

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра геологии и геодезии

## **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЕ**

Методические указания к выполнению лабораторной работы  
по дисциплине «Инженерная геодезия»  
для студентов строительных специальностей

Новокузнецк  
2007

УДК 528.9(07)  
Р470

Рецензент  
кандидат технических наук, профессор  
зав. кафедрой инженерных конструкций СибГИУ  
Н.Н. Алешин

Р 470      Решение задач по топографической карте: метод.  
указ./Сост.: Т.П.Капралова, С.А.Терехин; СибГИУ. – Новокузнецк,  
2007. – 14с., ил.

Изложены рекомендации по определению географических и прямоугольных координат точек, расстояний между точками, высот точек, дирекционных углов, истинных и магнитных азимутов, румбов, сближения меридианов, магнитного склонения, масштабов заложений и уклонов, построения профилей.

Предназначены для студентов строительных специальностей.

## ВВЕДЕНИЕ. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель работы: изучить условные знаки, ознакомиться с оформлением топографических материалов, научиться читать карту и решать наиболее распространенные задачи по топографической карте.

Для выполнения работы необходимо знать: системы координат, применяемые в геодезии (географическая, прямоугольная местная и зональная система прямоугольных координат Гаусса-Крюгера), углы ориентирования (азимуты, дирекционные углы, румбы), масштабы (численный, именованный, линейный, поперечный).

Работа выполняется на индивидуальной топографической карте, на которой преподавателем заданы точки: **А, В, С**.

Для выполнения лабораторной работы необходимо иметь: карандаш, линейку, треугольник, измеритель, ластик, микрокалькулятор.

*Все построения на карте выполнять только карандашом.*

При выполнении работы необходимо определить:

географические координаты  $\varphi$ ,  $\lambda$  для точек: **А, В, С**;

прямоугольные координаты **X, Y** для точек: **А, В, С**;

горизонтальные проложения между точками **А-В** и **В-С**;

дирекционные углы линий **А-В, В-С** и обратные дирекционные углы линий **В-А, С-В**. Определить румбы этих линий;

значения сближения меридианов и магнитного склонения для данного листа карты;

для линий **А-В** и **В-С** истинные и магнитные азимуты;

отметки точек: **А, В, С**;

крутизну скатов на линиях **А-В** и **В-С**.

Построить профили по линиям **А-В** и **В-С**.

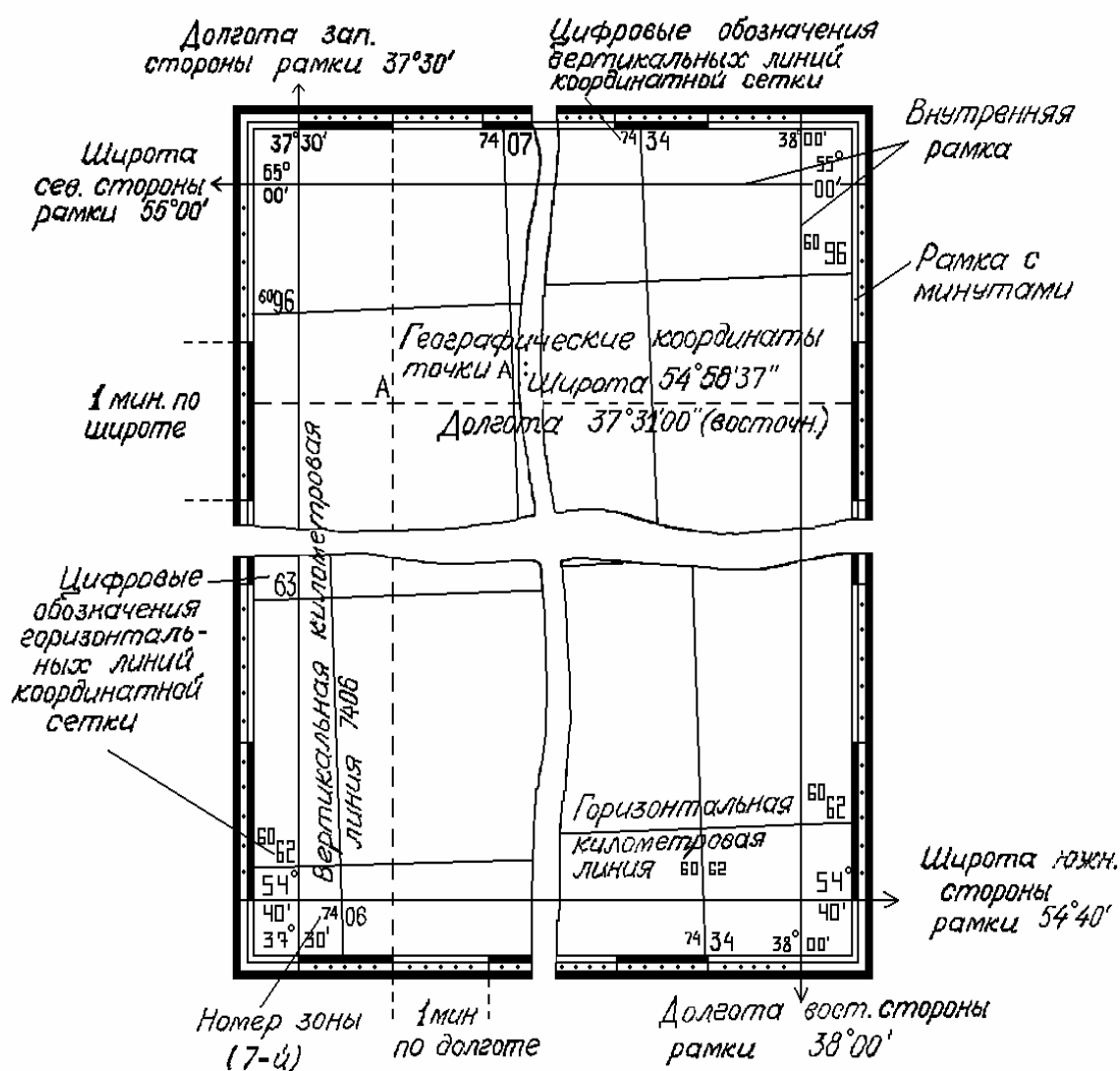
Дать описание карты.

Работа оформляется на специальном бланке. Результаты записывают ручкой. Для углов ориентирования строят схемы.

# 1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КООРДИНАТ ПО КАРТЕ

Внешняя рамка карты является трапецией. Её образуют линии меридианов и параллелей. Верхняя рамка служит северной границей карты, нижняя – южной. Эти границы являются параллелями. Левая рамка – западная часть границы, правая – восточная. Эти границы являются географическими меридианами.

Широты и долготы границ карты подписаны в углах карты.



1: 10 000

Рисунок 1 – Определение географических координат

Разница широт между северной и южной рамками равна 20'. Минутная шкала делится на минуты и секунды. Минуты обозначаются черными и белыми штрихами. Каждая минута делится точками на шесть частей. Таким образом, каждое деление между точками равно десяти секундам.

Для того, чтобы определить широту  $\varphi$  точки А, нужно провести через эту точку линию параллельную южной или северной границе карты. При этом необходимо учесть, что рамки карты не параллельны километровой сетке. Затем по минутной шкале западной границы определить значение широты  $\varphi$  с точностью до одной секунды (на глаз, либо путем составления пропорции). Затем сделать проверку по минутной шкале восточной границы.

Долгота  $\lambda$  точки А определяется аналогично по минутным шкалам северной и южной границы карты.

На рисунке 1 широта  $\varphi$  точки А равна  $54^{\circ}58'37''$ ,  
долгота  $\lambda$  точки А равна  $37^{\circ}31'00''$ .

Затем аналогично определяют широты и долготы точек В и С. Результаты записываются в таблицу 1.

## 2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ КООРДИНАТ

Для определения прямоугольных координат точек используют линии километровой сетки. Вертикальные линии километровой сетки параллельны осевому меридиану зоны, а горизонтальные – экватору. Расстояния между двумя соседними линиями равно 1000м (1км). Каждая линия подписывается.

Чтобы определить прямоугольные координаты точки нужно восстановить перпендикуляры к ближайшим километровым линиям, измерить с помощью измерителя и масштабной линейки расстояние до южной и западной километровой линии квадрата, в котором находится данная точка.

Координаты точек слагаются из координат ближайших километровых линий плюс расстояния до данной точки (рисунок 2).

Например:

$$\begin{aligned}\Delta X_A &= 665\text{м}, & \Delta Y_A &= 490\text{м}, \\ X_A &= 6\ 095\ 000\text{м} + 665\text{м} = 6\ 095\ 665\text{м}, \\ Y_A &= 7\ 406\ 000\text{м} + 490\text{м} = 7\ 406\ 490\text{м}.\end{aligned}$$

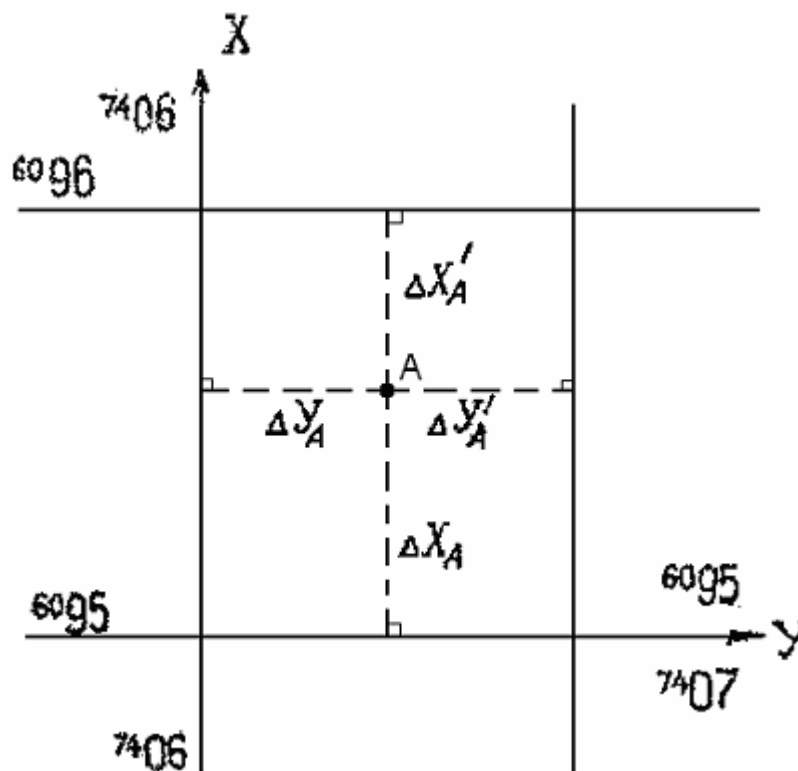


Рисунок 2 – Определение прямоугольных координат

Аналогично определяются прямоугольные координаты точек **В** и **С**. Результаты записывают в таблицу 1.

Таблица 1 – Географические и прямоугольные координаты точек

<i>Точки</i>	$\varphi$ ° ' "	$\lambda$ ° ' "	$X$ , м	$Y$ , м	
<i>A</i>	54°58'37"	37°31'00"	6 095 665	7 406 490	
<i>B</i>	...	...	...	...	
<i>C</i>	...	...	...	...	

### 3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ПРОЛОЖЕНИЙ

Для того чтобы определить горизонтальное проложение по линии **A-B** надо измерить это расстояние с помощью измерителя и масштабной линейки.

Для контроля горизонтальное проложение вычисляется по формуле:

$$S = \sqrt{(\Delta X)^2 + (\Delta Y)^2},$$

где  $\Delta X = X_B - X_A$ ;  $\Delta Y = Y_B - Y_A$

Горизонтальное проложение по линии В–С определяется аналогично.

#### 4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИРЕКЦИОННЫХ УГЛОВ И РУМБОВ

Дирекционным углом  $\alpha$  называется угол, отсчитываемый от северного направления осевого меридиана (вертикальной линии километровой сетки) по ходу часовой стрелки до заданного направления. Дирекционный угол измеряется транспортиром (рисунок 3).

Румб ( $r$ ) – это острый угол, отсчитываемый от ближайшего направления осевого меридиана по ходу или против хода часовой стрелки до заданного направления. Его можно вычислить через дирекционный угол (рисунок 4).

Для контроля румбы и дирекционные углы вычисляются по формулам:

$$\operatorname{tg} r(AB) = \left| \frac{\Delta Y}{\Delta X} \right|, \quad r = \operatorname{arctg} \left| \frac{\Delta Y}{\Delta X} \right|.$$

Затем по знакам  $\Delta X$  и  $\Delta Y$  определяется номер четверти и по соответствующей формуле вычисляется значение  $\alpha$ .

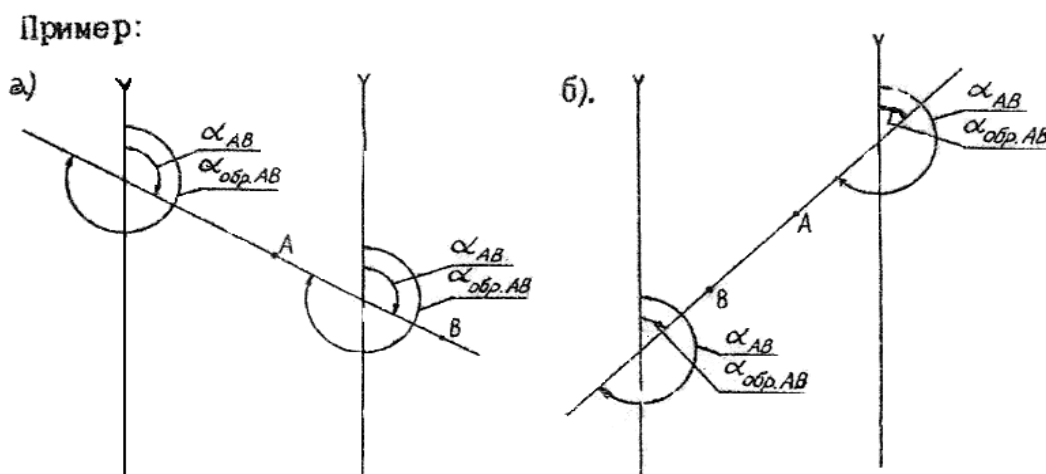


Рисунок 3 – Определение дирекционных углов

## 5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСТИННЫХ И МАГНИТНЫХ АЗИМУТОВ

Истинным (географическим) азимутом ( $A$ ) называется угол, отсчитываемый от северного направления истинного (географического) меридиана по ходу часовой стрелки до заданного направления.

Для непосредственного измерения истинного азимута линии, через её начальную точку проводят линию, параллельную линии географического меридиана и измеряют азимут транспортиром (аналогично дирекционному углу).

Если известен дирекционный угол данного направления и сближение меридианов (сближение меридианов берут с вспомогательного чертежа, помещенного за южной рамкой карты), то истинный азимут можно вычислить по формуле:

$$A = \alpha + \gamma,$$

где  $\gamma$  – сближение меридианов.

Магнитный азимут ( $A_m$ ) определяется аналогично истинному азимуту и дирекционному углу, только за начальное направление берется направление магнитного меридиана. Магнитный азимут можно также вычислить по формуле:

$$A_m = A - \delta = \alpha + \gamma - \delta,$$

где  $\delta$  – магнитное склонение, оно также указывается за южной рамкой карты.

Результаты длин и углов записывают в таблицу 2.

Таблица 2 – Горизонтальные проложения и углы ориентирования

Линии	$S_{\text{измер.}}$ м	$S_{\text{вычис.}}$ м	$\alpha_{\text{прям.}}$ ° ' "	$\alpha_{\text{обр.}}$ ° ' "	$r$ ° ' "	$A$ ° ' "	$A_m$ ° ' "
А-В							
В-С							



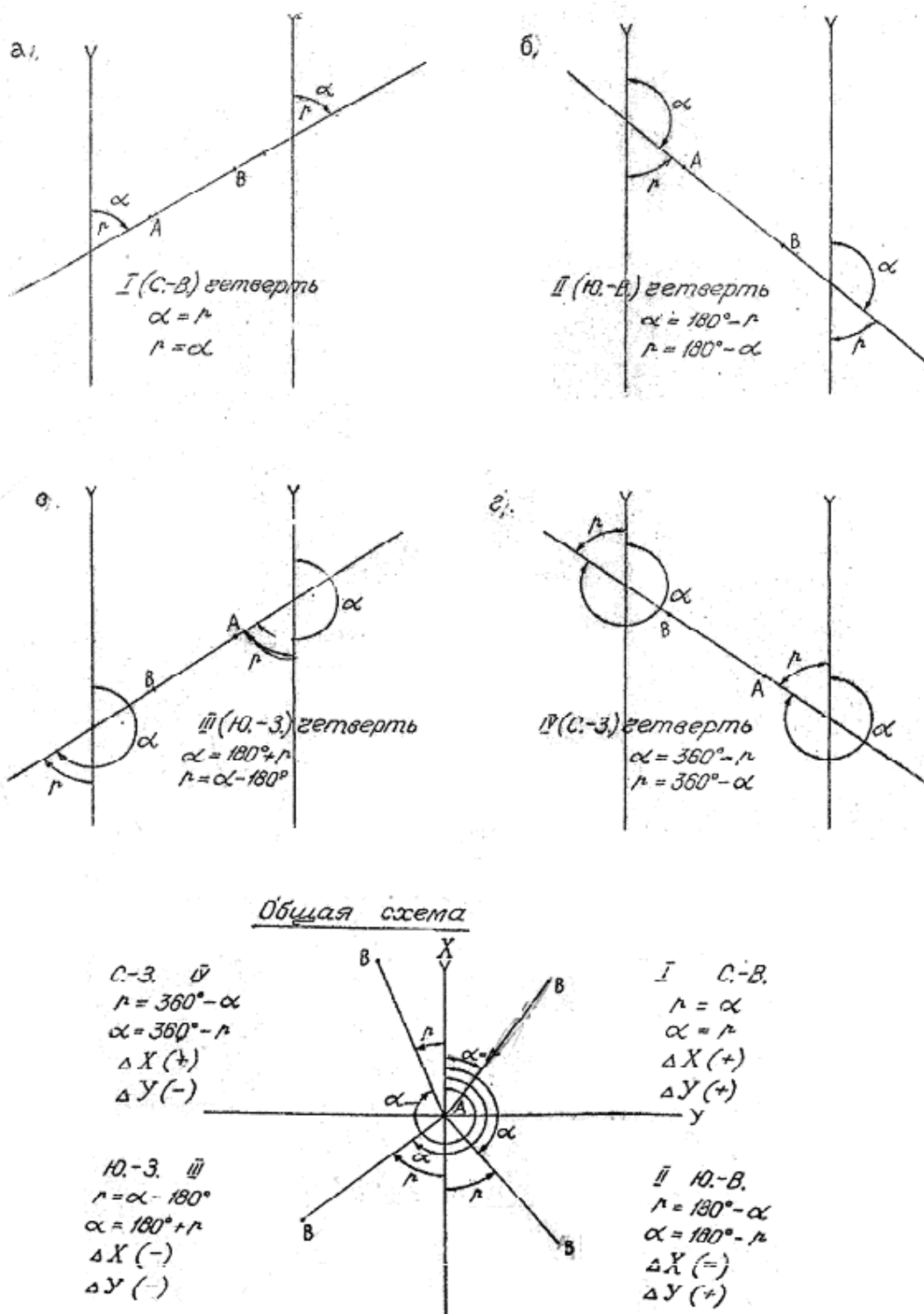


Рисунок 4 – Определение углов ориентирования

Для линий **AB** и **BC** построить общую схему углов ориентирования.

## 6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТ ТОЧЕК

Высоты точек ( $H$ ) на карте определяются при помощи горизонталей.

Горизонталь – это линия равных высот. На карте каждая пятая горизонталь утолщается и подписывается, причем основания цифр направлены в сторону понижения рельефа. Для определения отметки любой горизонтали надо определить высоту сечения рельефа. Она указывается за южной рамкой карты. Например, если высота сечения рельефа 5м, это обозначает, что сплошные горизонтالي проведены через 5м по высоте. Дополнительные горизонтали обозначаются штриховыми линиями и обозначают перепад высот на половину высоты сечения.

Если точка находится непосредственно на горизонтали, то её отметка равна отметке горизонтали. Например,  $H_A = 105,0$  м (рисунок 5).

Если точка расположена между горизонталями, её отметка определяется методом интерполяции или на глаз. Например,  $H_B = 116,0$  м.

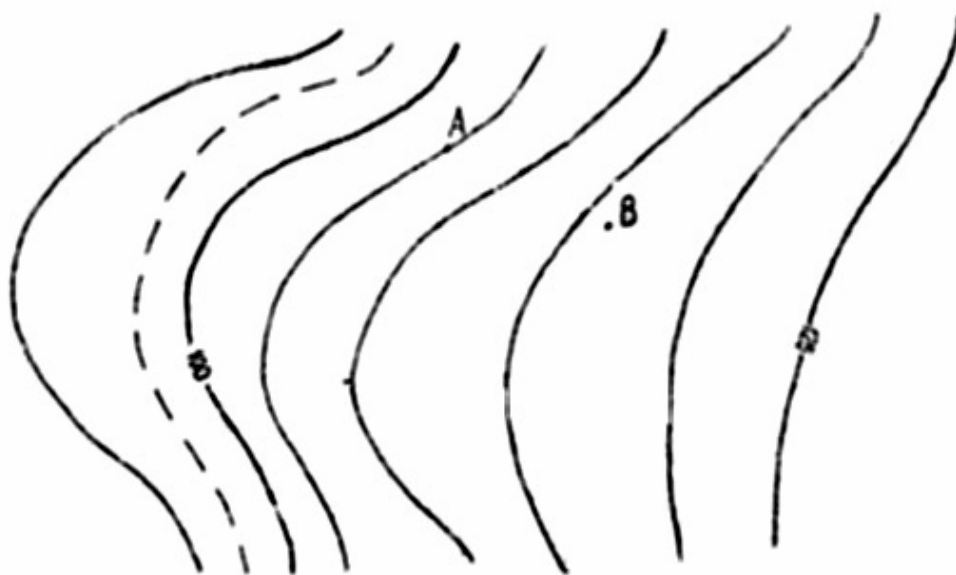


Рисунок 5 – Определение высот точек

В случае отсутствия или удаленности подписанных горизонталей отметки горизонталей определяются по подписанным на карте отметкам высот характерных точек рельефа.

## 7 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРУТИЗНЫ СКАТА

Крутизна ската  $i$  определяется по формуле:

$$i = \operatorname{tg} \nu = h/a,$$

где  $\nu$  – угол наклона,

$h$  – высота сечения рельефа,

$a$  – величина горизонтального заложения между горизонталями, выраженная в метрах.

При графическом определении пользуются графиком заложения, помещённым за южной рамкой карты. Для определения крутизны ската на карте с помощью измерителя измеряют заложение и затем по графику определяют крутизну ската.

## 8 ПОСТРОЕНИЕ ПРОФИЛЯ

Профилем местности называют уменьшенное изображение вертикального разреза местности по заданному направлению.

Для построения профиля выбирают наиболее удобные масштабы по вертикали и по горизонтали. Определяют отметки горизонталей, которые пересекают линию **А-В** (рисунок 6). Затем на основании профиля строят точки **А** и **В** и выносят их отметки по вертикали в заданном масштабе. Затем на профиль наносят все точки пересечения линии **А – В** с горизонталями и откладывают их отметки, полученные точки соединяют прямыми отрезками (рисунок 7).

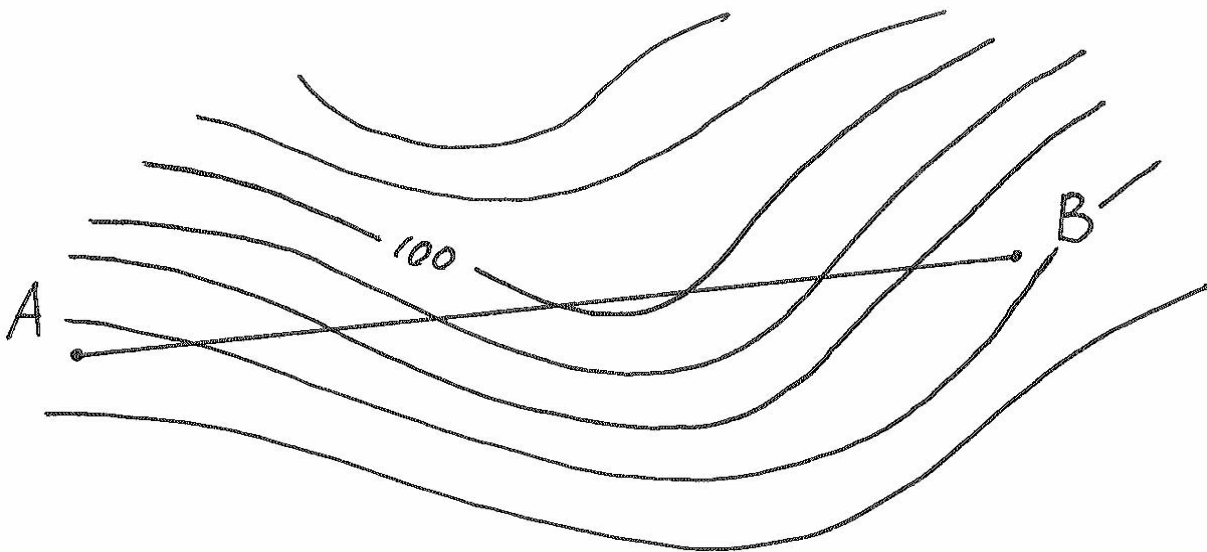


Рисунок 6 – Определение отметок горизонталей, пересекающих линию

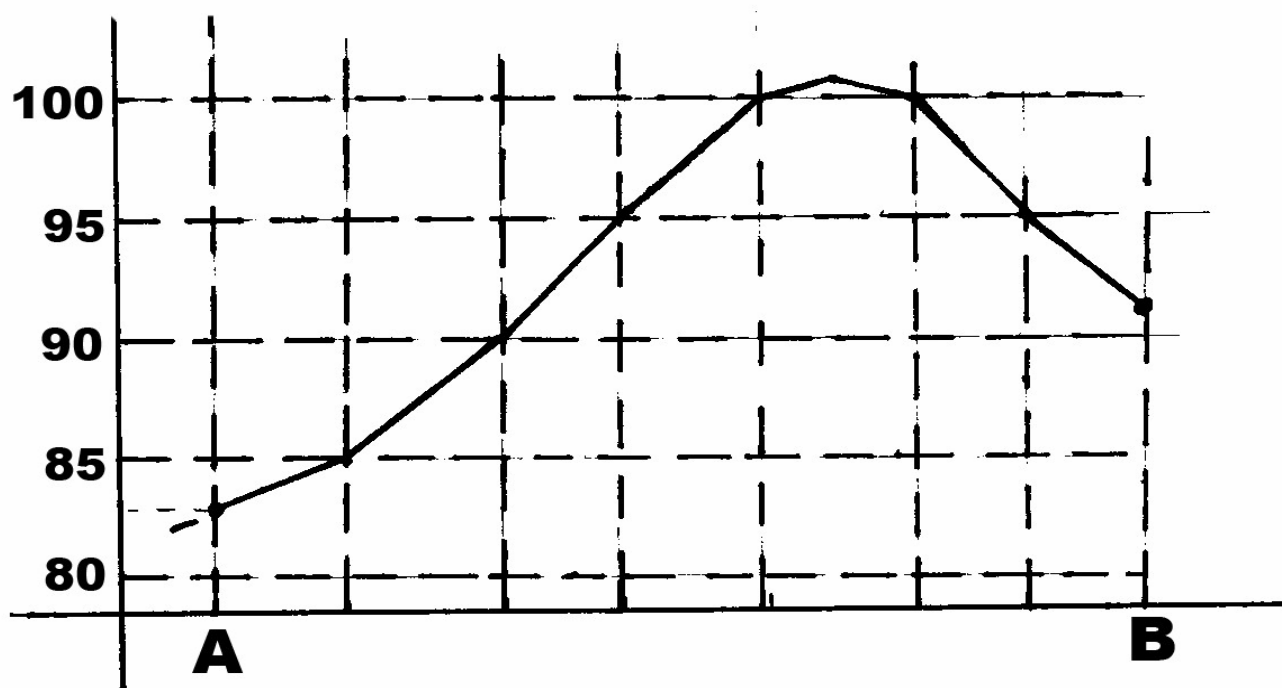


Рисунок 7 – Профиль по линии А-В

Горизонтальный масштаб профиля должен быть равен масштабу карты, вертикальный выбирают в 10 раз крупнее или в соответствии с перепадом высот по линии.

По профилю необходимо сделать вывод о прямой видимости между точками А и В.

## 9 ОПИСАНИЕ КАРТЫ

При описании карты необходимо ознакомиться с условными знаками, внимательно изучить содержание карты и сделать её описание в следующем порядке: гидрография, рельеф (с указанием самых высоких и самых низких точек), населённые пункты, дороги, промышленность, сельское хозяйство.

Лабораторная работа должна быть защищена в течение двух недель после проведения занятия.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ключин Е.Б., Киселев М.И. Инженерная геодезия: Учебник для вузов под ред. Д.Ш. Михелева.-2-е изд. испр. – М.: Высш. шк., 2001. – 464с.

2. Кулешов Д.А., Стрельников Г.Е. Инженерная геодезия для строителей: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1990. – 256с.

3. Лукьянов В.Ф., Новак В.Е. Лабораторный практикум по инженерной геодезии. Учебное пособие для вузов – М. Недра, 1990. – 334с.

4. Данилевич Б.Б., Лукьянов В.Ф., Хейфец Б.С. Практикум по инженерной геодезии: Учебное пособие для вузов под ред. В.Е. Новака. Изд. 3-е , перер. и доп. – М. Недра, 1987. – 334с.

Учебное издание

Составители:

Капралова Татьяна Павловна  
Терехин Сергей Александрович

## **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЕ**

Методические указания к выполнению лабораторной работы  
по дисциплине «Инженерная геодезия»  
для студентов строительных специальностей

Редактор Е.С. Конторович

Компьютерный набор Т.П. Капраловой

Подписано в печать 2.11.2007

Формат бумаги 60\*84 1/16. Бумага писчая. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 0,81. Уч.-изд. л. 0,91 Тираж экз. Заказ .

Сибирский государственный индустриальный университет  
654007, Новокузнецк, ул. Кирова, 42  
Типография СибГИУ