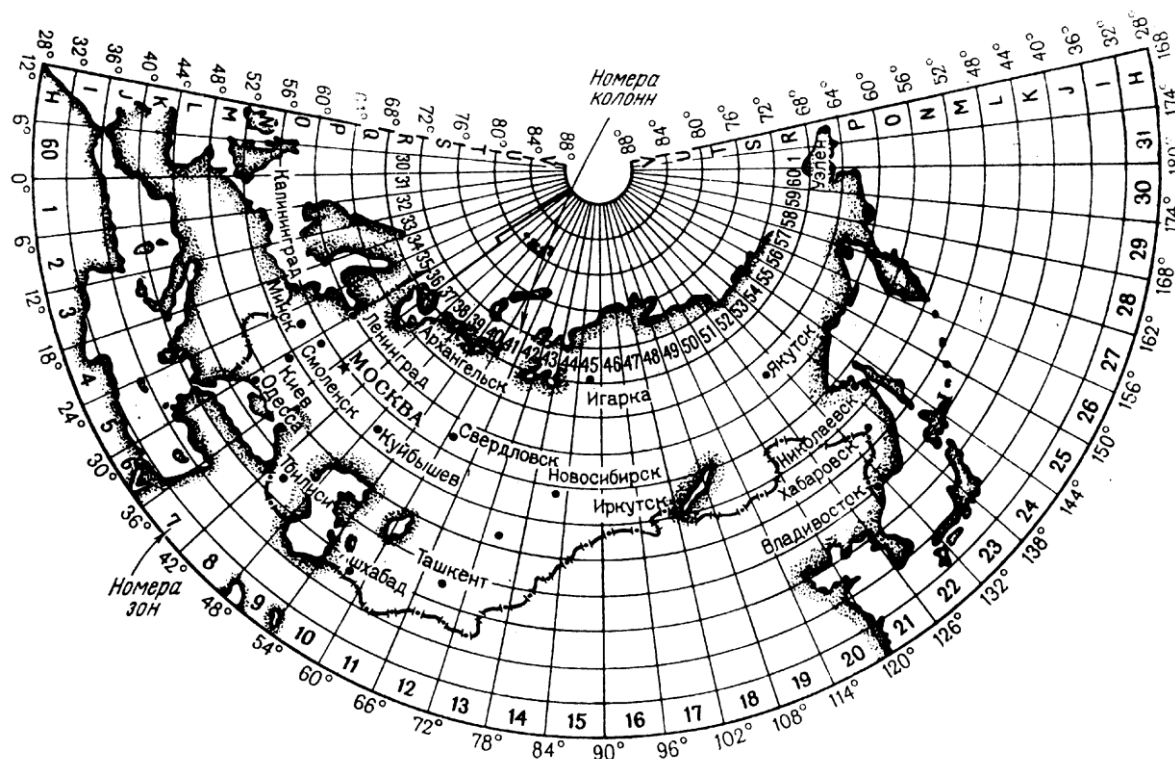


МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЧИТИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



РАБОТА С ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТОЙ

Методические указания к расчетно-графической работе

для студентов специальности

по курсу “Инженерная геодезия

Переутверждена на
заседании кафедры
ГГиИГ 2013г. Протокол
№6 от 12 ноября 2013г.

Чита 1999

УДК 528.2/5(075) Работа с топографической картой: метод. Указ. Чита: ЧитГТУ, 1999.
30 с.

Методические указания содержат сведения об организации и проведению учебной практики по инженерной геодезии: топографическим съемкам и инженерно-геодезическим работам при линейном и промышленном строительстве.

Ил. Табл. 1 Библиогр. - 9 наименов.

Методические указания разработаны доц., к.т.н. С.В. Смоlichem.

Утверждены и рекомендованы к изданию решением методического совета горного института ЧитГТУ.

Ответственный за выпуск к.г.-м.н. В.С. Петров

© Читинский государственный технический университет, 1999

ПРЕДИСЛОВИЕ

Студенты должны уметь легко читать план и карту, использовать их в своей практической деятельности. Уметь читать карту или план - это значит по условным знакам понимать изображенную местность и извлекать обширную информацию.

Уровень знаний студентов должен позволять определить: прямоугольные и географические координаты точки, длины линий, дирекционные углы, абсолютные и относительные отметки, долготу осевого меридиана, истинный и магнитный азимуты, крутизну ската и т.д.

Карта и план определенного масштаба являются одним из основных документов необходимых для планирования, изыскания и организации производственного процесса.

Для выполнения задания необходимо изучить следующие вопросы теории:

1. Понятие о фигуре и размерах Земли. Уровенная поверхность, геоид.
2. Понятие об изображении земной поверхности на плоскости. План, карта, профиль.
3. Понятие о проекции Гаусса-Крюгера.
4. Масштаб карты. Численный, линейный и поперечный масштабы. Точность масштаба.
5. Условные знаки планов и карт. Чтение планов и карт.
6. Системы координат, применяемые в геодезии.
7. План и карта. Номенклатура и разграфка топографических карт масштабов 1:1000000 .. 1:1000.
8. Ориентирование линий. Магнитный и истинный азимуты, связь между ними. Дирекционный угол. Угол сближения меридианов, угол склонения магнитной стрелки. Решение прямой и обратной геодезических задач в прямоугольной системе координат.

9. Изображение рельефа на планах и картах. Масштаб заложений. Определение по горизонталям отметок точек, уклона линий, направления и крутизны ската. Построение профиля линии местности по горизонталям. Проведение линии заданного уклона.

Работа с топографической картой рассчитана на 4 академических часа и выполняется согласно вопросам, изложенным в задании.

1. ВОПРОСЫ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

1.1. Изучение ситуации и рельефа на топографических картах

Занятие 1.

1. Указать масштаб карты и определить его точность.
2. Указать предметы местности, сельскохозяйственные и лесные угодья, изображенные на карте масштабными и внемасштабными условными знаками.
3. Дать краткую характеристику сельскохозяйственных и лесных угодий, изображенных на топографической карте.
4. Перечислить населенные пункты, изображенные на топографической карте, дать их характеристику.
5. Охарактеризовать виды путей сообщения.
6. Дать характеристику мостов, изображенных на карте.
7. Указать название, направление и скорость течения рек.
8. Определить номенклатуру листа топографической карты, найти номер зоны, вычислить долготу осевого меридиана.
9. Определить основные формы рельефа, изображенные на листе карты, и определить высоты их характерных точек.

1.2. Решение задач по топографической карте

Занятие 2.

1. На карте заданы 2 точки:

точка А кв. -

точка В кв. -

Определить:

а) географические координаты

широта $\varphi_A =$ $\varphi_B =$

долгота $\lambda_A =$ $\lambda_B =$

б) прямоугольные координаты

абсцисса $X_A =$ $X_B =$

ордината $Y_A =$ $Y_B =$

в) высоты точек над уровнем моря

$H_A =$ $H_B =$

г) расстояние между точками (с помощью циркуля измерителя и поперечного масштаба)

$d_{A-B} =$

д) дирекционный угол линии А-В

$\alpha_{A-B} =$

е) истинный азимут линии А-В

$A^и_{A-B} =$

ж) магнитный азимут линии А-В

$A^м_{A-B} =$

з) на миллиметровой бумаге построить профиль местности во линии А-В. Масштаб для горизонтальных расстояний принять равным масштабу карты. Вертикальный масштаб принять в 10 раз крупнее (если рельеф ровный в 20 раз).

и) для заданных точек решить обратную геодезическую задачу (по найденным прямоугольным координатам точек вычислить дирекционный угол и длину линии А-В), сравнить полученные результаты с графическими.

к) определить наибольшую и наименьшую крутизну ската по линии А-В, пользуясь графиком заложений.

$i_{\max} =$ участок -

$i_{\min} =$ участок -

л) между заданными точками А и В провести ось сооружения так, чтобы уклоны ее отдельных участков, взятых между двумя соседними горизонталями, не превышали $i \leq 0,015$.

Примечание. Необходимые для решения задач построения выполнить на карте карандашом, а затем перенести на кальку.

2. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

2.1. Изучение листа топографической карты

Рассмотрим фрагмент листа учебной топографической карты масштаба 1:10000 (рис.1). Стороны листа являются отрезками меридианов и параллелей и образуют внутреннюю рамку этого листа, имеющую форму трапеции. В каждом углу рамки указывается его широта и долгота. Широта записывается в столбик, долгота в строчку. Например: широта и долгота юго-западного угла равны соответственно $\varphi = 54^{\circ}15'$ и $\lambda = 14^{\circ}18'45''$, северо-западного $\varphi = 54^{\circ}17'30''$, $\lambda = 14^{\circ}18'45''$ и т.д. Рядом с внутренней рамкой расположена минутная рамка карты, деления которой соответствуют одной минуте широты и долготы. Точки, расположенные между рамками, соответствуют 10 минутному интервалу.

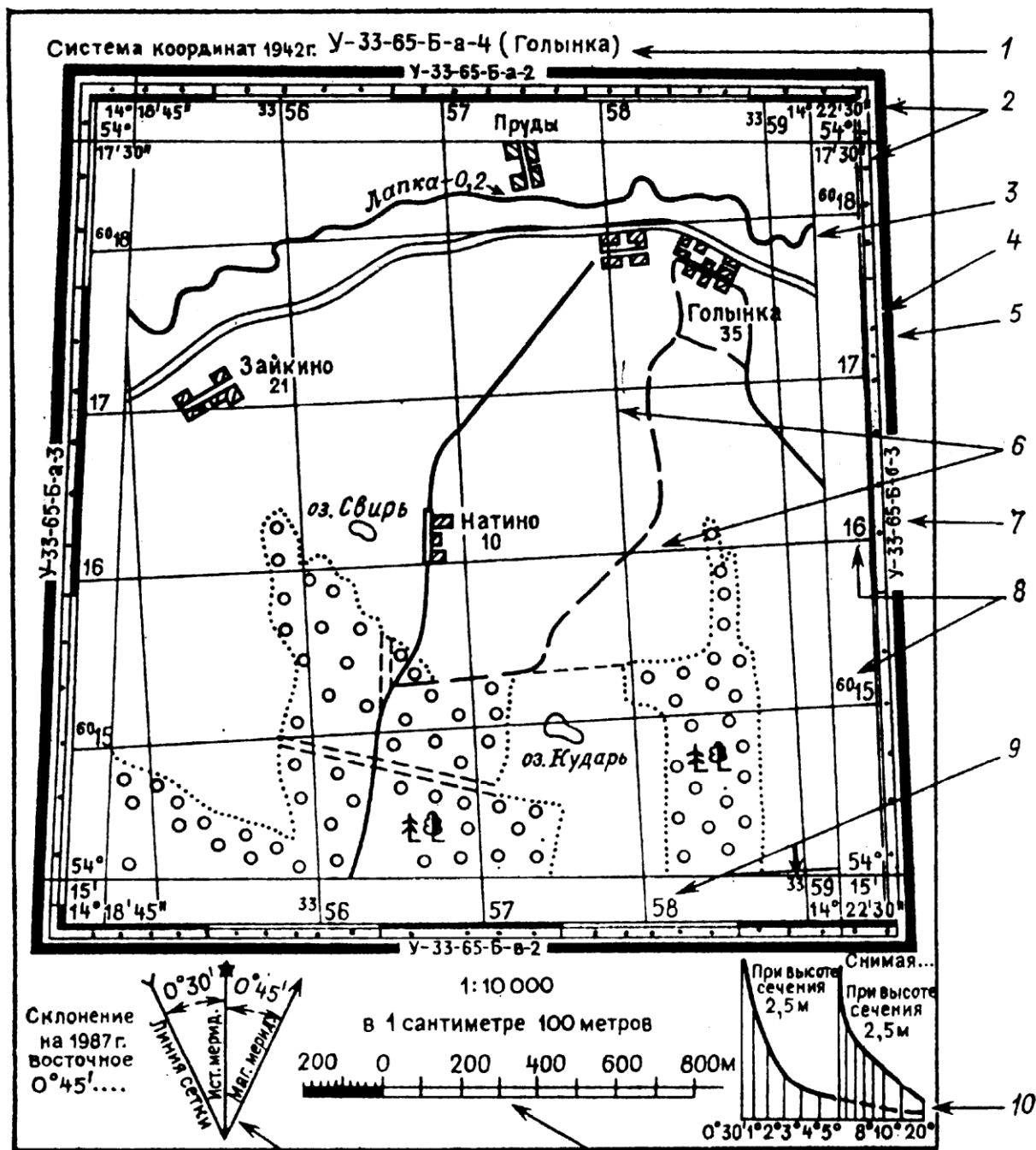


Рис.1. Лист топографической карты масштаба 1:100000

1- номенклатура листа (У - учебная); 2- подписи географических координат углов внутренней рамки; 3- внутренняя рамка; 4- минутная рамка (сетка географических координат); 5- линии сетки прямоугольных координат (километровая сетка); 7- номенклатура карт смежных листов; 8- полное и сокращенное значение абсциссы (координата X); 9- сокращенное значение ординаты (координата Y); 10- масштаб заложений; 11- линейный масштаб; 12- схема расположения меридианов: осевого (линии координатной сетки), истинного и магнитного.

В каждой зоне [1] начало прямоугольных координат выбирается на пересечении осевого меридиана и экватора со сдвижкой к западу на 500 км, чтобы значения ординат были всегда положительными (рис.2). В геодезии осью абсцисс является осевой меридиан с положительным направлением к северу. За ось ординат принимается восточное направление экватора. Отсчет углов и нумерация четвертей ведется от северного конца осевого меридиана по ходу часовой стрелки. Такая система координат называется правой, в отличие от левой системы координат принятой в математике.

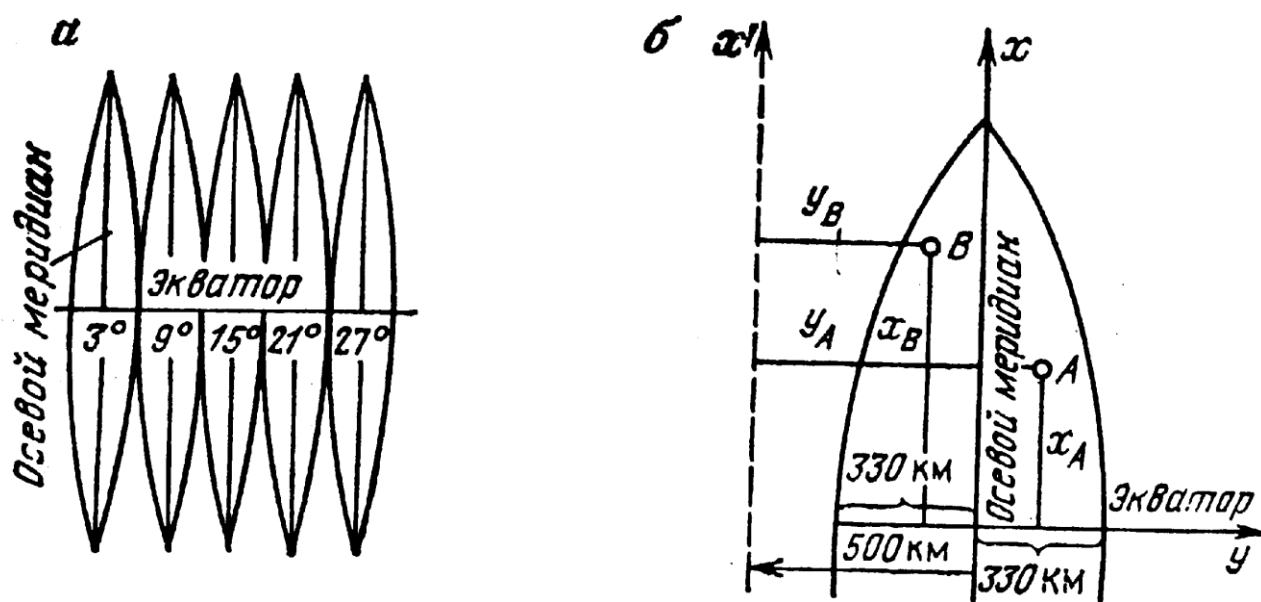


Рис. 2. Проекция Гаусса-Крюгера на плоскости (а); система прямоугольных координат в зоне (б)

Между внутренней и минутной рамками (рис.1) вписываются ординаты и абсциссы линий координатной (километровой) сетки. Расстояние между соседними линиями одного направления равно целому числу километров, которое зависит от масштаба карты. Например, для карты масштаба 1:200000 оно соответствует 4 км, для карты масштаба 1:50000 оно соответствует 1 км. Вдоль западной и восточной сторон рамки выписаны абсциссы линий километровой сетки: 6015, 6016, 6017, 6018 - это километры до горизонтальных линий от экватора.

Вдоль северной и южной сторон рамки выписаны ординаты вертикальных

линий сетки 3356, 3357, 3358. Если значения ординат превышают 500 км, значит лист карты расположен в востоку от осевого меридиана, если значение ординаты меньше 500 км, лист карты находится в западной части зоны. Размер зоны по экватору равен 6° , что соответствует приблизительно 666 км, а так как нулевой отсчет сдвинут относительно осевого меридиана на 500 км, значение ординаты не может быть более 833 км. Поэтому первые одна или две значащие цифры в ординате следующие перед тремя младшими разрядами обозначают номер зоны. Надписи 3356, 3357, 3358 означают, что 3 является номером зоны, а значения ординат Y равны: 356 км, 357 км, 358 км, и т.д. Оцифровкой километровых линий пользуются для приближенного определения положения точек, заданных на карте. Для удобства указывают две последние цифры значений координат километровых линий (сокращенные координаты) юго-западного угла квадрата, в котором находятся сокращенная абсцисса (например, вместо 6016 указывается 16), и затем сокращенная ордината (например, вместо 3357 указывают 57).

В разрывах всех четырех сторон минутной и примыкающей к ней внешней рамки карты указывается номенклатура четырех смежных листов того же масштаба. Номенклатура, данного листа подписывается более крупным шрифтом над северной стороной внешней рамки. Рядом в скобках приводится название крупнейшего в пределах листа населенного пункта.

Под серединой южной стороны рамки указывается численный масштаб карты и вычерчивается соответствующий ему линейный масштаб. Под масштабами приведена принятая высота сечения рельефа.

В пояснительной записи под юго-западным углом рамки содержатся сведения о склонении магнитной стрелки - δ и сближении меридианов - γ . В дополнение к этому на специальном графике представлено взаимное расположение истинного, осевого и магнитного меридианов. Под юго-восточным углом рамки строится масштаб заложений для углов наклона.

2.2 Номенклатура топографических карт

В основу номенклатуры карт различных масштабов в России положена государственная карта масштаба 1:1000000. Деление на листы этой карты выполняется следующим образом (рис.3):

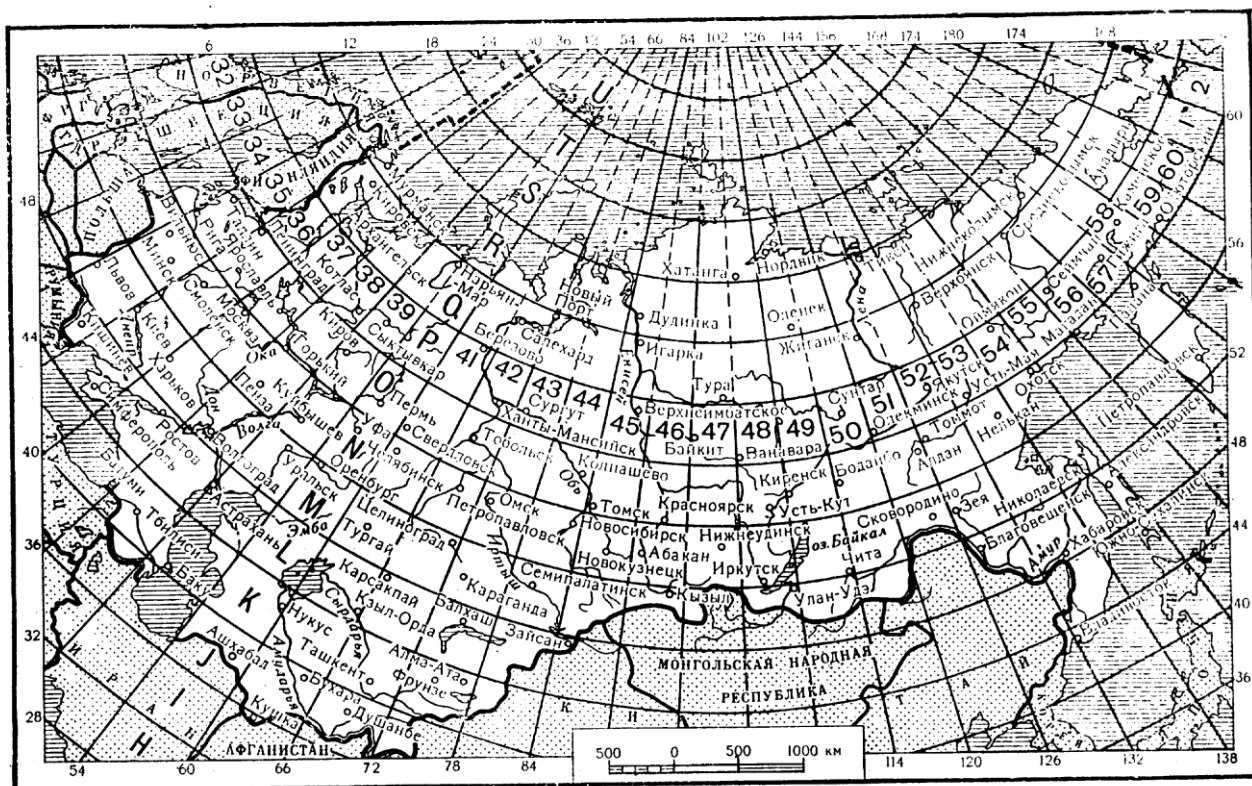


Рис. 3. Таблица листов карты масштаба 1:1000000 на территории России

Вся земная поверхность делится на ряды параллелями проводимыми от экватора через 4° и на колонны меридианами, проводимыми через 6° (60 колонн). Ряды обозначаются заглавными буквами латинского алфавита, счет рядов ведется от экватора к полюсам: южному и северному. Колонны нумеруются арабскими цифрами, счет колонн ведется с запада, на восток от меридиана с долготой 180° (рис.3). Рамки каждого листа представляют равнобокую трапецию. Размер каждого листа составляет 4° по широте и 6° по долготе. Номенклатура ласте такой карты складывается из указания ряда (пояса) и колонны, например: N-49 - номенклатура листа, на котором находится г. Чита. Для получения номенклатуры

карт более крупных масштабов каждый лист карты масштаба 1:1000000 графится на части и каждая на них получает свое определенное обозначение. Для получения листа карты масштаба 1:500000, обозначение которых производят заглавными буквами русского алфавита. А,Б,В,Г (рис. 4а), лист масштаба 1:1000000 делят на 4 листа. Размеры рамок у листа карты 1:500000: по широте $\varphi = 2^\circ$ и долготе $\gamma = 3^\circ$. Номенклатура листа карты 1:500000 складывается из номенклатуры листа карта 1:1000000 и индекса (буквы) листа карты масштаба 1:500000. Например: N-37-A (рис. 4а).

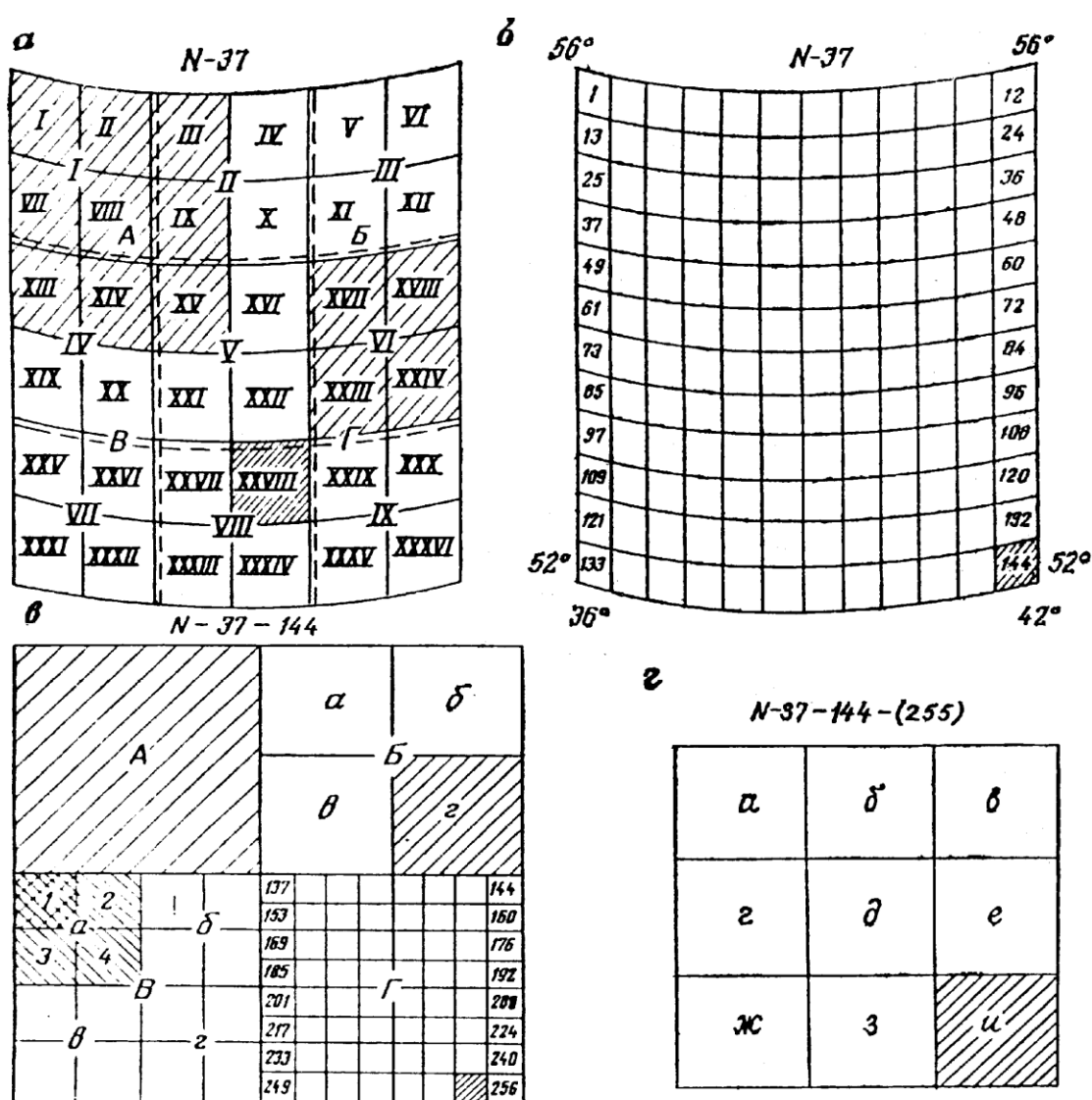


Рис. 4. Разграфка и номенклатура топографических карт

Для получения листов карты масштаба 1:300000 и 1:200000, обозначение которых производится римскими цифрами I-XXXVI (рис. 4а), лист карты масштаба 1:1000000 делят на 9 или 36 листов. Размеры рамок по широте $\varphi = 1^\circ 20'$ и $\varphi = 40'$, долготе $\gamma = 2^\circ$ и $\gamma = 1^\circ$ соответственно. Для получения листов карты масштаба 1:100000, обозначение которых производится арабскими цифрами от 1 до 144, лист карты масштаба 1:1000000 делят на 144 листа (рис. 4б). Размеры рамок по широте $\varphi = 20'$, по долготе $\gamma = 30'$. Номенклатура листа масштаба 1:100000 складывается из номенклатуры листа карты масштаба 1:1000000 и обозначения листа карты масштаба 1:100000. Например: N-37-144 (рис. 4б).

Лист карты масштаба 1:100000 служит основой для разграфки и номенклатуры листов карт более крупного масштаба. Одному листу карты масштаба 1:100000 соответствуют 4 листа карты масштаба 1:50000, которые обозначаются заглавными буквами русского алфавита А,Б,В,Г и присоединяются к номенклатуре стотысячного листа (рис. 4в). Например: N-37-144-А. Размеры рамки по широте $\varphi = 10'$, по долготе $\gamma = 15'$. Одному листу масштаба 1:50000 соответствуют 4 листа масштаба 1:25000, которые обозначаются строчными буквами русского алфавита а,б,в,г, присоединенными к номенклатуре листа карты масштаба 1:50000. Например: N-37-144-Б-г (рис. 4в). Размеры рамки по широте $5'$, по долготе $7' 30''$. Одному листу масштаба 1:25000 соответствуют 4 листа масштаба 1:10000, которые обозначаются арабскими цифрами 1,2,3,4 и присоединяются к номенклатуре листа карты масштаба 1:25000. Например: N-37-144-В-а-1 (рис. 4в). Размеры рамки по широте $10' 30''$, по долготе $3' 45''$.

Лист карты масштаба 1:100000 также служит основой для разграфки и номенклатуры листов карт и планов масштаба 1:5000 и 1:2000. Одному листу карты масштаба 1:100000 соответствует 256 (16x16) листов плана масштаба 1:5000, которые обозначаются цифрами 1,2,...,256, заключенными в скобки и присоединяемыми к номенклатуре листа карты 1:100000. Например: N-37-144-(256). Размеры

рамки по широте 1' 15", по долготе 1' 25,5". Одному листу плана масштаба 1:5000 соответствуют 9 листов плана масштаба 1:2000, которые обозначаются строчными буквами русского алфавита, заключаемыми в скобки и присоединяемыми к номенклатуре листа плана масштаба 1:5000. Например: N-37-144-(256-и). Размеры рамки по широте 25" по долготе 37,5" (рис. 4г).

Данные о размерах отдельных листов топографических карт в зависимости от их масштаба и образцы номенклатуры приведены в таблице 1.

Таблица 1. Сведения о размерах рамки и номенклатуре отдельных листов топографических карт

Масштаб	Размер листа		Образцы номенклатуры	Рисунок
	по широте	по долготе		
1:1000000	4°	6°	N-37	4а
1:500000	2°	3°	N-37-A	4а
1:300000	1° 20'	2°	N-37-VI	4а
1:200000	40'	1°	N-37-XXVIII	4а
1:100000	20'	30'	N-37-144	4б
1:50000	10'	15'	N-37-144-A	4в
1:25000	5'	7' 30"	N-37-144-Б-г	4в
1:10000	2' 30"	3' 45"	N-37-144-B-a-1	4в
1:5000	1' 15"	1' 25,5"	N-37-144-(256)	4в
1:2000	25"	37,5"	N-37-144-(256-и)	4г

Крупномасштабные планы 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500 для городского, поселкового и промышленного строительства могут иметь квадратную разграфку. Данные для разграфки планов более крупных масштабов показаны в табл.2

Таблица 2. Разграфка и обозначение листов плана масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500

Исходный масштаб и его обозначение	Получаемый масштаб и его обозначение	Число листов полученного масштаба	Номенклатура последнего листа
1:5000 (1,2,...,256)	1:2000 (А,Б,В,Г)	4	256-Г
1:2000 (А,Б,В,Г)	1:1000 (I,II,III,IV)	4	256-Г-IV
1:2000 (А,Б,В,Г)	1:500 (1,2,...,16)	16	256-Г-16

В практике инженера возникает необходимость а подборе нескольких листов карт определенного масштаба на район строительства или изысканий. В атом случае необходимо указать их номенклатуру, которая может быть определена по известным географическим координатам какого-либо пункта, расположенного в пределах данного географического места.

Пример: Определить номенклатуру листа карты масштаба 1:100 000, на котором находится пункт с широтой $\varphi = 50^{\circ}41'$ и долготой $\lambda = 18^{\circ}04'$. Первоначально определим, к какому листу масштаба 1:1000000 относится искомый лист. Для этого разделим долготу пункта на соответствующий размер рамки (табл.1) $18^{\circ}04' : 6^{\circ} = 3+(04 \text{ в остатке})$. значит, номер зоны, в котором находится лист карты, равен 4, а номер колонны на 30 единиц больше номера зоны, т.е. номер колонны равен 34. Делением широты пункта на 4° получим номер пояса -13. $50^{\circ}41' : 4^{\circ} = 12+(2^{\circ}41' \text{ в остатке})$, что соответствует букве N латинского алфавита, поэтому номенклатура листа карты масштаба 1:1000000 - N-34, Размеры рамок масштаба 1:100000 по широте 20', по долготу 30' (табл.1). Находим долготу западной рамки четвертой зоны - 18^0 и широту северной рамки 13-го пояса $13 \cdot 4^0 = 52^0$. Определим положение листа карта масштаба 1:100000

$$(18^{\circ}04'-18^{\circ})/30 = 0+(04' \text{ в остатке}).$$

Значит, лист масштаба 1:100000 лежит в 1 колонне листа N-34.

$$(52^{\circ}-50^{\circ}41')/20 = 3+(19' \text{ в остатке}).$$

Значит, требуемый лист масштаба 1:100000 лежит в четвертом горизонтальном

ряду листа N-34, следовательно, номер листа масштаба 1:1000000 будет 37, его номенклатура N -34-37 (рис. 4б).

Для упрощения определения номенклатуры карт пользуются специальными сводными таблицами (бланковыми картами), т.е. схематическими мелко-масштабными картами, разделенными параллелями и меридианами на листы карт более крупного масштаба.

При выполнении 8-го пункта задания необходимо записать номенклатуру листа топографической карты, с которой работает студент, пояснив значение каждого индекса, определить номер колонны, зоны и вычислить долготу осевого меридиана зоны.

Пример: У-37-34-В-в-4. У-37-лист карты масштаба 1:1000000, где: У- учебная карта (номер пояса); 37 - номер колонны; 7 - номер зоны; 34 - лист карты масштаба 1:100000. В - лист карты масштаба 1:50000; в - лист карты масштаба 1:25000; 4 - лист карты масштаба 1:10000. Долгота осевого меридиана

$$\lambda_{\text{ос}} = 6^{\circ} \cdot n - 3^{\circ},$$

где n - номер зоны.

$$\lambda_{\text{ос}} = 6^{\circ} \cdot 7 - 3^{\circ} = 39^{\circ}.$$

2.3. Составление краткого топографического описания участка, выделенного на карте

Для инженера топографическая карта служит важнейшим источником разнообразных сведений о природных и социально-экономических условиях района, размещении намечаемого объекта строительства или объекта предстоящих изысканий, необходимых для разработки оптимальных проектных решений. С помощью карты можно получить подробное представление о изученности местности, формах и характере рельефа, растительности, гидрографии, сырьевых и топливно-энергетических ресурсах, существующих промышленных предприятиях, насе-

ленных пунктах, путях сообщения и средствах связи. Все эти данные составляют содержание топографической карты и изображаются на ней площадными, немасштабными и линейными условными знаками и пояснительными надписями.

Площадными называются условные знаки, которыми предметы местности изображаются с соблюдением масштаба плана или карты. При помощи такого знака можно определить не только местоположение предмета, но и его размеры. Если предмет в силу своей малости не может быть выражен площадным знаком, то применяется **немасштабный** условный знак. Предметы, обозначенные таким знаком, занимают на плане больше места, чем следовало бы по масштабу. Для изображения на картах и планах объектов линейного характера, длины которых выражают в масштабе, а ширину показывают несколько преувеличенной, используют **линейные** условные знаки.

В результате ознакомления на карте с участком, определенном преподавателем, студент составляет его описание, отвечая на вопросы задания №1, используя при этом условные знаки.

2.4. Изучение рельефа, изображенного на планах и картах горизонталями

Изучение рельефа начинают с определения на карте направления повышения и понижения местности, принимая во внимание, что бергштрихи всегда направлены в сторону понижения, а основания цифр, которыми подписаны горизонтали, располагают в направлении понижения склона. К водоемам и водостокам местность понижается. Горизонтали перегибаются на водораздельных линиях хребтов и тальвегах лоцин. Различают 7 основных форм рельефа: гора, котловина, лощина, хребет, седловина, равнина, уступ или терраса (рис 5).

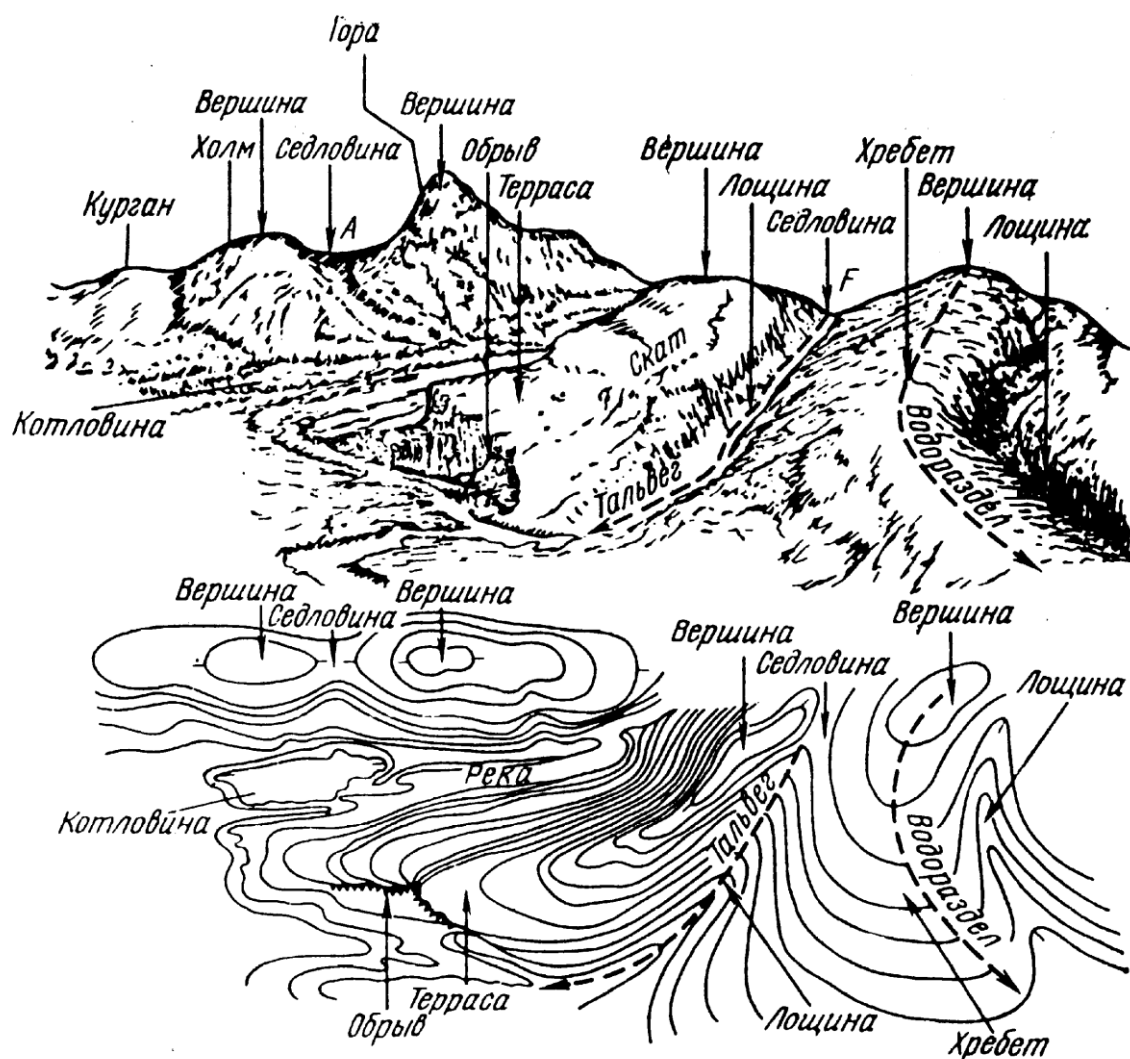


Рис.5. Элементы рельефа

На современных топографических картах и планах рельеф изображается горизонталями. Горизонталь - линия равных высот на карте. Представление о горизонтали можно получить, вообразив остров, постепенно затопляемый водой. Береговая линия, окаймляющая остров, является лучшей иллюстрацией понятия горизонталь. Пусть уровень воды (рис.6) соответствует абсолютной отметке 100 м, затем уровень воды повысился на 5 м и береговая линия окаймляет остров на высоте 105 м, затем 110, 115 м. Спроецировав на горизонтальную плоскость береговые линии нового уровня воды а, б, ..., г, получим горизонтали.

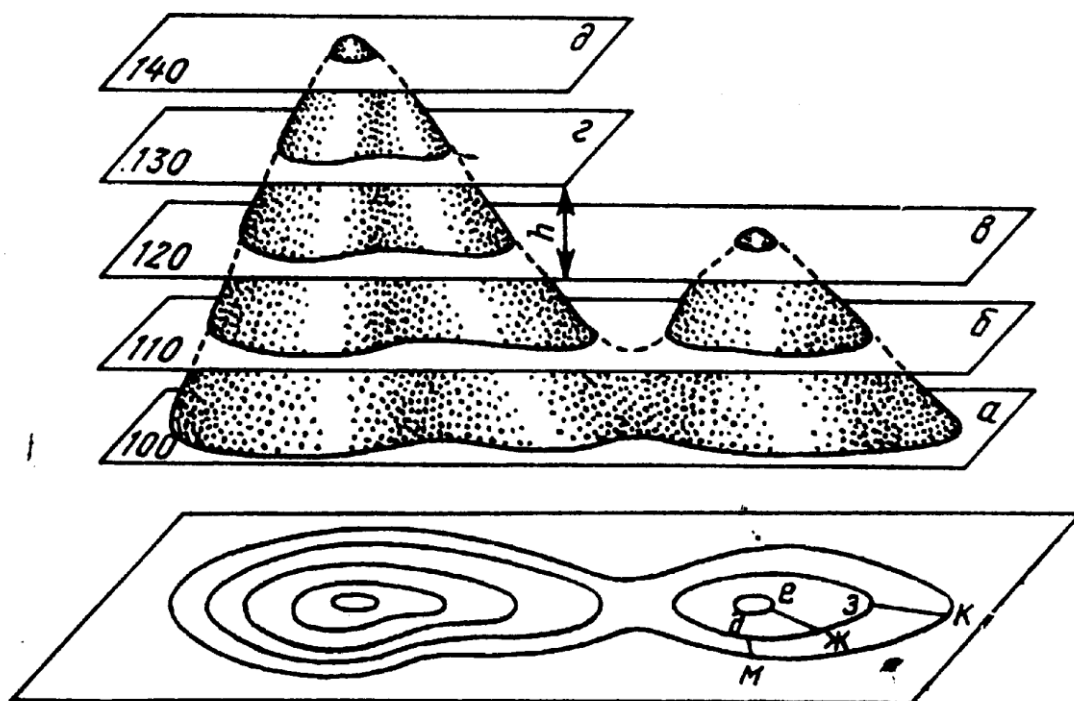


Рис. 6. Образование горизонталей

Расстояние между уровнями воли, т. е. секущими плоскостями, называется высотой сечения рельефа и обозначается h . В зависимости от характера рельефа и масштаба карты высоты сечений могут быть 1, 2, 5, 10 м или более. Расстояние между двумя последовательными горизонталями на плане называется заложением и обозначается d . По заложению $a-b$ и $c-d$ можно судить о крутизне ската или склона. Чем меньше расстояние между горизонталями на плане или карте данного масштаба, тем круче скат на местности.

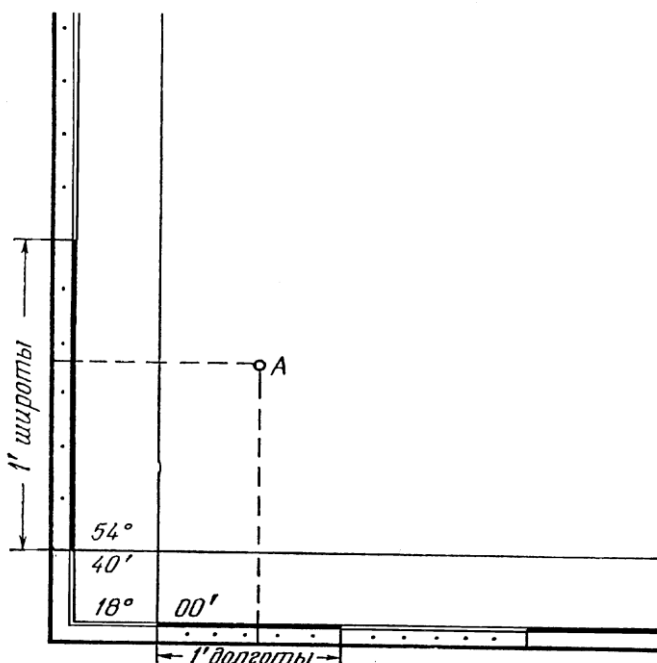
2.5. Решение задач по топографической карте

2.5.1. Определение географических координат

Для определения широты точки А (рис.7) проводят через эту точку параллель (т. е. линию, параллельную южной стороне рамки карты). Находят расстояние от

этой параллели до южной стороны рамки, оценивая секунды на глаз. Там как широта южной рамки равна $54^{\circ} 40'$, то искомая широта точки А равна $\varphi_A = 54^{\circ} 40' 37''$. Долготу находят, проводя через точку А истинный меридиан. Из рисунка 7 видно, что $\lambda_A = 18^{\circ} 00' 34''$.

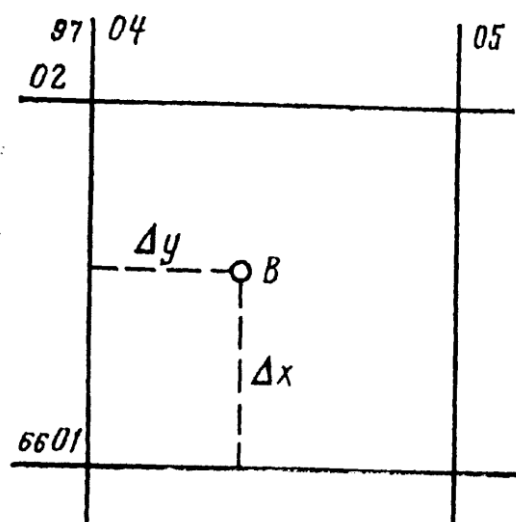
Рис. 7. Определение географических координат точки на топографической карте



2.5.2. Определение прямоугольных координат

Определение прямоугольных координат точки показано на рисунке 8.

Рис. 8. Определение прямоугольных координат точки на топографической карте



Приняв за оси координат частной системы километровые линии 6601 и 9704, опускают на них из точки А перпендикуляры Δx и Δy длины которых изме-

ряют с использованием поперечного масштаба. Для данного примера:

$$\Delta x = 550 \text{ м}, \quad \Delta y = 415 \text{ м}.$$

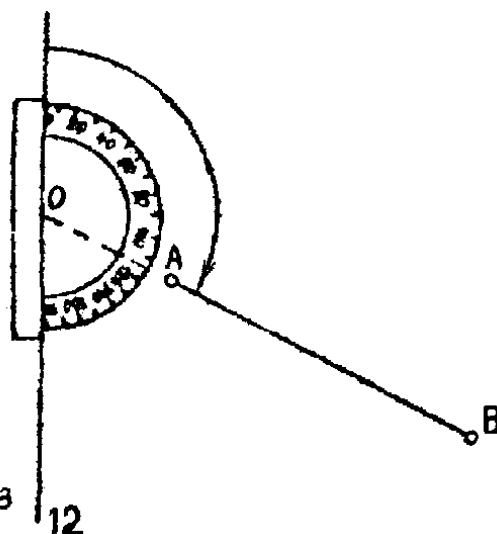
$$X_A = 6601000 \text{ м} + \Delta x = 6601550 \text{ м},$$

$$Y_A = 9704000 \text{ м} + \Delta y = 9704415 \text{ м}.$$

2.5.3. Определение дирекционного угла, истинного и магнитного азимутов линии

Пусть требуется определить дирекционный угол линии АВ (рис.9), для этого продолжают линию до ближайшей километровой вертикальной линии (4312).

Рис.9. Определение дирекционного угла



Приложив к точке пересечения нуля ⁴³ 12 ¹² диаметр с километровой линией, отсчитывают по часовой стрелке дирекционный угол от северного направления. На рис.9 этот угол равен $\alpha = 113^\circ 30'$.

Из схемы расположения осевого (линии сетки), истинного, магнитного меридианов, приведенной под южной стороной рамки карты (рис.10), видно, что истинный азимут $A_{и}$ линии АВ меньше дирекционного угла $\alpha = 347^\circ 18'$ той же линии на величину сближения меридианов $\gamma_3 = 2^\circ 21'$, поэтому $A_{и} = \alpha - \gamma_3 = 344^\circ 57'$. Магнитный же азимут линии меньше истинного азимута той же линии на величину склонения магнитной стрелки $\delta_B = 6^\circ 15'$.

$$A_m = A_{\text{и}} - \delta_B = 344^\circ 57' - 6^\circ 15' = 338^\circ 42'$$

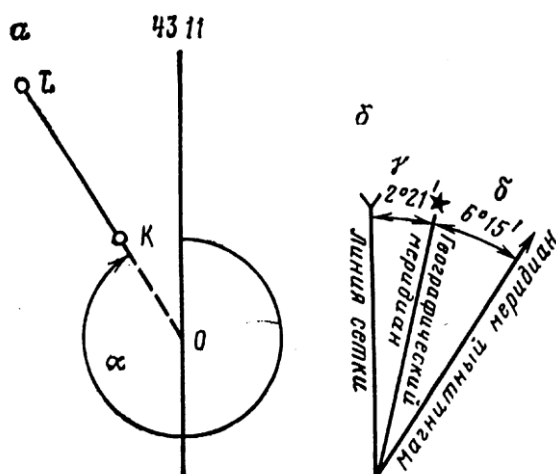


Рис.10. Определение дирекционного угла, истинного и магнитного азимутов

2.5.4. Определение отметки точки

Если точка лежит на горизонтали, то ее отметка равна отметке этой гори-

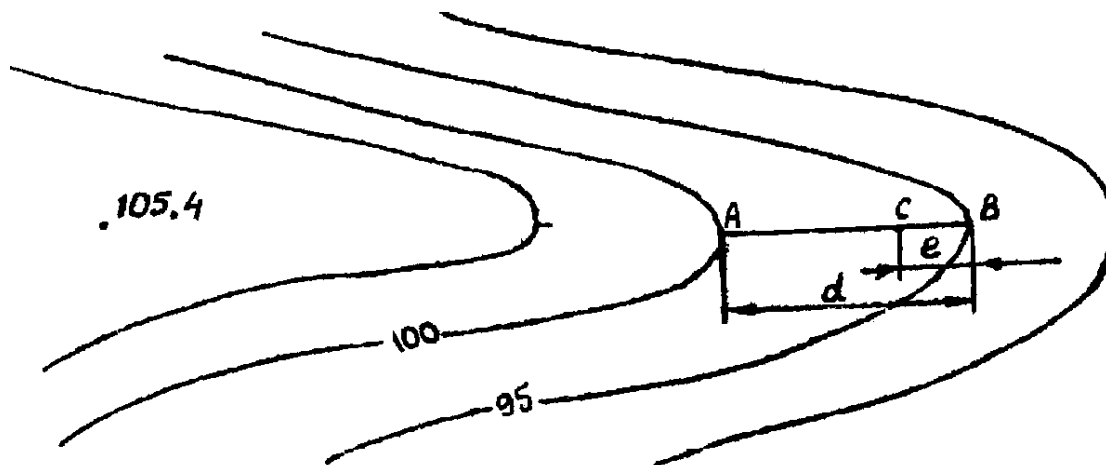


Рис. 11. Определение высот точек по горизонтали

Если точка лежит между горизонталями, то ее отметку определяют следующим образом. Через точку С проводят перпендикуляр к горизонталям, измеряют миллиметровой линейкой отрезки e и d . Искомую отметку точки определим по формуле $H_C = H_B + h$, а превышение точки C над горизонталью $h = (e/d) \cdot h_{A-B}$, где d - заложение между соседними горизонталями; e - расстояние от точки C до

точки **В**; h_{A-B} - высота сечения рельефа; H_C - искомая отметка точки; H_B - отметка ближайшей к точке **С** горизонтали;

Отрезок $d = 30$ мм, а $e = 8$ мм, тогда $H_C = 95 \text{ м} + (8 \text{ мм}/30 \text{ мм}) \cdot 5 \text{ м} = 96,33 \text{ м}$.

2.5.5. Определение крутизны ската

Для решения этой задачи на топографических картах имеется специальный график, называемый графиком заложений (рис. 12).

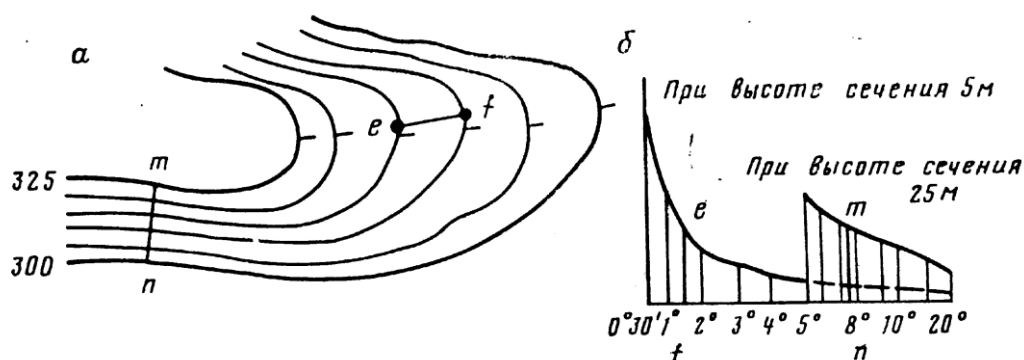


Рис. 12. Определение крутизны ската по графику заложений

Вдоль его горизонтальной оси (основания) отложены значения углов наклона, а на перпендикулярных к ней - соответствующие им заложения в масштабе карты. Левая часть графика рассчитана для основной высоты сечения рельефа, правая - для пятикратного ее значения. Необходимо определить наибольшую и наименьшую крутизну ската по заданной линии. Известно, там, где горизонтالي расположены ближе друг к другу, крутизна ската максимальная; дальше друг от друга - крутизна ската минимальная. Уклон по линии $e-f$ можно определить, взяв расстояние - отрезок $e-f$ (рис.12) в раствор циркуля-измерителя, перемещают нижнюю ножку циркуля вдоль основания графика заложений до тех пор, пока верхняя ножка циркуля-измерителя не окажется на кривой. В данном примере крутизна ската по линии $e-f$ равна $i = 1^\circ 30'$, крутизна ската по линии $m-n$ равна $i = 7^\circ 30'$.

2.5.6. Построение профиля по заданному направлению

На участке карты масштаба 1:10000 задано направление АВ (рис. 13а), по которому нужно построить профиль. Масштабы для построения профиля указаны в задании 1.2, пункт 1в. Точки пересечения направления АВ с горизонталями нумеруют. Вычисляют отметки точек в пересечениях линии с горизонталями. На миллиметровой бумаге строят графы расстояний и отметок. Ширина, граф указана на рис. 13б.

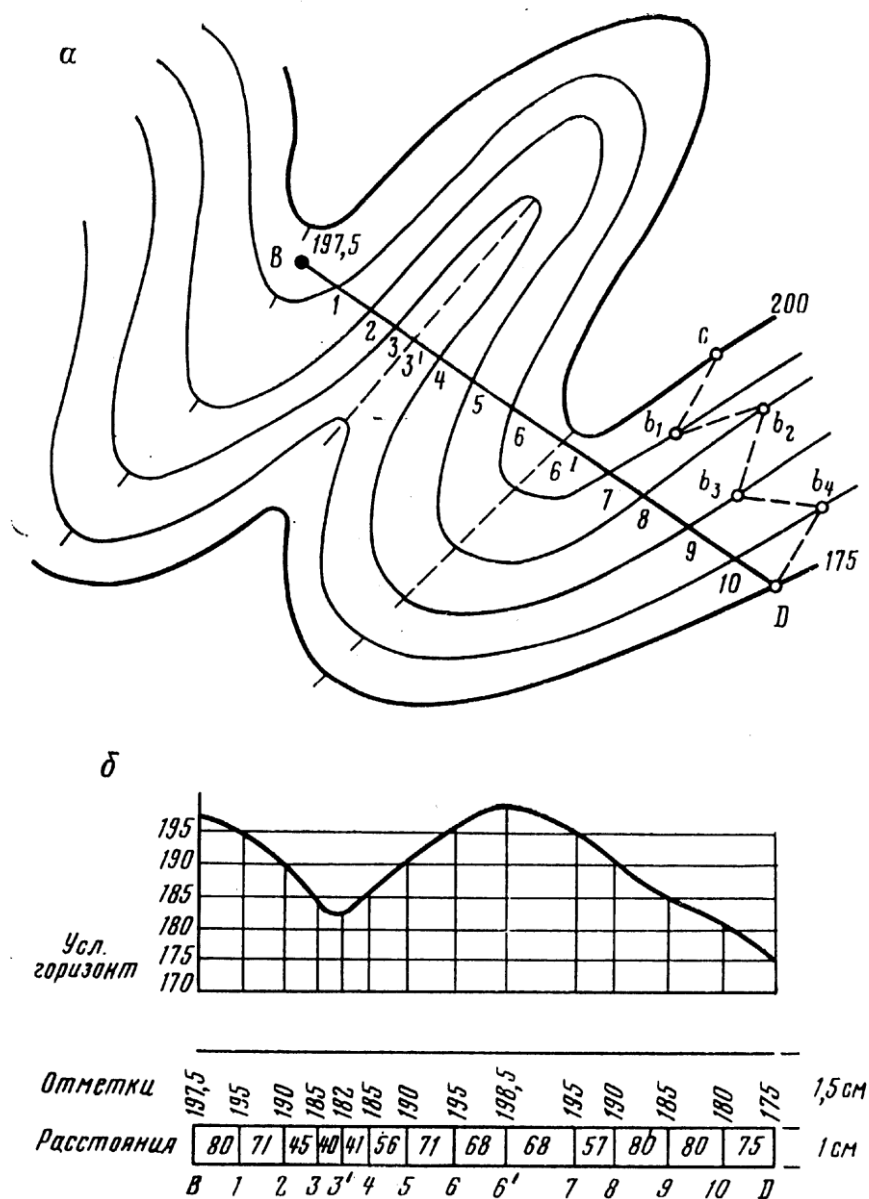


Рис.13. Построение профиля местности по заданному направлению

На нижней линии графы "расстояния" с помощью циркуля-измерителя откладывают расстояние между точками пересечения, нумеруют их. Затем восстанавливают перпендикуляры на ширину графы и между ними выписывают расстояния в метрах местности (с учетом масштаба карты). В графу отметки выписывают высоты соответствующих точек, которые откладывают на перпендикулярах от линии условного горизонта в масштабе 1:1000 (масштаб по вертикали принято выбирать в 10 раз крупнее масштаба карты). Отметку условного горизонта выбирают так, чтобы она была меньше наименьшей отметки профиля по линии АВ. Точки профиля соединяют плавной линией. Профиль вычерчивается черной тушью. Исходные данные (участок карты), вычерчивают на кальке соответствующими цветами туши: горизонтали - коричневой, линию АВ и точки пересечения - черной.

2.5.7. Проведение на карте линии с заданным уклоном

Проектирование линии заданного уклона часто встречается в инженерной практике при трассировании - укладке оси инженерного линейного сооружения (трассы дороги, трубопровода и т.д). Проложение такой линии производится в натуре, на топографических планах или картах с горизонталями, на моделях и т.п.

Допустим, что из точки А (рис. 14) в точку В требуется провести кратчайшую линию так, чтобы уклоны ее отдельных участков не превышали $i = 0,015$.

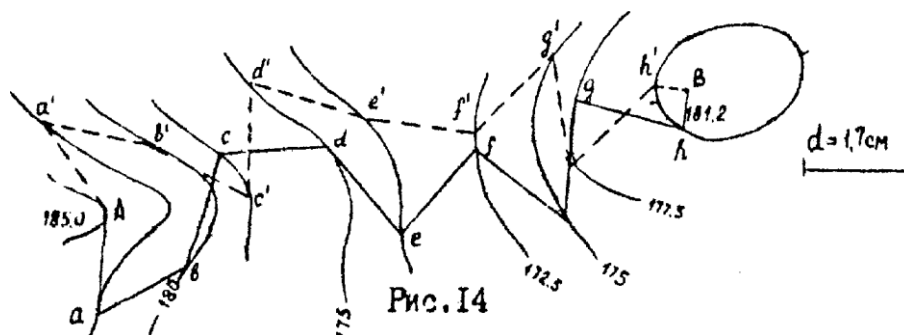


Рис. 14. Проведение линии с заданным уклоном

По условию задачи подъем или падение линии допускается 15 см на 100м расстояния. Необходимо произвести расчет расстояния (проектного заложения) при заданном уклоне между горизонталями.

Известно, что $i = h/d$ отсюда $d = h/i$, где h - высота сечения рельефа для данного случая равна 2,5 м. Тогда $d = 2,5/0,015 = 166,7$ м, переводим это расстояние в масштаб карты 1:10000 и определяем длину отрезка, с помощью поперечного, линейного или численного масштабов, отсюда, $d = 1,7$ см. Взяв в раствор циркуля отрезок 1,7 см, засекаем этим радиусом из точки **A**, если точка лежит на горизонтали, каждую горизонталь таким образом, чтобы засечки получались как можно ближе к заданному направлению. Можно построить несколько вариантов решения (рис. 14) Если точка **A** не лежит на горизонтали, то необходимо вычислить расстояние для первой засечки, определив превышение между точкой **A** и первой горизонталью. На кальке линии с заданным уклоном проводят красной тушью.

2.5.8. Обратная геодезическая задача

При решении задачи использует прямоугольные координаты точек, определенные согласно п. 2.5.2. В задаче необходимо определить дирекционный угол α и горизонтальное расстояние d . Определяем приращения координат:

$$\Delta X = X_B - X_A;$$

$$\Delta Y = Y_B - Y_A;$$

Обратная геодезическая задача

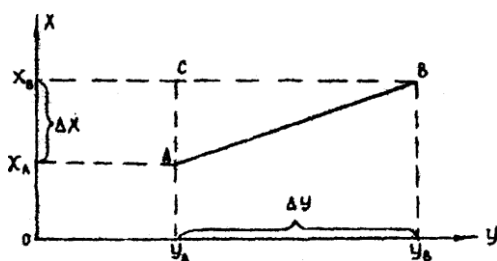
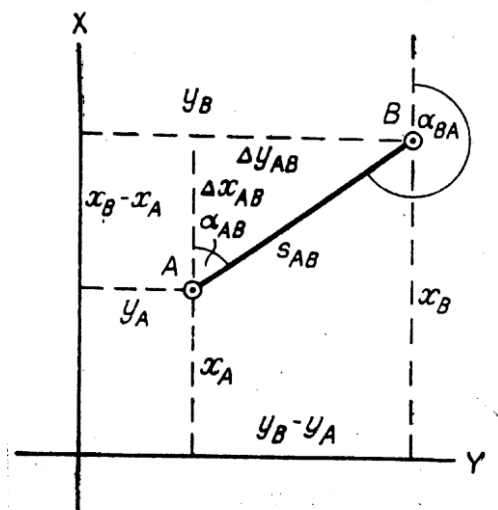


Рис. 15



Из рис. 15 видно, что $\text{tg}(r) = \Delta Y / \Delta X$ значение румба r находят из таблиц тригонометрических функций, а его название определяют по знакам приращений координат, которые приведены в табл. 3. Например:

$-\Delta X, +\Delta Y$, следовательно, четверть II - СВ.

Таблица 3. Знаки приращений координат в зависимости от четвертей

Приращения координат	I четверть СВ ($0^\circ - 90^\circ$)	II четверть ЮВ ($90^\circ - 180^\circ$)	III четверть ЮЗ ($180^\circ - 270^\circ$)	IV четверть СЗ ($270^\circ - 360^\circ$)
ΔX	+	-	-	+
ΔY	+	+	-	-

Зная четверть, в которой лежит румб, можно определить значение дирекционного угла по формулам, приведенным на рис.16.

Зависимость дирекционных угла от румбов по четвертям

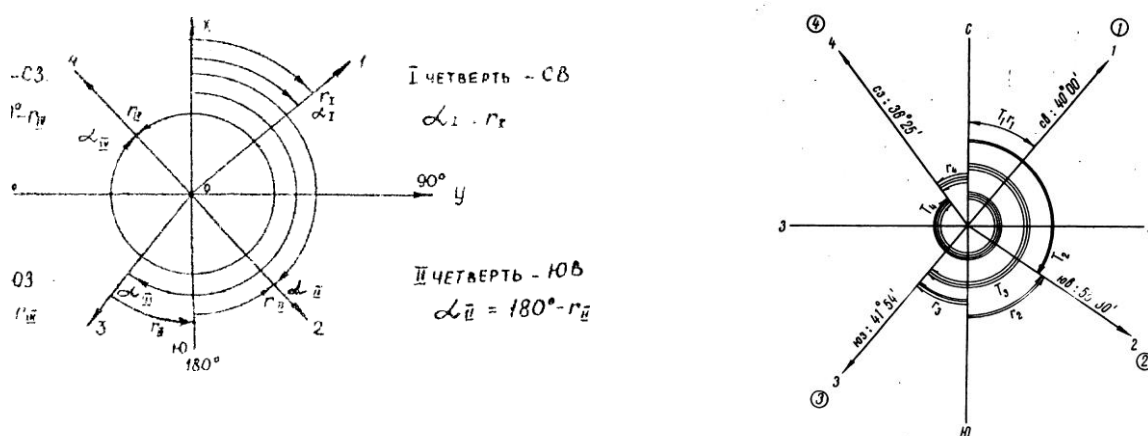


Рис.16

Вычисленное значение дирекционного угла сравнивают с величиной угла, определенного по топографической карте с помощью транспортира (см. 2.5.3), Расхождение между ними не должно быть более 15' (за счет погрешности определения угла по транспортиру). Расстояние определяют по формулам дважды

$$d = \Delta X / \cos(r) = \Delta Y / \sin(r),$$

или по теореме Пифагора
$$d = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$$

и выводят среднее, сравнивая полученное расстояние с расстоянием, определенным графическим путем у помощью циркуля-измерителя и поперечного масштаба. Расхождение между ними не должно быть более данной точности масштаба топографической карты.

2.5.9. Проведение границ водосборной площади

Водосборной площадью называется часть земной поверхности, с которой вода, образуемая от атмосферных осадков, а также верховая вода должны по условиям рельефа стечь в данный водосток (реку, ручей, овраг, балку и т.п.). Границами водосборной площади служат водораздельные линии.

Проведение границ водосборной площади

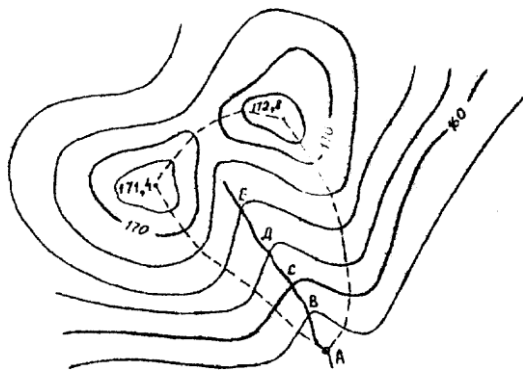


Рис. 17.

Линия ABCDE - водосливная. Допустим, что из точки А (рис.17) нужно провести линии, определяющие границы водосборной площади. Для этого из точки А проводят перпендикуляры и горизонтали 157,5, затем последовательно проводят их к следующим горизонталям по водоразделу до высоты 171,4 и 172,8. На участке между этими высотами линия также перпендикулярна к горизонталям, пересекая их в местах наибольшей кривизны.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Что называется номенклатурой карт и планов?
2. Что такое зона и колонна? В чем их отличие?
3. Как определить № зоны, зная № колонны?
4. Как получить лист карты масштаба 1:1000000, 1:500000, 1:100000, 1:50000, 1:25000, 1:10000.
5. Какому масштабу карты соответствует номенклатура Р30-І20?
6. Как по заданной номенклатуре определить географические координаты рамок трапеции?
7. Как определить номенклатуру трапеции, если заданы географические координаты ее рамок?
8. Что такое осевой меридиан зоны и как он изображается на плоскости?
9. Какой меридиан принято называть начальным?
10. Записать формулу определения долготы осевого меридиана $\lambda_{ос} = ?$
11. Что такое приведенная ордината? Как по ординате определить номер зоны?
12. Что называется горизонталью, высотой сечения рельефа, заложением? Назначение бергштрихов.
13. Как определить отметку точки, лежащей между горизонталями?
14. Для чего необходим график заложения?
15. Что называется уклоном, по какой формуле он определяется?
16. Как провести на карте линию с заданным уклоном?
17. Назначение масштабных и внемасштабных условных знаков?
18. Что такое азимут, дирекционный угол, румб? В чем их отличие и как они зависят друг от друга? Изобразить графически.
19. Прямая и обратная геодезические задачи. Их суть.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федоров В.И., Шилов П.И. Инженерная геодезия. - М.; Недра, 1982.
2. Шилов П.И., Федоров В.И. Инженерная геодезия и аэрогеодезия. - М.; Недра, 1971.
3. Хейфец В.С., Данилович В.В. Практикум по инженерной геодезии. - М.: Недра. 1979.

ОГЛАВЛЕНИЕ

стр.

Предисловие

1. Вопросы к выполнению работы
 - 1.1. Изображение ситуации и рельефа на топографических картах
 - 1.2. Решение задач по топографической карте
 2. Методика выполнения работы
 - 2.1. Оформление листа топографической карты
 - 2.2. Номенклатура топографических карт
 - 2.3. Составление краткого топографическое описания участка, выделенного на карте
 - 2.4. Изучение рельефа, изображенного на планах и картах горизонталями
 - 2.5. Решение задач по топографической карте
 - 2.5.1. Определение географических координат
 - 2.5.2. Определение прямоугольных координат
 - 2.5.3. Определение дирекционного угла, истинного и магнитного азимутов линии
 - 2.5.4. Определение отметки точки
 - 2.5.5. Определение крутизны ската
 - 2.5.6. Построение профиля по заданному направлению
 - 2.5.7. Проведение на карте линии с заданным уклоном
 - 2.5.8. Обратная геодезическая задача
 - 2.5.9. Проведение границ водосборной площади
- Вопросы для самопроверки
- Список рекомендуемой литературы

Лицензия ЛР №020525 от 02.06.97

Редактор Н.П. Романова

Сдано в производство 10.04.99

Форм. бум. 60 x 84 1/16

Бум. тип. №2

Печать офсетная

Гарнитура литературная

Уч. - изд. л.

Усл. печ. л.

Тираж экз.

Заказ №

672039 Чита, Читинский государственный технический университет
ул. Александро-Заводская, 30

РИК ЧитГТУ