - пунктиром того же цвета;

3) подписи высот точек I, II и III;

4) точки, имеющие максимальную и минимальную отметки, превышение между ними;

5) среднюю, минимальную и максимальную крутизну ската по заданному направлению;

6) средний, минимальный и максимальный уклоны по заданному направлению. Для определения уклонов вычертить на этой же кальке график заложений.

4.2. По карте, указанной в табл. 12 Приложения, запроектируйте ось трассы автомобильной железной дороги с уклоном не более заданного максимального значения. План трассы шириной 4 см (по 2 см вправо и влево от оси) скопируйте на кальку. По выбранному направлению постройте на миллиметровой бумаге продольный профиль трассы, определив по карте отметки пикетов и точек пересечения оси с горизонталями, линиями хребтов и водотоков. Горизонтальный масштаб профиля примите равным масштабу карты, вертикальный - в 10 раз крупнее горизонтального. Профиль строится без проектирования кривых.

4.3. На карту, указанную в табл. 13 Приложения, нанесите границу водосбора, расположенного выше водопропускного сооружения. Скопируйте границу на кальку, показав на ней также водоток, водопропускное сооружение и четыре пересечения линий прямоугольной координатной сетки.

**Пояснения.** При подготовке к лабораторной работе уясните по учебной литературе и легендам учебных карт способы изображения рельефа на топографических картах. Основной — способ горизонталей. Элементы рельефа с крутыми и обрывистыми склонами изображают также условными знаками.

При изучении способа горизонталей обратите внимание на следующие вопросы:

- что такое горизонталь, высота сечения рельефа и заложение;
- какие высоты сечения приняты для топографических карт и планов разных масштабов; как измеряют высоту сечения в зависимости от характера рельефа;
- от чего зависит заложение и как по его величине определяют крутизну скатов; как пользуются шкалой (графиком) заложения для решения этого вопроса;
- какие горизонталю называют основными, половинными, вспомогательными, утолщенными, как на карте подписывают отметки (высоты) горизонталей;
- как изображаются горизонталями основные формы рельефа (гора, впадина, хребет, лощина и седловина); найдите изображение этих форм на карте; зарисуйте их, показав план и профиль каждой из форм;
- для чего применяют бергштрихи.

После этого изучите условные знаки, применяемые для изображения оврагов, промоин, обрывов, курганов и ям (естественного и искусственного происхождения); зарисуйте их; запомните, что означают цифровые подписи,

проставляемые на картах рядом с этими условными знаками. Детально разберите, как подписывают отметки высот отдельных точек местности, в том числе ориентиров, урезов воды, колодцев и источников (ключей, родников). Найдите эти знаки на картах и по ним представьте себе вид местности.

Определение отметок точек местности (упражнение 4.1) выполняется следующим образом.

Если точка лежит на горизонтали, то ее высота (отметка) равна высоте этой горизонтали (на рис. 11  $H_A = 215$  м).

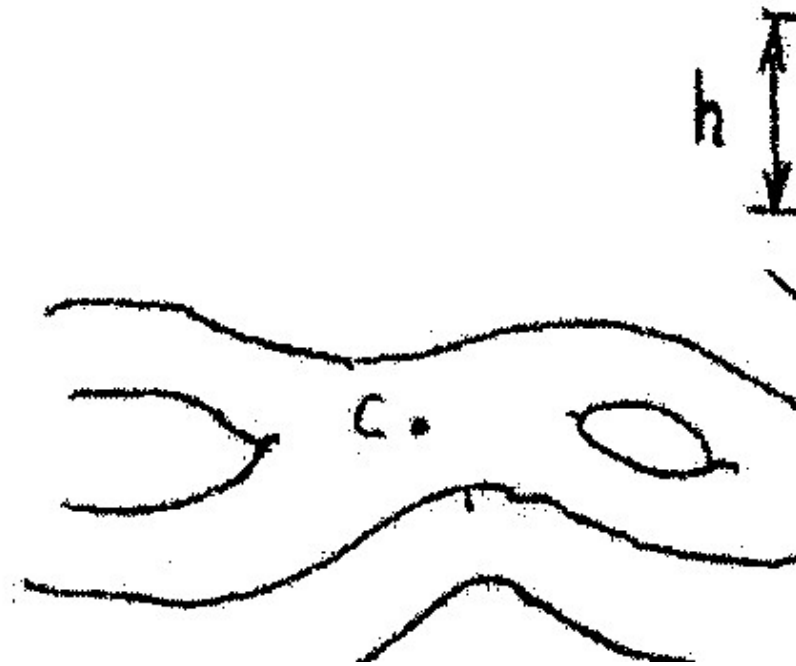


Рис.11

Отметка точки, лежащей между горизонталями, равна отметке нижней горизонтали, сложенной с  $\Delta h = h \cdot \Delta a / a$ , где  $h$  - высота сечения рельефа горизонталями;  $a$  - заложение, измеренное по кратчайшему направлению между соседними горизонталями и проведенное через определяемую точку;  $\Delta a$  - расстояние, измеренное по этому же направлению между определяемой точкой и нижней горизонталью.  $a$  и  $\Delta a$  измеряют линейкой в мм или определяют на глаз. Например (рис. 11), при  $a = 10$  мм,  $\Delta a = 7$  мм и  $h = 5$  м находят  $H_B = 215 \text{ м} + 5 \text{ м} \cdot 7/10 = 218,5 \text{ м}$ . Тот же результат будет получен при расчете от верхней горизонтали:  $H_B = 220 \text{ м} - 5 \text{ м} \cdot 3/10 = 218,5 \text{ м}$ .

Если точка находится на вершине возвышенности, на дне котловины и седловины и отметка ее на карте не подписана, то полагают, что эта отметка больше (меньше) отметки ближайшей к ней горизонтали примерно на половину высоты сечения. Например, отметка седловины С (см. рис. 11) примерно равна 227,5 м.

Отметки неподписанных на карте точек определяются для равнинной местности с точностью 1/3-1/2 высоты сечения рельефа, в горах — в 3-4 раза хуже.

Превышение одной точки местности над другой определяется по разности их высот. Например, превышение точки В над точкой С (см. рис. 11) составляет  $H_{B-C} = 218,5 - 227,5 = -9,0$  м.

**Определение крутизны ската.** Крутизна ската — угол его наклона  $v^\circ$  к горизонтальной плоскости. На элементарном участке, соответствующем отрезку, заключенному между соседними горизонталями на карте, крутизну ската определяют по шкале (графику) заложений способом, показанным в легенде к учебному листу карты масштаба 1:50 000. Такие графики печатают на всех топографических картах под южными сторонами рамок листов. Если требуется определить среднюю крутизну ската ( $v^\circ$ ) на участке больше или меньше элементарного, то ее рассчитывают по формуле

$$v^\circ = \operatorname{arctg} \frac{\Delta H}{d},$$

где  $\Delta H = H_2 - H_1$ , - разность высот двух точек ската;

$d$ - горизонтальное расстояние между этими точками, измеренное в масштабе карты.

Для приближенных расчетов углов наклона, не превышающих величины  $\pm 25^\circ$ , пользуются упрощенной формулой

$$v = 60^\circ \frac{\Delta H}{d},$$

Например, средний угол наклона ската по направлению АС (см. рис. 11) при расстоянии  $d_{AC} = 750$  м составляет

$$v^\circ = 60^\circ \frac{227,5 - 215}{750} = \pm 1,0^\circ.$$



В технических расчетах крутизну ската обычно выражают в уклонах. Уклоном линии местности  $i$  называется тангенс угла наклона - отношение превышения  $\Delta H_{AC}$  к горизонтальному проложению линии AC. Его записывают по разному: простой дробью со знаменателем, равным 100 или 1000, десятичной дробью или в виде процентов и промилле (тысячных долей). Например, так:  $i = 5/100 = 50/1000 = 0,050 = 5\% = 50\text{‰}$ , что означает - скат повышается или понижается на 5 м на каждые 100 м его горизонтального проложения, или, что одно и то же, на 50 м на каждые 1000 м.

Средний уклон ската рассчитывается по формуле

$$i = \frac{H_2 - H_1}{d}.$$

Так уклон ската AC (см. рис. 11) составит

$$i = \frac{227,5 - 215,0}{750} = +0,017.$$

Для измерения уклонов на элементарных участках ската пользуются графиком заложений, который предварительно строят, так как такие графики на картах не печатают. Перед построением графика вычисляют величину заложений ( $a_j$ ) по формуле

$$a_j = h/i_j,$$

в которой  $h$  - высота сечения рельефа;  $i_j$  - уклоны. Задаваясь уклонами последовательно 0,010; 0,020; ...; 0,100 (через 10 тысячных) и высотой сечения  $h$  вычисляют величины  $a_{0,010}$ ,  $a_{0,020}$ , ...  $a_{0,100}$ , например, для карты масштаба 1:50 000

$$a_{0,010} = 10 \text{ м} / 0,010 = 1000 \text{ м на местности или } 20 \text{ мм на карте};$$

$$a_{0,020} = 10 \text{ м} / 0,020 = 500 \text{ м на местности или } 10 \text{ мм на карте};$$

.....

$$a_{0,100} = 10 \text{ м} / 0,100 = 100 \text{ м на местности или } 2 \text{ мм на карте}.$$

Подобным же образом вычисляют величину заложений между утолщенными горизонталями, принимая  $h$  равным пятикратной (для карты масштаба 1:10 000 - десятикратной) высоте сечения, и задаваясь сначала уклонами в 0,050; 0,060; ...; 0,100 (через 10 тысячных), а затем в 0,200; 0,300; 0,400; 0,500; 1,000.

Результаты расчетов сводят в табл. 2.

$h = 10 \text{ м}$			$h = 50 \text{ м}$				
I	d, мм	i	d, мм	i	d, мм	i	d, мм
0,010	20,0	0,060	3,3	0,050	20,0	0,200	5,0
0,020	10,0	0,070	2,8	0,060	16,7	0,300	3,3
0,030	6,7	0,080	2,5	0,070	14,2	0,400	2,5
0,040	5,0	0,090	2,2	0,080	12,5	0,500	2,0
0,050	4,0	0,100	2,0	0,090	11,1	1,000	1,0
				0,100	10,0		

По этим данным вычерчивают график заложений для данных уклонов (рис. 12). На горизонтальной прямой откладывают произвольные, но равные между собой отрезки, например, в 0,5 см. Под ними в порядке возрастания подписывают уклоны. Из точек деления восстанавливают перпендикуляры и откладывают на них вычисленную величину заложений. Концы заложений соединяют плавной кривой.

Уклон линии местности по такому графику на каком-либо элементарном участке ската определяют так же, как и по графику заложений для определения углов наклона. Нетрудно заметить, что максимальный уклон (угол наклона) следует отыскивать на изучаемом направлении там, где горизонтали расположены наиболее часто, а минимальный - где редко.



Рис. 12

**Нанесение на карту линии с уклоном не больше заданного.** Эта задача возникает при камеральном (по топографическим картам) трассировании линейных сооружений, когда между фиксированными точками на карте требуется спроектировать линию, уклон которой не превосходит заданного максимального значения. Для этого по принятой на данной карте высоте сечения рельефа  $h$  и максимально допустимому уклону  $i_{рук}$  рассчитывают заложение  $d$  в масштабе карты

$$d = h / i_{рук} * M$$

Например, при работе по карте масштаба 1:50 000 и заданном уклоне  $i_{рук} = 0,050$ :  $d = 10 \text{ м} / 0,050 * 50 000 = 4 \text{ мм}$ .

Найденное заложение берут в раствор циркуля-измерителя и последовательно откладывают его между соседними горизонталями от одной фиксированной точки к другой. Там, где кратчайшее расстояние между горизонталями меньше  $d$ , трассу отклоняют от прямой. В результате получают ломаную линию, называемую линией нулевых работ. Будущая трасса сооружения, проложенная по этой линии, не потребует устройства ни насыпей, ни выемок, обусловленных рельефом местности.

Обычно между фиксированными точками А и В (рис. 13) возникает несколько вариантов трассы. Из них выбирают оптимальный: кратчайший, менее извилистый, с наименьшим объемом работ по устройству мостовых переходов и т.п.

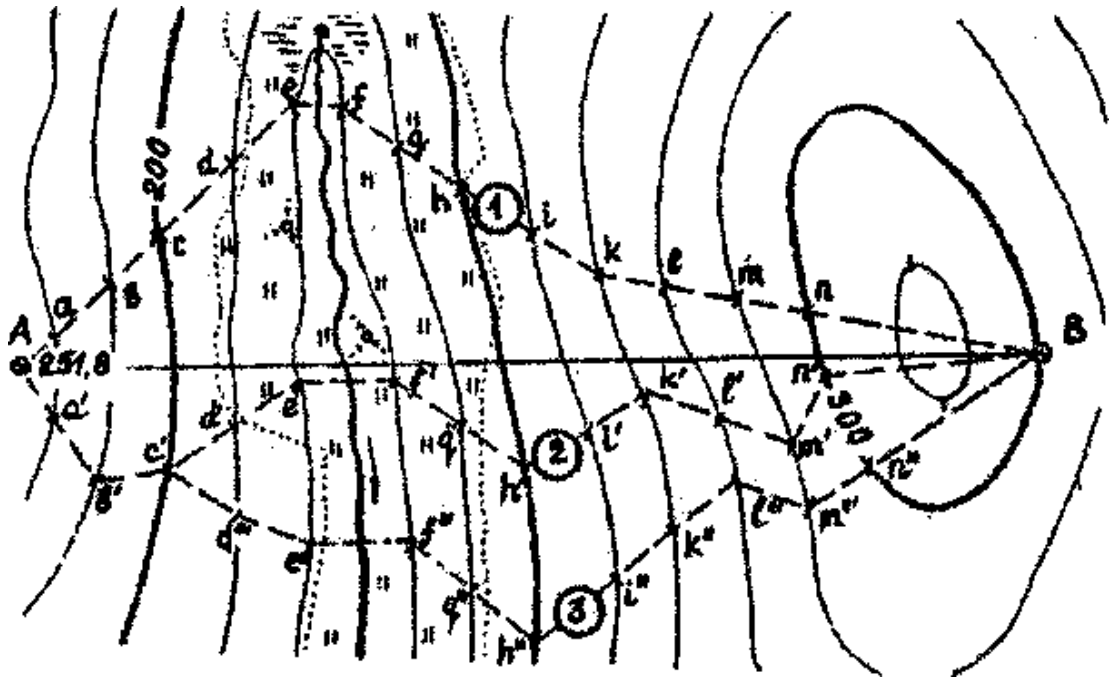


Рис. 13

### Задача 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ

**Цель.** Освоить методику вычисления размеров площадей земельных участков по координатам их вершин (аналитический способ) и научиться определять величину площади по карте с помощью планиметра (механический способ); ознакомиться с графическим способом определения площадей.

**Пособия, материалы, приборы и принадлежности.** Комплект учебных карт, полюсный планиметр, масштабная линейка, циркуль-измеритель, письменные и чертежные принадлежности, ЭКВМ.

#### Упражнения.

5.1. Вычислить площадь полигона по координатам его вершин, указанным на рис. 2 приложения.

5.2. Определить планиметром размеры лесного и непокрытого лесом участков полигона; определить величину и допустимость невязки; уравнять площади в пределах полигона.

**Пояснения.** В приложении к заданию для каждого варианта дана схема полигона. Используя подписи координатной сетки и приведенные на схеме условные знаки, найдите на карте вершины полигона. Проставьте около каждой вершины номера, которые должны возрастать по ходу часовой стрелки (рис. 17). Пользуясь поперечным масштабом и циркулем-измерителем, определите и запишите в таблицу, составленную по форме табл. 3, сокращенные прямоугольные координаты вершин.

Таблица 3

№ вершины	Координаты, м				Разности координат, м		Произведения, м <sup>2</sup>	
	В системе шести-градусной зоны (сокращенные)		В условной системе		$y_{i+1} - y_{i-1}$	$x_{i-1} - x_{i+1}$	$x_i(y_{i+1} - y_{i-1})$	$y_i(x_{i-1} - x_{i+1})$
	x	y	x	y				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	641706	11000	170	0	-1116	-921	-189 720	0
	5048	11061	1048	61	+673	-1334	+705 304	-81 374
	65504	11673	1504	673	+1898	+339	+2 854	+228 147
	64709	12959	709	1959	+504	+1377	592 +357	+2 697 543
	64127	12177	127	1177	-1959	+539	336	+634 403
							-248 793	
					0	0	3 478 719	3 478 719
$p = 3\,478\,719 : 2 = 1\,739\,360 \text{ м}^2 = 173,94 \text{ га}$								

Чтобы не иметь дела с громоздкими числами, перевычисляют координаты в условную систему с осями параллельными линиями сетки карты. Начало этой системы выгодно поместить в точку, расположенную за пределами полигона вблизи его юго-западного угла. В табл. 3 начало

условной системы перенесено в юго-западный угол квадрата 6411. Результаты вычитания из каждой абсциссы 64 000 м, а из каждой ординаты 11 000 м записаны в 3 и 4 графах табл. 3.

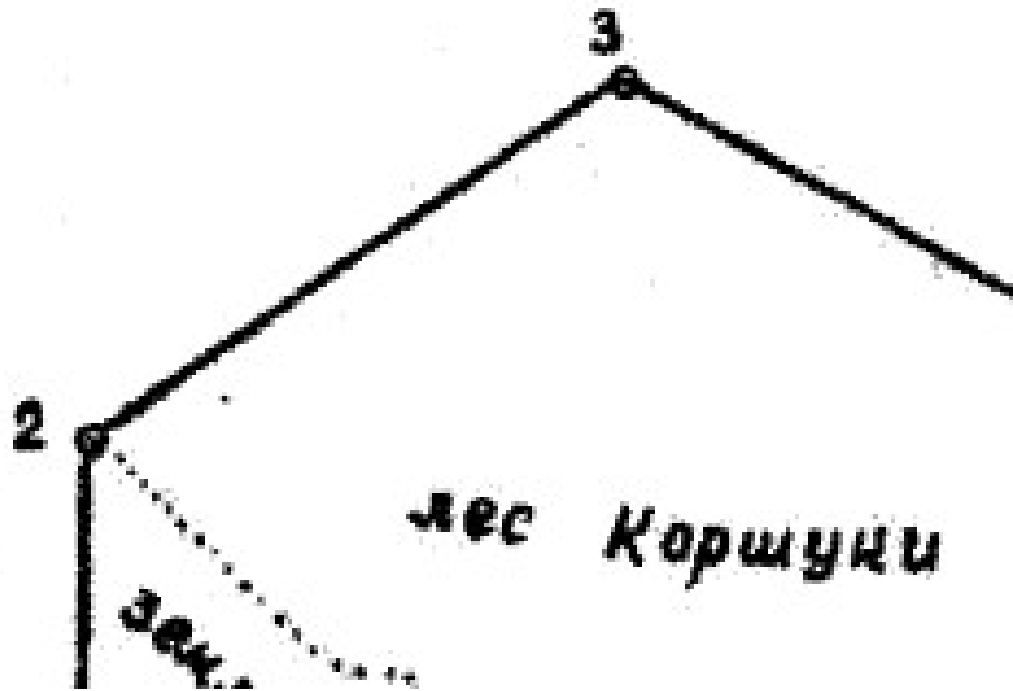


Рис. 17

Площадь полигона вычисляется по формулам:

$$p = \frac{1}{2} \sum_1^n x_i (y_{i+1} - y_{i-1});$$

$$p = \frac{1}{2} \sum_1^n y_i (x_{i-1} - x_{i+1}).$$

В соответствии с ними сначала необходимо составить разности ординат и абсцисс, записав их на соответствующих строках 6 и 7 граф ведомости. После этого перемножают на каждой строке числа, записанные в графах 4 и 6, 5 и 7. Полученные произведения записывают на тех же строках в 8 и 9 графах соответственно. Если вычисления сделаны правильно, то алгебраическая сумма всех чисел 6-й графы, также как и 7-й, равны нулю, а сумма чисел 8-й графы в точности равна сумме чисел 9-й графы. Последние представляют двойную площадь многоугольника.



До начала работы планиметром необходимо уяснить следующие положения.

1. Измерение площадей выполняют по хорошо разглаженной карте, закрепленной кнопками или грузиками на ровной и гладкой поверхности стола или чертежной доски.

2. Начиная работать с планиметром, закрепляют винт, фиксирующий основной счетный механизм на обводном рычаге, с помощью шкалы и верньера этого рычага определяют с точностью до 0,1 мм его длину ( $R$ ), которую записывают в ведомости определения цены деления планиметра и измерения площадей.

3. Перед измерением какой-либо площади находят место размещения полюса планиметра. Для этого планиметр устанавливают на карте и предварительной обводкой (без снятия отсчетов) убеждаются, что при данном положении полюса счетное колесо не сходит с листа бумаги, а угол между рычагами не бывает меньше  $30^\circ$  и больше  $150^\circ$ .

4. Величину площади фигуры определяют по числу оборотов счетного колеса при обводе всей границы (контура) фигуры обводной точкой, находящейся на конце обводного рычага. Для этого на контуре выбирают (отмечают) какую-либо точку, совмещают с ней обводную точку планиметра, снимают и записывают отсчет  $u_1$  со счетного механизма. Перемещают обводную точку вдоль контура по ходу движения часовой стрелки, доводят ее до исходного положения и снимают второй отсчет  $u_2$ . Разность отсчетов  $n = u_2 - u_1$  дает число делений планиметра, соответствующее площади фигуры. Чтобы найти саму площадь  $P$ , надо знать цену деления  $C$  планиметра, т. е. площадь (в га,  $m^2$ ), соответствующую одному делению планиметра, и умножить ее на число делений  $n$ . Тогда площадь

$$P = C \cdot n.$$

5. Цену деления планиметра определяют опытным путем на основе измерения планиметром на той же карте площади  $P_0$ , величина которой известна. Тогда

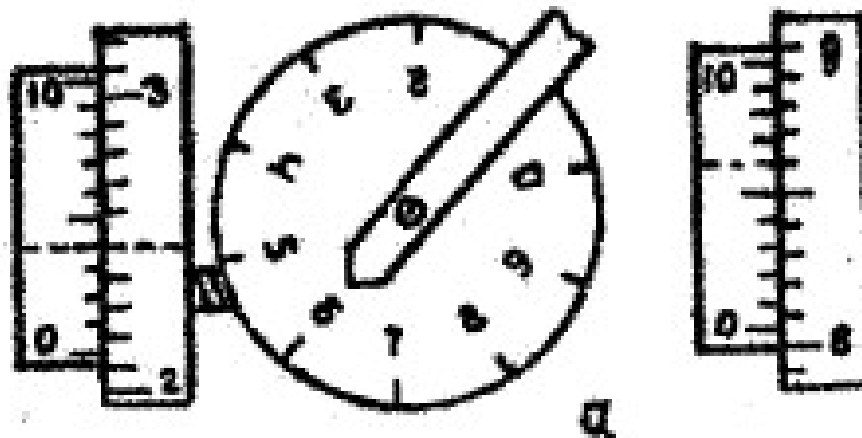
$$C = \frac{P_0}{n_0},$$

где  $n_0$  — число делений, пройденных счетным колесом при обводе контура площади.

6. Контур обводят плавно, без рывков, всегда по ходу часовой стрелки, не слишком медленно, но и не слишком быстро, чтобы проследить, переходит ли нуль циферблата через указатель; обводку контура начинают и заканчивают в одной и той же точке.

7. Каждый отсчет должен быть выражен четырехзначным числом (рис. 18 а): первая цифра (6) снимается со шкалы циферблата (номер младшего штриха, прошедшего указатель); вторая и третья снимаются со счетного колеса — номер младшего подписанного на колесе (2) и номер младшего неподписанного (1) штрихов, четвертая снимается с неподвижной шкалы верньера и представляет собой номер штриха этой шкалы (4), совпадающего с каким-либо штрихом счетного колеса.

8. Снятый со счетного механизма отсчет означает количество делений, пройденных счетным колесом от начала счета (нуля счетного механизма). За один полный оборот счетного колеса (1000 делений) циферблат перемещается относительно указателя на одно деление. Одному полному обороту циферблата соответствует 10 оборот счетного колеса, т. е. изменение отсчета на 10 000 делений.



9. При снятии отсчета с циферблата надо следить за тем, чтобы не сделать грубого просчета из-за люфта циферблата (см. рис. 18). Если на счетном колесе вблизи нуля верньера окажутся цифры 0, 1, 2, 3, то по циферблату отсчитывают цифру, расположенную ближе к острию указателя, а если 9, 8, 7 — то соседнюю младшую.

10. Если отсчет до обводки окажется больше отсчета после обводки, то к последнему добавляют 10 000, а при измерении больших площадей —  $10\,000m$ , где  $m$  — число полных оборотов циферблата.

Непосредственная работа с планиметром начинается с определения цены его деления на том же листе карты, по которому будут измеряться площади при выполнении упражнения 5.2.

Рекомендуется в качестве площади известных размеров при работе по карте масштаба 1:10 000 брать один квадрат карты, изображающий один квадратный километр местности (100 га), а при работе на картах масштабов 1:25 000, 1:50 000 и 1: 100 000 — соответственно четыре (400 га), шестнадцать (1600 га) и девять (3600 га) квадратов.

Границы площади  $P_0$  дважды обводят обводной точкой при положении полюса слева (ПЛ) и справа (ПП). Отсчеты берут по двум счетным механизмам (при использовании двухкареточного планиметра) до начала обводки, после первой обводки и после второй обводки.

Пример записей и вычислений приведен в табл. 4.

Таблица 4.

Определение цены деления планиметра № 18-352  
 $R = 152,3$ , карта 1:10 000,  $P_0 = 100$ га

Отсчеты по основному у механизму	Разность и отсчетов	Среднее из разностей	Отсчеты по дополнительному у механизму	Разность и отсчетов	Среднее из разностей	Среднее из разностей показаний механизмов
ПЛ						

0734			5179			
	3340			3366		
4074		3339	8545		3365,5	3352,2
	3338			3365		
7412			1910			
III						
6015			3750			
	3341			3364		
9356		3341,5	7114		3365,5	3353,5
	3342			3367		
2698			0481			
Среднее		3340,2			3365,5	3352,8

$$C = \frac{100ga}{3352,8} = 0,02983 \text{ га}$$

Полученная цена деления пригодна только для данного планиметра, при данной длине обводного рычага ( $R$ ) и при работе на карте того масштаба, для которого она определялась.

**Измерение площадей.** Сначала измеряют площадь лесного массива. На его контуре выбирают начальную точку, устанавливают на нее обводную точку планиметра при положении полюса слева (ПЛ). Снимают и записывают в ведомость измерения площадей (табл. 5) начальный отсчет по основному и дополнительному механизмам. Обводят контур леса обводной точкой и вновь снимают отсчеты с механизмов, записывая их в ведомость. Таким же образом обводят этот контур при положении полюса справа (ПП). Составляют четыре разности отсчетов, вычитая из отсчетов после обводки соответствующие отсчеты до обводки. Из полученных четырех разностей вычисляют среднюю. Умножением цены деления на среднюю разность отсчетов получают измеренную площадь.

Такими же приемами измеряют площадь смежного с лесным массивом участка. После этого подсчитывают сумму двух измеренных площадей.

Таблица 5

точность измерения площадей планиметром

Длина рычага 152,3. Цена деления 0,02983 га

	Отсчеты		Разности отсчетов	Средняя разность	Площадь измеренная, га	Поправка ( $\delta$ ), га	Площадь исправленная, га
	До обводки	После обводки					
1	0162	3295	3133				
1	0545	3681	3136	3141,8	93,72	+0,30	94,02
1	1380	4529	3149				
1	1592	4741	3149				
1	3511	6178	2667				
1	8219	0883	2664	2670,8	79,67	+0,25	79,92

Рис. 2.

**Увязка площадей.** Вследствие неизбежных погрешностей в работе планиметра и ошибок оператора сумма площадей угодий ( $\sum P'$ ) не совпадает с общей площадью  $P$  полигона, вычисленной аналитически, на некоторую величину  $f_p$ , называемую невязкой площади. Ее вычисляют по правилу

$$f_p = \sum P' - P.$$

В данном случае суммы площадей, вычисленные в табл. 5 и 3 отличаются одна от другой на -0,55 га.

Невязка считается допустимой, если она не превышает 1/100 площади полигона.

Полагая, что вычисленная аналитически площадь полигона является величиной точной, возникает задача по введению поправок в площади, измеренные планиметром. Поправки в эти площади вводят пропорционально их величине со знаком, обратным знаку невязки. Для этого невязку делят на количества гектаров площади полигона, а частное от деления умножают на измеренную планиметром величину площади каждого угодья, округленную до целых га, получая поправки в каждую из площадей. Их сумма по абсолютному значению должна быть равна невязке.

Исправленные площади угодий получают путем суммирования измеренных площадей с поправками. Сумма исправленных площадей угодий должна быть в точности равна площади полигона.