

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Агафонов Александр Викторович  
Должность: директор филиала  
Дата подписания: 17.06.2025 12:18:55  
Уникальный программный ключ:  
2539477a8ecf706dc9cff164bc411eb6d3c4ab06

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"  
Чебоксарский институт (филиал)



**МОСКОВСКИЙ  
ПОЛИТЕХ**

Чебоксарский институт

Кафедра строительного производства

## ГЕОДЕЗИЯ

Методические указания для выполнения РГР по дисциплине  
«Геодезия» для направления 08.03.01 Строительство, студентами очно-  
заочной формы обучения.

**Конструкции из дерева и пластмасс : Методические указания к выполнению РГР по дисциплине «Геодезия»** Сост. Магуськин В.В. Чебоксары: ЧИ(ф)МПУ, 2022, 34 с.

Методические указания соответствуют государственным образовательным стандартам направления 08.03.01. Строительство .

Цель данных методических указаний – углубить знания студентов по дисциплине «Геодезия» и оказать им помощь при выполнении РГР.

Методические указания предназначены для студентов очно-заочной формы обучения.

## ВВЕДЕНИЕ

Методические указания составлены в соответствии с типовой программой курса «Геодезия».

В методических указаниях представлены исходные данные и порядок выполнения РГР по обработке результатов геодезических измерений, составлению топографических планов, профилей инженерных коммуникаций, расчету объемов земляных работ.

Подобное изложение материала позволяет исключить неоправданные повторения и придать работе необходимую последовательность при переходе от теоретических занятий к практическим.

Выполнению РГР непременно должно предшествовать изучение студентами лекций и соответствующих разделов учебника. Без этого выполнение РГР превращается в механическую и малополезную работу, не способствующую приобретению необходимых навыков практической работы.

Рекомендуемая литература приведена в библиографическом списке.

## РАСЧЕТНО - ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

### Условные знаки

**Целью работы** является изучение основных элементов топографических планов и карт, изображенных условными знаками.

#### Порядок выполнения работы:

1) руководствуясь пособием [1], изучить особенности изображения масштабных (изображающихся в масштабе) и немасштабных (изображающихся без учета масштаба) условных знаков на планах и картах;

2) вычертить на листе чертежной бумаги формата А4 перечисленные ниже условные знаки, применяемые на планах масштаба 1 : 500 [1].

[1; 3; 5(1); 11; 12]; [13(1,2); 15(1,2)]; [14(1,2); 16(1,2); 20; 24 ]; [25; 26]; [42; 43]; [51; 52; 56 ]; [74; 75]; [113; 114(1)]; [116; 117(1); 118(1,2)]; [121(1-5); 122(1-3), (6)]; [123; 127]; [156]; [188; 189(1-4)]; [200(1); 201]; [237(1,2); 238(1-3)]; [304 (1-4); 306]; [314 (2)]; [329 (1,6,7)]; [368]; [395 (2) ]; [409]; [473;474(1-3)].

При сдаче работы необходимо знать название и характеристики объектов, изображенных перечисленными условными знаками.

## РАСЧЕТНО – ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

### Масштабы планов и карт

**Целью работы** является изучение масштабов и получение навыков в определении расстояний по планам и картам.

#### Порядок выполнения работы

1. На чертежной бумаге формата А4 построить линейный и поперечный масштабы (рис 2.1).

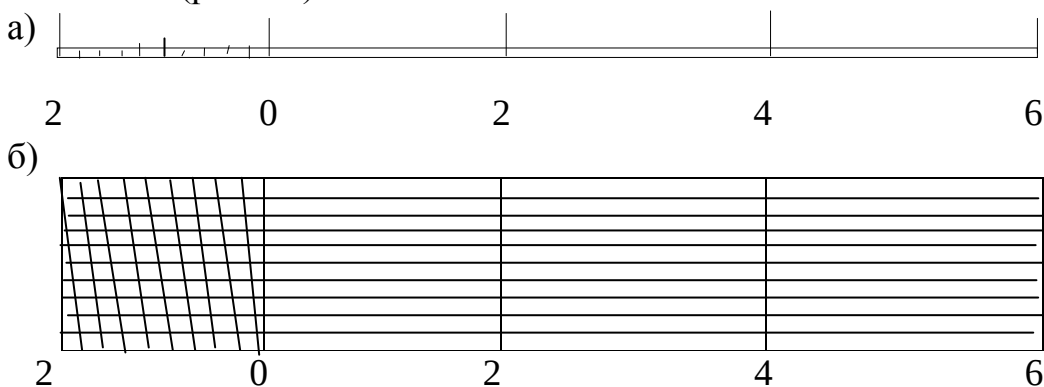


Рис. 2.1. Масштабы: а) линейный, б) поперечный

Для построения линейного масштаба прямую линию делят на равные отрезки по 2 см. Эти отрезки называются основанием масштаба. Для получения десятых долей основания, левый крайний отрезок делят на десять равных частей.

Для построения поперечного масштаба из целых отрезков линейного масштаба восстанавливают перпендикуляры и делят их на 10 равных частей, через которые проводят параллельные линии.

Левое крайнее основание делят на 10 равных частей и соединяют, их как показано на рис. 2.1.

2. На том же листе бумаги вычертить три отрезка произвольной длины. Измерить их по линейному и поперечному масштабам 1:200; 1:500; 1:100; 1:200; 1:5000.

3. Определить графическую точность перечисленных масштабов.

Графическая точность масштаба – расстояние на местности, которому на плане данного масштаба соответствует 0,1 мм.

При сдаче работы необходимо уметь пользоваться линейным и поперечным масштабами и определять графическую точность масштаба.

## Расчетно-графическая работа № 3

### Топографическая съемка

#### 3.1. Горизонтальная съемка

**Целью работы** является получение практических навыков в обработке полевых измерений и составлении топографического плана местности.

Перед началом работы необходимо ознакомиться с проложением на местности теодолитных и тахеометрических ходов, привязкой их к пунктам геодезической сети, со способами съемки контуров ситуации. Необходимо также изучить масштабы (линейный и поперечный) и условные знаки, применяемые на топографических планах [1].

#### Исходные данные:

- 1) журнал измерения углов и линий (табл. 3.1);
- 2) дирекционный угол (азимут) исходной стороны и координаты начальной точки (выдаются каждому студенту по варианту);
- 3) абрис съемки элементов ситуации (рис. 3.2, 3.3, 3.4).

Обработка журнала выполняется по вариантам в соответствии с рис.3.1.

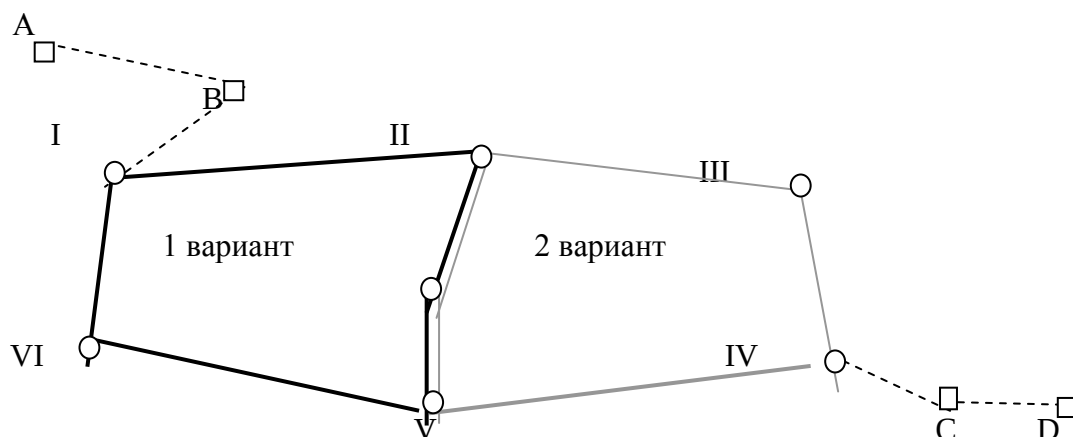


Рис. 3.1. Схема вариантов планового обоснования

Таблица 3.1

## Журнал измерения углов и линий

| Номера станций | Полу-прием | Номера набл. точек | Отсчеты по горизонт. кругу | Величина угла          | Средняя величина угла  | Мера линий     | Угол накл. линии    |
|----------------|------------|--------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|----------------|---------------------|
| В              | КП         | А                  | 295 <sup>0</sup> 23,1'     |                        |                        |                |                     |
|                |            | I                  | 14 <sup>0</sup> 29,1'      | 280 <sup>0</sup> 54,0' |                        | В-1=38,42      | -1 <sup>0</sup> 15' |
|                | КЛ         | А                  | 115 <sup>0</sup> 23,3'     |                        | 280 <sup>0</sup> 54,3' |                |                     |
|                |            | I                  | 194 <sup>0</sup> 28,7'     | 280 <sup>0</sup> 54,6' |                        |                |                     |
| I              | КП         | В                  | 141 <sup>0</sup> 47,7'     |                        |                        | 1-В=38,43      | +1 <sup>0</sup> 14' |
|                |            | VI                 | 17 <sup>0</sup> 43,3'      |                        |                        | 1-II=114,01    | +2 <sup>0</sup> 12' |
|                |            | II                 | 302 <sup>0</sup> 54,4'     |                        |                        | 1- VI=102,01   | -0 <sup>0</sup> 40' |
|                | КЛ         | В                  | 321 <sup>0</sup> 47,5'     |                        |                        |                |                     |
|                |            | VI                 | 197 <sup>0</sup> 42,6'     |                        |                        |                |                     |
|                |            | II                 | 122 <sup>0</sup> 54,0'     |                        |                        |                |                     |
|                | КП         | II                 | 0 <sup>0</sup> 00,0'       |                        |                        |                |                     |
|                |            | 1                  | 36 <sup>0</sup> 11,2'      |                        |                        | 15,28          |                     |
|                |            | 2                  | 38 <sup>0</sup> 09,7'      |                        |                        | 21,96          |                     |
|                |            | 3                  | 49 <sup>0</sup> 22,1'      |                        |                        | 68,55          |                     |
|                |            | 4                  | 43 <sup>0</sup> 52,5'      |                        |                        | 75,28          |                     |
|                |            | 5                  | 38 <sup>0</sup> 49,1'      |                        |                        | 83,80          |                     |
|                |            | 6                  | 9 <sup>0</sup> 42,0'       |                        |                        | 65,19          |                     |
|                |            | 7                  | 12 <sup>0</sup> 51,1'      |                        |                        | 63,58          |                     |
|                |            | 8                  | 19 <sup>0</sup> 22,2'      |                        |                        | 63,46          |                     |
|                |            | 9                  | 25 <sup>0</sup> 39,5'      |                        |                        | 51,17          |                     |
|                |            | 10                 | 24 <sup>0</sup> 51,3'      |                        |                        |                |                     |
|                |            | 11                 | 321 <sup>0</sup> 51,4'     |                        |                        | 14,44          |                     |
| II             | КП         | I                  | 206 <sup>0</sup> 39,1'     |                        |                        | II- I=114,05   | +0,39'              |
|                |            | VII                | 96 <sup>0</sup> 30,9'      |                        |                        | II-VII=52,51   | +1 <sup>0</sup> 31' |
|                |            | III                | 22 <sup>0</sup> 19,1'      |                        |                        | II- III=135,19 | -1 <sup>0</sup> 49' |
|                | КЛ         | I                  | 26 <sup>0</sup> 39,2'      |                        |                        |                |                     |
|                |            | VII                | 276 <sup>0</sup> 31,4'     |                        |                        |                |                     |
|                |            | III                | 202 <sup>0</sup> 19,4'     |                        |                        |                |                     |
| II             | КП         | I                  | 0 <sup>0</sup> 00,0'       |                        |                        | 000,0/         |                     |
|                |            | 10                 | 323 <sup>0</sup> 33,0'     |                        |                        |                |                     |
|                |            | 12                 | 258 <sup>0</sup> 08,1'     |                        |                        | 10,12          |                     |
|                |            | 13                 | 294 <sup>0</sup> 04,0'     |                        |                        | 34,04          |                     |
|                |            | 14                 | 300 <sup>0</sup> 30,3'     |                        |                        | 38,88          |                     |
|                |            | III                | 0 <sup>0</sup> 00,0/       |                        |                        |                |                     |
|                |            | 15                 | 21 <sup>0</sup> 41,3'      |                        |                        |                |                     |
|                |            | 16                 | 20 <sup>0</sup> 00,0'      |                        |                        |                |                     |
|                |            | 17                 | 7 <sup>0</sup> 52,4'       |                        |                        | 64,20          |                     |

|     |    |     |                                    |  |  |                |                                 |
|-----|----|-----|------------------------------------|--|--|----------------|---------------------------------|
| III | КП | II  | 281 <sup>0</sup> 52,4 <sup>/</sup> |  |  | III- II=135,24 | +1 <sup>0</sup> 48 <sup>/</sup> |
|     |    | VI  | 179 <sup>0</sup> 06,1 <sup>/</sup> |  |  |                |                                 |
|     | КЛ | II  | 101 <sup>0</sup> 52,2 <sup>/</sup> |  |  |                |                                 |
|     |    | VI  | 359 <sup>0</sup> 05,9 <sup>/</sup> |  |  |                |                                 |
|     | КП | VI  | 0 <sup>0</sup> 00,0 <sup>/</sup>   |  |  |                |                                 |
|     |    | 15  | 78 <sup>0</sup> 28,6 <sup>/</sup>  |  |  |                |                                 |
|     |    | 16  | 75 <sup>0</sup> 43,5 <sup>/</sup>  |  |  |                |                                 |
|     |    | 18  | 52 <sup>0</sup> 33,6 <sup>/</sup>  |  |  | 38,79          |                                 |
|     |    | 19  | 48 <sup>0</sup> 39,0 <sup>/</sup>  |  |  | 44,05          |                                 |
|     |    | 20  | 39 <sup>0</sup> 20,6 <sup>/</sup>  |  |  | 39,55          |                                 |
| IV  | КП | III | 314 <sup>0</sup> 29,2 <sup>/</sup> |  |  | IV-III=73,63   | -0 <sup>0</sup> 15 <sup>/</sup> |
|     |    | V   | 221 <sup>0</sup> 34,1 <sup>/</sup> |  |  |                |                                 |
|     | КЛ | C   | 217 <sup>0</sup> 17,9 <sup>/</sup> |  |  | IV-V=152,30    | +2 <sup>0</sup> 52 <sup>/</sup> |
|     |    | III | 134 <sup>0</sup> 29,2              |  |  | IV-C=71,74     | +2 <sup>0</sup> 37 <sup>/</sup> |
|     |    | V   | 41 <sup>0</sup> 33,7 <sup>/</sup>  |  |  |                |                                 |
|     | КП | C   | 37 <sup>0</sup> 18,2 <sup>/</sup>  |  |  |                |                                 |
|     |    | V   | 0 <sup>0</sup> 00,0 <sup>/</sup>   |  |  |                |                                 |
|     |    | 21  | 20 <sup>0</sup> 30,3 <sup>/</sup>  |  |  | 73,50          |                                 |
|     |    | 22  | 12 <sup>0</sup> 05,0 <sup>/</sup>  |  |  | 74,90          |                                 |
|     |    | 23  | 3 <sup>0</sup> 24,5 <sup>/</sup>   |  |  | 80,00          |                                 |
| V   | КП | IV  | 74 <sup>0</sup> 10,5 <sup>/</sup>  |  |  | V-IV=152,36    | -2 <sup>0</sup> 53 <sup>/</sup> |
|     |    | VII | 8 <sup>0</sup> 14,2 <sup>/</sup>   |  |  | V-VII=63,08    | +0 <sup>0</sup> 53 <sup>/</sup> |
|     | КЛ | VI  | 281 <sup>0</sup> 57,2 <sup>/</sup> |  |  | V-VI=101,99    | -2 <sup>0</sup> 02 <sup>/</sup> |
|     |    | IV  | 254 <sup>0</sup> 10,4 <sup>/</sup> |  |  |                |                                 |
|     | КП | VII | 188 <sup>0</sup> 13,7 <sup>/</sup> |  |  |                |                                 |
|     |    | VI  | 101 <sup>0</sup> 56,7 <sup>/</sup> |  |  |                |                                 |
|     |    | VI  | 0 <sup>0</sup> 00,0 <sup>/</sup>   |  |  |                |                                 |
|     |    | 24  | 24 <sup>0</sup> 56,1 <sup>/</sup>  |  |  | 44,34          |                                 |
| VI  | КЛ | V   | 116 <sup>0</sup> 25,3 <sup>/</sup> |  |  | VI-V=101,95    | -0 <sup>0</sup> 54 <sup>/</sup> |
|     |    | I   | 3 <sup>0</sup> 26,9 <sup>/</sup>   |  |  | VI-I=102,10    | -2 <sup>0</sup> 12 <sup>/</sup> |
|     | КП | V   | 296 <sup>0</sup> 25,5 <sup>/</sup> |  |  |                |                                 |
|     |    | I   | 183 <sup>0</sup> 27,1 <sup>/</sup> |  |  |                |                                 |
|     | КЛ | I   | 0 <sup>0</sup> ,00,0 <sup>/</sup>  |  |  |                |                                 |
|     |    | 25  | 90 <sup>0</sup> ,15,2 <sup>/</sup> |  |  | 38,41          |                                 |
| VII | КП | V   | 149 <sup>0</sup> 38,6 <sup>/</sup> |  |  |                |                                 |
|     |    | II  | 305 <sup>0</sup> 27,6 <sup>/</sup> |  |  | VII-II=52,54   | +2 <sup>0</sup> 03 <sup>/</sup> |
|     | КЛ | V   | 329 <sup>0</sup> 39,1 <sup>/</sup> |  |  | VII-V=63,10    | -1 <sup>0</sup> 31 <sup>/</sup> |
|     |    | II  | 125 <sup>0</sup> 28,0 <sup>/</sup> |  |  |                |                                 |
| C   | КЛ | IV  | 67 <sup>0</sup> 02,1 <sup>/</sup>  |  |  | C-VI=71,72     | -2 <sup>0</sup> 38 <sup>/</sup> |
|     |    | D   | 234 <sup>0</sup> 21,4 <sup>/</sup> |  |  |                |                                 |
|     | КП | IV  | 247 <sup>0</sup> 02,4 <sup>/</sup> |  |  |                |                                 |
|     |    | D   | 58 <sup>0</sup> 21,6 <sup>/</sup>  |  |  |                |                                 |

В журнале измерения углов и линий приведены все исходные данные для дальнейших вычислений.

В колонке «№№ станций» записаны номера точек, на которых устанавливался теодолит во время измерений; в колонке «Полуприем» записано положение теодолита, при котором выполнялись измерения (КП – круг право, КЛ – круг лево); в колонке «№ набл. точек» записаны номера точек, на которые наводили трубу теодолита во время измерений; в колонке «Отсчеты по горизонтальному кругу» записаны отсчеты на каждую из наблюдаемых точек.

При обработке журнала необходимо рассчитать среднюю величину угла на каждой станции. Для этого нужно из отсчета на правую точку вычесть отсчет на левую точку

В табл. 3.1 приведен пример расчета величины угла (станция В), измеренного при двух положениях теодолита КП и КЛ. Расхождение в полученных значениях углов при КП и КЛ не должно превышать двойной точности теодолита (в данном случае  $1'$ ), т. е.

$$|\Delta| = |\beta_{\text{КЛ}} - \beta_{\text{КП}}| \leq 2t \leq 1'. \quad (3.1)$$

Далее необходимо обработать ведомость координат (табл. 3.2).

#### **Порядок вычислений:**

1. Выписать из табл. 3.1 в ведомость координат (табл. 3.2) значения средних углов и линий для каждой станции. Номера станций и углы между ними записываются в ведомость координат через строчку.

2. Увязать горизонтальные углы:

*Увязать* – значит проверить правильность измерений, определить ошибку и устранить ее влияние;

а) определить теоретическую сумму всех горизонтальных углов

$$\Sigma\beta_{\text{теор}} = 180^\circ (n-2),$$

где  $n$  – число углов.

Вследствие накопления неизбежных ошибок, возникающих при измерениях, появляются расхождения между практическими значениями и теоретическими выводами. Эти расхождения называются *невязкой*;

б) определить невязку суммы измеренных горизонтальных углов

$$f\beta = \beta_{\text{изм}} - \Sigma\beta_{\text{теор}},$$

где  $\beta_{\text{изм}}$  – практическая сумма измеренных углов,  $\Sigma\beta_{\text{теор}}$  – теоретическая сумма углов;

в) определить допустимые значения невязки

$$f\beta_{\text{доп}} = \pm 1' \sqrt{n},$$

где  $n$  – число углов;

г) проверить выполнение неравенства

$$f\beta \leq f\beta_{\text{доп}}.$$



Если полученная невязка не превышает допустимого значения, то  
д) распределить  $f\beta$  в измеренные горизонтальные углы с обратным знаком пропорционально горизонтальным проложениям.

3. По увязанным горизонтальным углам и начальному азимуту (начальный азимут выдается каждому студенту по варианту) определить азимуты всех остальных линий хода:

$$A_{n+1} = A_n + 180 - \beta_{\text{испр}},$$

где  $A_{n+1}$  – азимут последующей линии,  $A_n$  – азимут начальной линии,  
 $\beta_{\text{испр}}$  – следующий исправленный угол.

Контролем вычислений является условие:

$$A_{\text{кон}} + 180 - \beta_1 = A_{\text{нач}}.$$

4. По вычисленным азимутам определить румбы (**R**) каждой линии:

$$\begin{aligned} A_1 (0-90); \quad R_1 &= A_1 \text{ (СВ)}, \\ A_2 (90-180); \quad R_2 &= 180 - A_2 \text{ (ЮВ)}, \\ A_3 (180-270); \quad R_3 &= A_3 - 180 \text{ (ЮЗ)}, \\ A_4 (270-360); \quad R_4 &= 360 - A_4 \text{ (СЗ)}. \end{aligned}$$

5. Вычислить приращение координат  $\Delta x$  и  $\Delta y$  линий теодолитного хода:

$$\begin{aligned} \Delta x_i &= d_i \cos R_i, \\ \Delta y_i &= d_i \sin R_i, \end{aligned}$$

где  $d$  – горизонтальное проложение линии, **R** – румб этой линии.

6. Увязать приращения координат:

а) определить невязки в приращениях координат

$$\left. \begin{aligned} f\Delta x &= \sum \Delta x_i \\ f\Delta y &= \sum \Delta y_i \end{aligned} \right\},$$

б) для оценки невязок вычислить абсолютную линейную невязку:

$$f_{\text{АБС}} = \sqrt{f\Delta x^2 + f\Delta y^2}$$

и относительную линейную невязку:

$$f_{\text{ОТН}} = \frac{f_{\text{АБС}}}{P},$$

где  $P$  – периметр хода;

в) проверить выполнение неравенства

$$f_{\text{ОТН}} \leq \frac{1}{2000}.$$

Если невязка допустима, то

г) распределить  $f\Delta x$  и  $f\Delta y$  в соответствующие приращения с обратным знаком прямо пропорционально горизонтальным проложениям.



7. По исправленным приращениям определить координаты всех точек съемочного обоснования:

$$\left. \begin{aligned} x_{i+1} &= x_i + \Delta x_{(i)-(i+1)} \\ y_{i+1} &= y_i + \Delta y_{(i)-(i+1)} \end{aligned} \right\}.$$

8. Проверить вычисления координат

$$\left. \begin{aligned} x_n + \Delta x_{(n-1)} &= x_1 \\ y_n + \Delta y_{(n-1)} &= y_1 \end{aligned} \right\}.$$

После обработки ведомости координат приступают к вычерчиванию плана. Вычерчивание плана начинается с разбивки сетки квадратов (4 квадрата на 3 квадрата со стороной 10 см.) с помощью линейки Дробышева на листе чертежной бумаги формата А2. План теодолитной съемки составляется в масштабе 1:500. В этом масштабе длина стороны квадрата сетки равна 50 м. Начало координат выбирают в юго-западном углу сетки. Каждая линия координатной сетки подписывается через 50 метров (рис. 3.2).

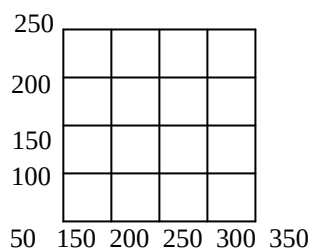


Рис. 3.2. Оцифровка координатной сетки

Точки теодолитного хода наносят на план по вычисленным координатам, а контуры и объекты местности в соответствии с абрисом (рис.3.4, 3.5, 3.6) – способами полярных координат, перпендикуляров, угловых, линейных засечек (рис.3.3) :

а) способ перпендикуляров (все необходимые размеры указаны на рис. 3.4, 3.5, 3.6);

б) полярный способ (необходимые углы и расстояния до точки указаны в журнале измерения углов и линий);

в) способ угловых засечек (углы на нужную точку указаны в журнале измерения углов и линий);

г) способ линейных засечек (расстояния до точки указаны на рис 3.4, 3.5, 3.6).

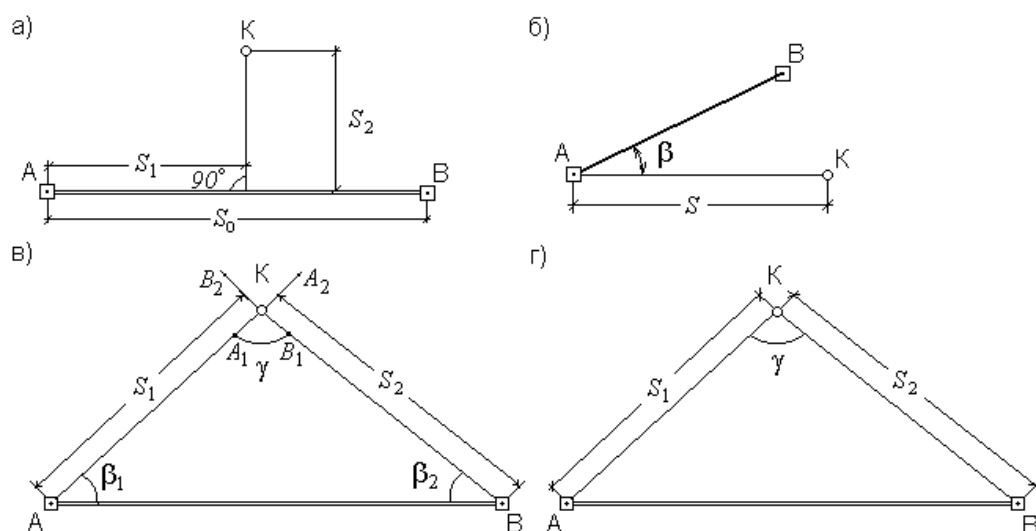


Рис. 3.3. Способы нанесения контуров и объектов местности

При построении плана необходимо внимательно изучить абрис (рис. 3.4, 3.5, 3.6), чтобы не пропустить точку, не перепутать ее принадлежность к контуру и точно установить способ ее нанесения.

## Оформление плана

После проверки правильности построения контуров местности все дополнительные линии убирают и приступают к оформлению плана, предварительно показав работу преподавателю.

Порядок вычерчивания плана тушью и красками может быть рекомендован следующий:

- выполняется отмывка дорог с твердым покрытием в соответствии с условными знаками. Перед окраской поверхность бумаги следует увлажнить чистой водой кистью и, дав просохнуть, на слегка влажную, но не мокрую поверхность бумаги наносят несколько раз водный раствор до получения нужного оттенка;

вычерчивается координатная сетка (сетку квадратов полностью не вычерчивают, обозначают лишь крестиками зеленого цвета 6х6 мм их вершины), а также все пункты съемочного обоснования;

- выполняются все надписи. Шрифт для надписи должен соответствовать условным знакам;

- вычерчиваются инженерные сооружения, жилые дома, нежилые постройки, сети подземных коммуникаций, линии электропередач;

- оформление рамок и размещение надписей за рамками плана проводят в соответствии с условными знаками для масштаба 1:500.

Значения углов и расстояний на плане не выписывают.

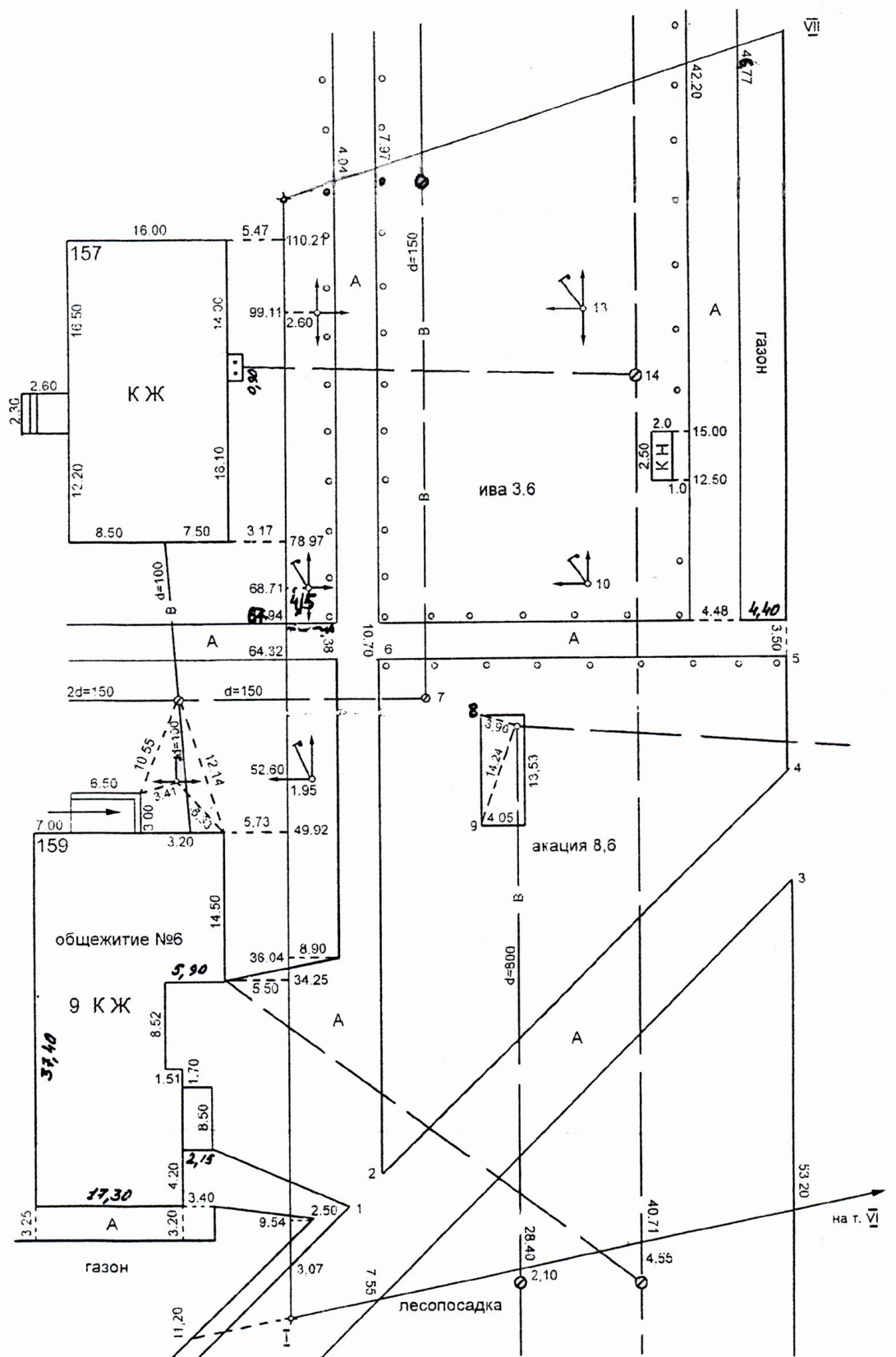


Рис.3.4. Абрис элементов ситуации для 1 варианта

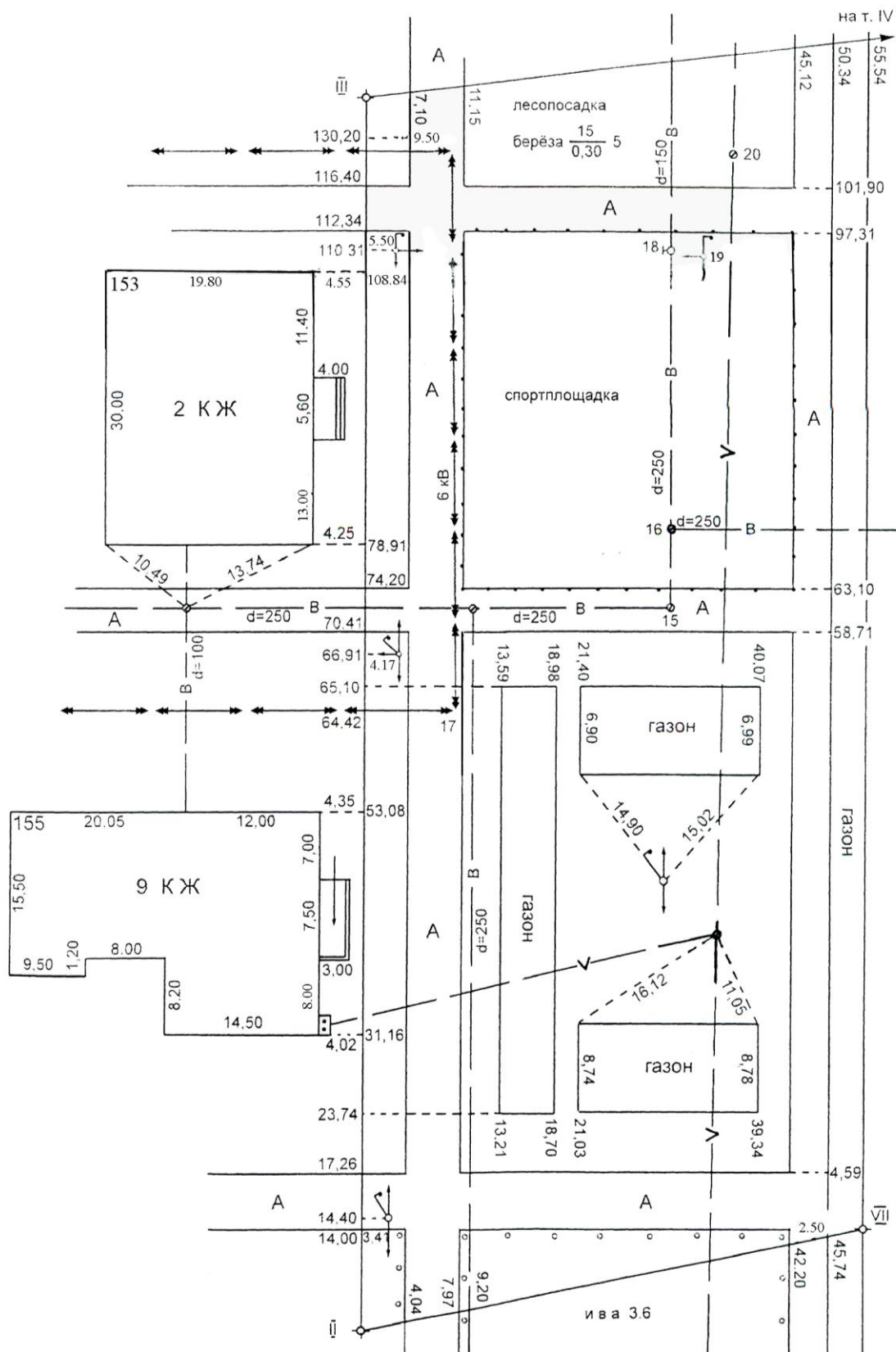


Рис. 3.5. Абрис элементов ситуации для 2 варианта

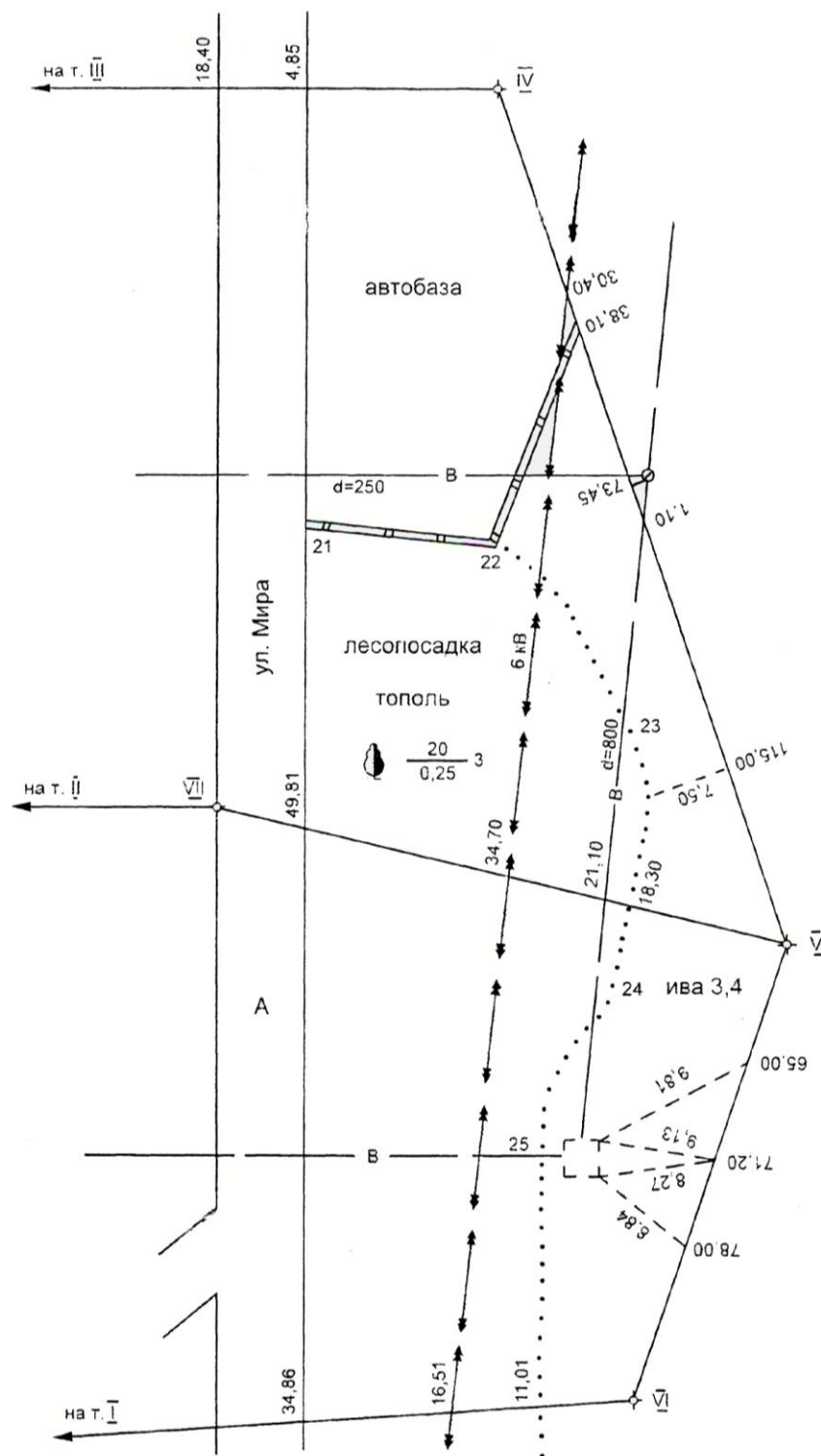


Рис. 3.6. Абрис элементов ситуации для 1 и 2 вариантов

### **К сдаче предоставляются:**

- 1) обработанный журнал измерения углов и линий;
- 2) ведомость координат с вычисленными координатами точек теодолитного хода;
- 3) горизонтальный план местности, вычерченный тушью в соответствии с условными знаками.

**При сдаче работы необходимо знать** все термины, используемые в теодолитной съемке, и обозначаемые ими понятия, процесс получения исходных данных (полевые работы), методику обработки ведомостей и журналов, уметь пользоваться формулами и составлять горизонтальный план местности.

## **РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №4**

### **Нивелирование поверхности**

**Цель работы** – освоение методики обработки результатов площадного нивелирования с вычислением проектной отметки горизонтальной площадки и составление картограммы земляных работ.

#### **Исходные данные:**

- 1) полевой журнал нивелирования поверхности по квадратам (рис.4.3);
- 2) схема увязки превышений и вычисления высот опорной сети (рис. 4.4);
- 3) исходные отметки реперов ( по вариантам ).

#### **Порядок выполнения задания**

I. На листе чертежной бумаги формата А4 вычертить схему нивелирного хода (рис. 4.2) и рассчитать среднее превышение и невязку хода:

$$\sum h_{CP_{TEOP}} = 0; fh_{ДОП} = \pm 10\sqrt{n} ,$$

где n – число станций.

Если полученная невязка  $fh$  меньше допустимой  $fh_{ДОП}$ , то ее необходимо распределяют на средние превышения хода с обратным знаком.

По увязанным превышениям вычислить абсолютные отметки связующих точек хода.  $H_{посл} = H_{нач} + h_{испр} .$

#### **II. Вычислить отметки всех вершин квадратов:**

а) вычислить горизонт инструмента каждой станции

$$Г.И.=H_i + a_i ,$$

где H – отметка связующей точки, а – отсчет по черной стороне рейки на эту же точку.

Значение горизонта инструмента выписывается на схему квадратов у соответствующей станции;

б) вычислить отметки вершин квадратов на каждой станции:

$$H_i = Г.И.- a_i .$$

Отметки выписываются на абрис у соответствующих вершин.



III. На чертежной бумаге формата А4 в масштабе 1:500 вычертить сетку квадратов 3 x 4 квадрата, размерами 20x20 м.

IV. Методом графической интерполяции (см. тахеометрическая съемка) провести горизонтали с высотой сечения рельефа 0,5 м.

V. Вычислить проектную отметку горизонтальной площадки с учетом нулевого баланса земляных работ.

$$H_{\text{пр}} = \frac{\sum H_A + 2\sum H_B + 4\sum H_C}{4n},$$

где  $\sum H_A, \sum H_B, \sum H_C$  – суммы соответствующих отметок (рис. 4.2).

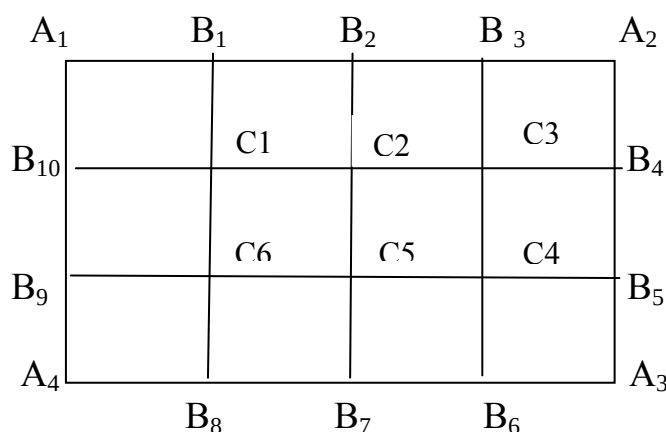


Рис. 4.1. Схема расположения отметок, используемых для расчета  $H_{\text{пр}}$

Полученную проектную отметку в виде пунктирной горизонтали красного цвета нанести на план.

Участок плана, лежащий выше проектной отметки, отмыть желтым цветом (грунт на этом участке будет срезаться), а участок, лежащий ниже  $H_{\text{пр}}$ , отмыть розовым цветом (грунт будет засыпаться).

VI. Вычислить и записать у вершин квадратов соответствующие рабочие отметки:

$$h_{\text{раб}} = H_{\text{пр}} - H_{\text{АБС}}.$$

VII. Для составления картограммы земляных работ найти на сетке квадратов точки нулевых работ. Они располагаются на сторонах квадратов, вершины которых имеют рабочие отметки с противоположными знаками.

а) вычислить расстояния  $l_1$  и  $l_2$  от точек нулевых работ до вершин квадрата:

$$l_1 = \frac{ah_{p_1}}{(h_{p_1} - h_{p_2})}; l_2 = \frac{ah_{p_2}}{(h_{p_1} - h_{p_2})},$$

где  $a$  – сторона квадрата;  $h_{p_1}$  и  $h_{p_2}$  – абсолютные значения рабочих отметок

концов стороны. Контроль правильности вычислений осуществляют по формуле

$$l_1 + l_2 = a;$$

б) отложив на сторонах квадратов значения  $l$ , определяют положение точки нулевых работ.

Составление картограмм завершается обозначениями фигур, являющихся основаниями земляных призм. Основанием призм могут быть "чистые" квадраты, вершины которых имеют рабочие отметки с одним знаком, и "переходные", по которым проходит линия нулевых работ. Переходные квадраты разбивают на треугольники, а все фигуры нумеруют цифрами в кружках (рис. 4.2).

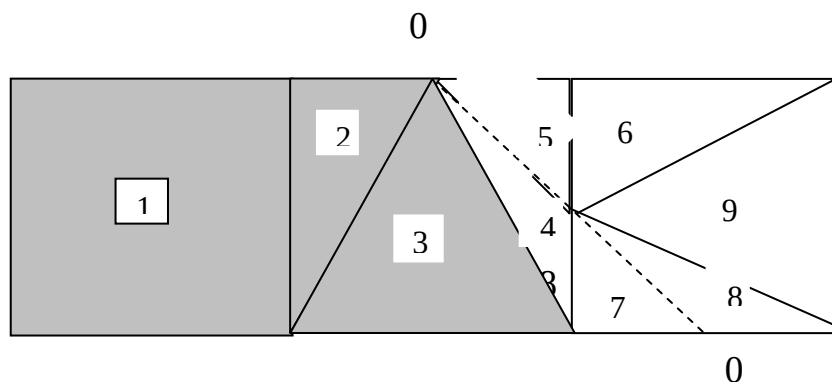


Рис. 4.2. Картограмма земляных работ при проектировании горизонтальной площадки (фрагмент)

VIII. Вычислить объемы земляных работ:

$$v = p \cdot h_{cp}$$

где  $P$  – площадь основания призмы (фигуры на картограмме),  $h_{cp}$  – средняя рабочая отметка.

Расхождение суммарных объемов выемки вычисляется по формуле

$$\Delta v = \sum(-v) - \sum(+v).$$

Расхождения в процентном отношении вычисляются по формуле

$$\frac{\Delta v}{v} 100\%, \quad \text{где } v = |\sum(+v)| + |\sum(-v)|.$$

Предельное расхождение допускается не более 3% . Вычисленные объемы заносят в "Ведомость вычисления объемов земляных работ" (табл. 4.1).

Таблица 4.1

## Ведомость вычисления объемов земляных работ

| №<br>фигур | Площадь<br>фигуры,<br>м <sup>2</sup> | Средняя<br>рабочая<br>отметка, м | Объем земляных<br>работ, м <sup>3</sup> |               |
|------------|--------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|---------------|
|            |                                      |                                  | Выемка(-)                               | Насыпь(+)     |
| 1          | 400,0                                |                                  |                                         | 156,0         |
| 2          | 154,0                                | +0,39                            |                                         | 32,3          |
| 3          | 200,0                                | +0,21                            |                                         | 36,0          |
| 4          | .                                    | +0,18                            |                                         | .             |
| 5          | .                                    | .                                |                                         | .             |
| 6          | .                                    | .                                |                                         | .             |
| 7          | 63,8                                 | .                                |                                         | 2,6           |
| 8          | 69,2                                 | +0,04                            | 2,8                                     |               |
| 9          | 200,0                                | -0,04                            | 30,0                                    |               |
|            |                                      | -0,15                            |                                         |               |
|            | $\sum P_1 =$                         |                                  | $\sum (-V) =$                           | $\sum (+V) =$ |

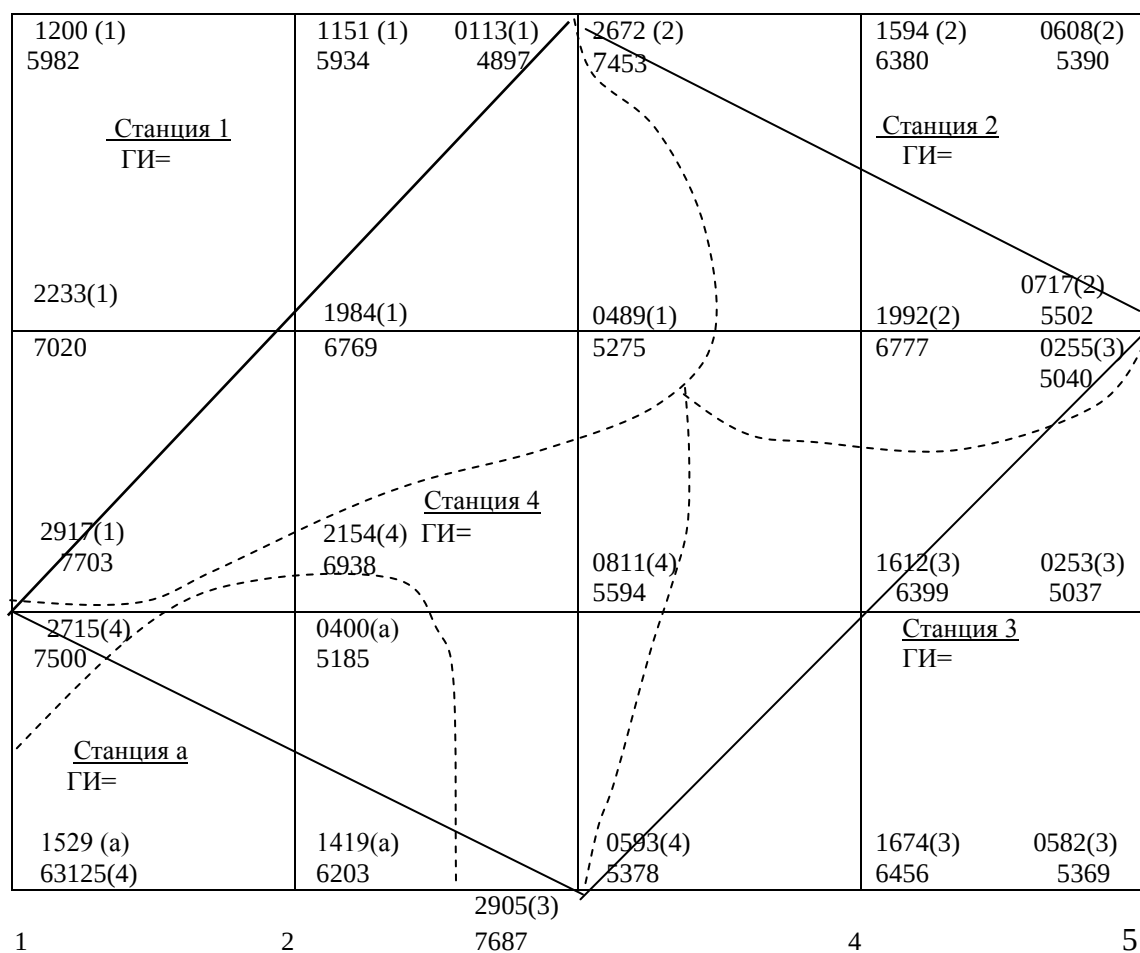


Рис. 4.3. Полевой журнал нивелирования поверхности по квадратам

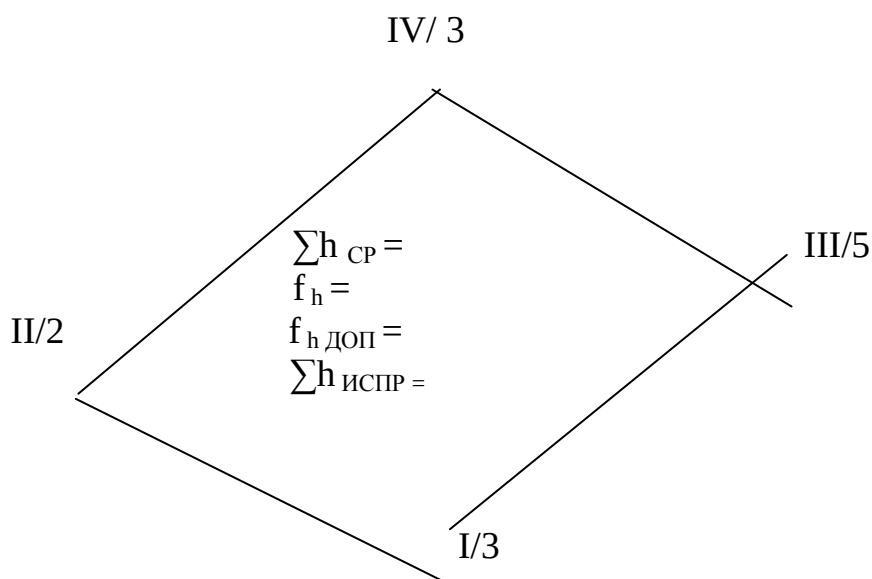


Рис. 4.4. Схема увязки превышений и вычисления высот опорной сети

**К сдаче предоставляется:**

- 1) полевой абрис разбивки квадратов и съемки ситуаций;
- 2) схема увязки превышений нивелирного хода;
- 3) план площадки с вычерченными горизонталями, нанесенной проектной отметкой;
- 4) картограмма земляных работ;
- 5) ведомость вычисления объемов земляных работ.

## РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

### Продольно - поперечное нивелирование трассы

Продольно-поперечное нивелирование применяется при проведении инженерных изысканий для строительства сооружений линейного типа (инженерных коммуникаций, дорог и т.д.).

**Целью работы** является освоение методики обработки результатов нивелирования трассы, составление профиля по результатам вычислений и проектирование подземного трубопровода.

**Исходные данные:**

- 1) журнал нивелирования трассы (табл. 5.1).

В первой колонке журнала «Номера станций» указан номер станции, с которой выполнялось нивелирование. В колонке «№№ пикетов и промежуточных точек» записаны пикеты и плюсовые точки (точки перегиба местности), лежащие между пикетами. В колонке «Отсчеты по рейке» записаны два отсчета. Верхний – по черной стороне рейки, нижний – по красной стороне.

На промежуточные (плюсовые) точки записан только один отсчет – по черной стороне рейки.

Обработка журнала включает следующие этапы:

I. Проверка правильности отсчетов.

Из красного отсчета на каждый пикет вычесть черный отсчет на этот же пикет. Результат должен быть  $4785 \pm 5$  мм.

II. Вычисление превышений между связующими точками

Для этого нужно из черного отсчета на предыдущий пикет вычесть черный отсчет на следующий пикет. Затем из красного отсчета на предыдущий пикет вычесть красный отсчет на следующий пикет;

$$h_2 = a_2 - b_2; \quad h_{KP} = a_{KP} - b_{KP},$$

где  $a_2$ ,  $b_2$  и  $a_{KP}$ ,  $b_{KP}$  - отсчеты по черной и красной сторонам рейки.

Например, превышение между ПК29 и ПК30 =  $1245 - 0808$  и  $6030 - 5592$ .

Если превышения между связующими пикетами по черной и красной стороне рейки различаются не более чем на 5 мм, то вычисляют среднее превышение:

$$h_{CP} = \frac{h_2 - h_{KP}}{2}$$

Результаты записывают в колонку «превышения». Сверху превышение по черной стороне рейки, ниже – по красной стороне, еще ниже среднее превышение.

III. Выполнить постраничный контроль на каждой странице журнала:

$$\frac{\sum a - \sum b}{2} = \frac{\sum h_{\text{выч}}}{2} = \sum h_{CP},$$

где  $\sum a$  – сумма задних отсчетов,  $\sum b$  – сумма передних отсчетов,  $\sum h_{\text{выч}}$  – сумма вычисленных превышений,  $\sum h_{CP}$  – сумма средних превышений.

IV. Определение невязки нивелирного хода:

$$fh = \sum h_{CP} - \sum h_{\text{ТЕОР}},$$

где  $\sum h_{\text{ТЕОР}}$  для разомкнутого хода равняется разности конечной и начальной отметок хода ( $H_k - H_n$ ). Отметки задаются студентам по варианту. Допустимая невязка вычисляется по формуле

$$fh_{\text{доп}} = \pm 50 \sqrt{L},$$

где  $L$  - длина хода в км.

Должно выполняться условие  $fh < fh_{\text{доп}}$ .

Поправку ( $\Delta h = -\frac{fh}{n}$ ) вводят в средние превышения хода с обратным

знаком и округлением до целых мм.

Контроль: сумма увязанных превышений должна равняться теоретической сумме (разнице между конечной и начальной отметками).

V. Вычисление отметок связующих (пикетных) точек хода:

$$H_i = H_{i-1} + h_i^{ИСПР}.$$

Контролем вычислений является получение отметки конечного пикета.

VI. Вычисление отметок промежуточных точек:

а) расчет горизонта инструмента:

$$Г.И. = H_a + a = H_b + b;$$

где  $H_a$  и  $H_b$  - соответственно отметки предыдущего и последующего пикетов на станции;  $a$  и  $b$  – отсчеты по черной стороне рейки на предыдущий ( $a$ ) и последующий ( $b$ ) пикеты.

Горизонт инструмента рассчитывается только на тех станциях, где есть промежуточные точки;

б) расчет отметки промежуточной точки:

$$H_{ПРОМ} = Г.И. - c,$$

где  $c$  – отсчет по черной стороне рейки на промежуточную точку.

VII. Построение профиля трассы.

Профиль трассы строится на миллиметровой бумаге формата А3 в масштабах  $M_z$  - 1:2000 (горизонтальный),  $M_v$  - 1:200 (вертикальный), масштаб для поперечников  $M_n$  - 1:500.

Стандартных профильных сеток для подземных сетей не существует; профили составляют с учетом специфики работы проектно-изыскательской организации. Образец оформления профильной сетки приведен на рис 5.1.

IX. Проектирование подземного самотечного трубопровода.

1. Вычертить на миллиметровке профильную сетку рис (5.1)

В графе «Номера пикетов» в горизонтальном масштабе 1:2000 отложить 100 м отрезки (пикеты) и пронумеровать их в соответствии с номерами, указанными в журнале технического нивелирования. В графе «Расстояния» отложить расстояния от предыдущих пикетов до промежуточных (плюсовых) точек (точки +22, +35 и т.д.). В графу «Отметки земли» выписать абсолютные отметки каждого пикета и плюсовой точки с округлением до мм

Далее по полученным отметкам построить профиль местности, откладывая отметки вверх от сетки в вертикальном масштабе 1:200. Чтобы профиль не получился очень высоким, следует принять верхнюю линию сетки за условный горизонт (УГ). УГ выбирается произвольно.

# ПРОФИЛЬ ТРАССЫ

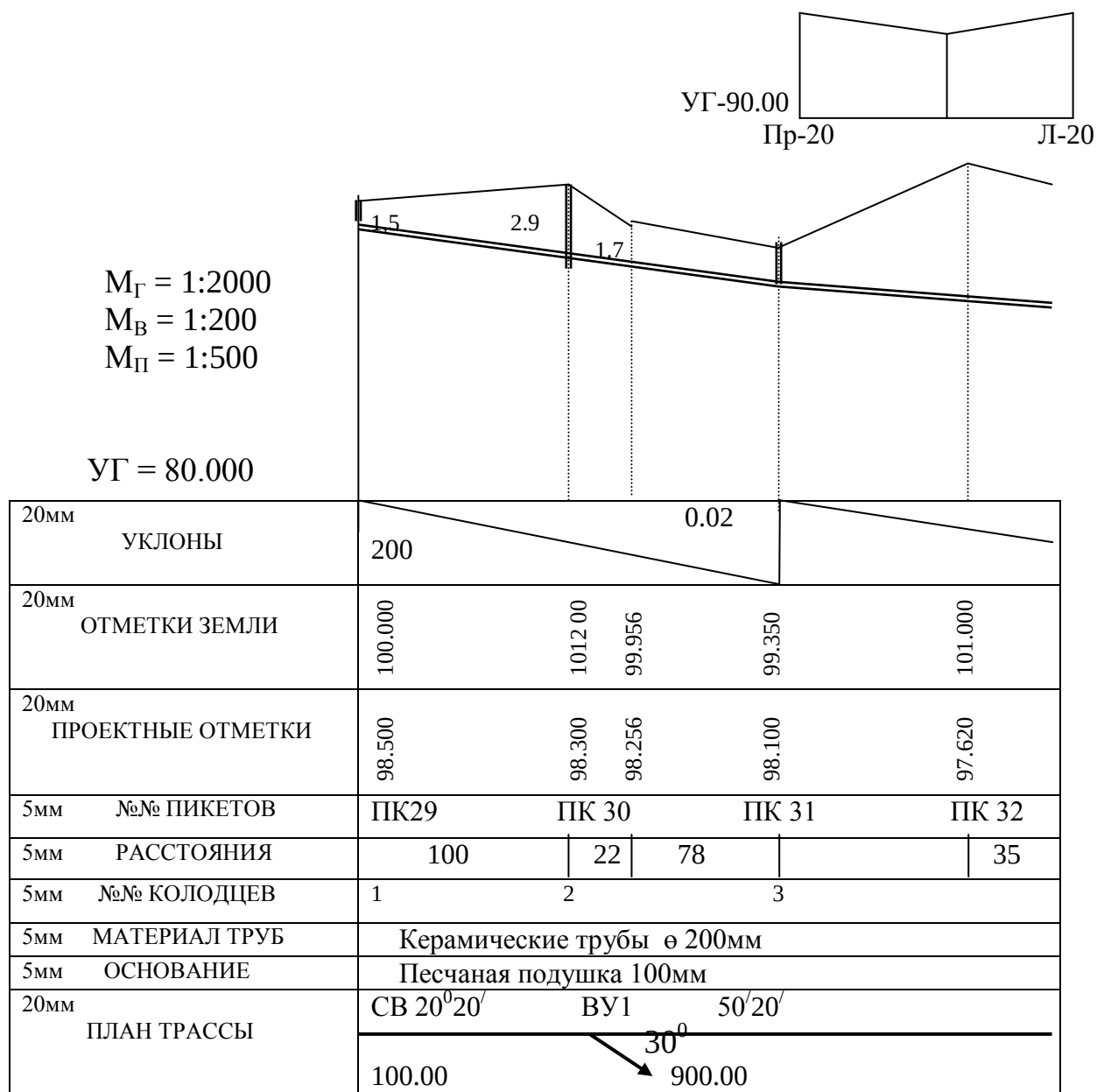


Рис. 5.1. Профильная сетка

Над профилем на произвольной высоте аналогично построить поперечный профиль местности по отметкам Право 20, Лево 20, рассчитанным в журнале технического нивелирования. Масштаб поперечников 1:500.

На полученном профиле запроектировать самотечный трубопровод, соблюдая следующие правила:

- уклон труб должен быть в одном направлении;
- глубина заложения труб должна быть минимальна, но не менее глубины промерзания грунта (условно принята равной 1,5 м);
- в местах изменения уклонов, а на ровных участках трубопровода через 100 м проектируют смотровые колодцы.

Ось трубопровода вычерчивается двойной линией

Для расчета уклонов, проектных и рабочих отметок используются формулы:

$$i = \frac{H_K - H_H}{L};$$

$$H_{i+1}^{KP} = H_n^{KP} + id;$$

$$h_{РАБ} = H_{ЗЕМЛИ} - H_{ПРОЕКТИ}$$

где  $i$  – уклон;  $H_{i+1}^{KP}$ ,  $H_n^{KP}$  – проектные отметки начальной и конечной точек уклона;  $d$  – горизонтальное расположение линии;  $h_p$  – рабочая отметка.

При расчете уклонов проектные отметки начальной и конечной точек уклона определяются по миллиметровке с помощью вертикального масштаба.

#### К сдаче предоставляются:

- 1) обработанный журнал технического нивелирования;
- 2) профиль с запроектированным трубопроводом.

**При сдаче работы необходимо** знать все термины и обозначаемые ими понятия, знать методику расчета журнала нивелирования, уметь строить профиль трассы и проектировать подземный самотечный трубопровод

Таблица 5.1

Журнал геометрического нивелирования

| №№ станций | №№ пикетов и промежуточных точек | Отсчеты по рейке |          |               | Превышение, мм | Горизонт инструмента, м | Абсолютные отметки, м |
|------------|----------------------------------|------------------|----------|---------------|----------------|-------------------------|-----------------------|
|            |                                  | задняя           | передняя | промежуточная |                |                         |                       |
| 1          | 2                                | 3                | 4        | 5             | 6              | 7                       | 8                     |
|            | ПК 29                            | 1245             |          |               |                |                         |                       |
| 1          |                                  | 6030             |          |               |                |                         |                       |
|            | ПК 30                            |                  | 0809     |               |                |                         |                       |
|            |                                  |                  | 5592     |               |                |                         |                       |
|            |                                  |                  |          |               |                |                         |                       |
|            |                                  |                  |          |               |                |                         |                       |
| 2          | ПК 30                            | 1029             |          |               |                |                         |                       |
|            |                                  | 5816             |          |               |                |                         |                       |
|            | ПК 31                            |                  | 2416     |               |                |                         |                       |
|            |                                  |                  | 7204     |               |                |                         |                       |
|            | + 22                             |                  |          | 0738          |                |                         |                       |
|            |                                  |                  |          |               |                |                         |                       |
| 3          | ПК 31                            | 1522             |          |               |                |                         |                       |
|            |                                  | 6306             |          |               |                |                         |                       |
|            | ПК 32                            |                  | 2367     |               |                |                         |                       |



|   |       |              |                |      |  |  |  |
|---|-------|--------------|----------------|------|--|--|--|
|   |       |              | 7151           |      |  |  |  |
|   | ПР-20 |              |                | 0535 |  |  |  |
|   | Л-20  |              |                | 0735 |  |  |  |
|   |       |              |                |      |  |  |  |
| 4 | ПК 32 | 2810         |                |      |  |  |  |
|   |       | 7595         |                |      |  |  |  |
|   | ПК 33 |              | 0913           |      |  |  |  |
|   |       |              | 5700           |      |  |  |  |
|   | +35   |              |                | 2871 |  |  |  |
|   | +74   |              |                | 0732 |  |  |  |
|   |       |              |                |      |  |  |  |
| 5 | ПК 33 | 1737         |                |      |  |  |  |
|   |       | 6520         |                |      |  |  |  |
|   | ПК 34 |              | 2009           |      |  |  |  |
|   |       |              | 6795           |      |  |  |  |
|   |       | $\Sigma 3 =$ | $\Sigma \Pi =$ |      |  |  |  |
| 6 | ПК 34 | 0791         |                |      |  |  |  |
|   |       | 5578         |                |      |  |  |  |
|   | ПК 35 |              | 2536           |      |  |  |  |
|   |       |              | 7323           |      |  |  |  |
|   | + 40  |              |                | 0398 |  |  |  |
|   |       |              |                |      |  |  |  |
| 7 | ПК 35 | 0675         |                |      |  |  |  |
|   |       | 5459         |                |      |  |  |  |
|   | ПК 36 |              | 2905           |      |  |  |  |
|   |       |              | 7687           |      |  |  |  |
|   |       |              |                |      |  |  |  |
| 8 | ПК 36 | 2650         |                |      |  |  |  |
|   |       | 7434         |                |      |  |  |  |
|   | ПК 37 |              | 1479           |      |  |  |  |
|   |       |              | 6266           |      |  |  |  |
|   | +83   |              |                | 2715 |  |  |  |
|   |       |              |                |      |  |  |  |
| 9 | ПК 37 | 1981         |                |      |  |  |  |
|   |       | 6766         |                |      |  |  |  |
|   | ПК 38 |              | 1425           |      |  |  |  |
|   |       |              | 6212           |      |  |  |  |
|   | Л-10  |              |                | 0925 |  |  |  |
|   | ПР-20 |              |                | 1014 |  |  |  |
|   |       |              |                |      |  |  |  |

|                                                                                                             |       |      |      |      |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|------|------|--|--|--|
| 10                                                                                                          | ПК 38 | 1009 |      |      |  |  |  |
|                                                                                                             |       | 5794 |      |      |  |  |  |
|                                                                                                             | ПК 39 |      | 2746 |      |  |  |  |
|                                                                                                             |       |      | 7527 |      |  |  |  |
|                                                                                                             | +26   |      |      | 0969 |  |  |  |
|                                                                                                             | +64   |      |      | 2273 |  |  |  |
| $\Sigma Z = \frac{\Sigma P}{(\Sigma Z - \Sigma P) / 2} = \frac{\Sigma h}{(\Sigma h) / 2} = \Sigma h_{cp} =$ |       |      |      |      |  |  |  |

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Условные знаки для топографических планов – М.: Недра, 1973. – 144 с.
2. Программное обеспечение обработки результатов геодезических измерений для выполнения расчетно-графических работ: метод. указания / Воронежский ГАСУ; сост.: Баранников А.Д, Попов Б.А. – Воронеж, 2001. – 48с
3. Методические указания к выполнению расчетно-графических работ./ Воронежский ГАСУ, сост.: Попов Б.А., Шумейко В.В. – Воронеж , 2008. – 22с

## Оглавление

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Введение.....                                                                           | 3  |
| 1. Расчётно-графическая работа №1. Условные знаки.....                                  | 4  |
| 2. Расчётно-графическая работа №2. Масштабы планов и карт.....                          | 4  |
| 3. Расчётно-графическая работа №3. Топографическая съёмка.....                          | 5  |
| 3.1 Горизонтальная съёмка.....                                                          | 5  |
| 4. Расчётно-графическая работа №4. Нивелирование поверхности.....                       | 16 |
| 5. Расчётно-графическая работа №5. Продольно- поперечное нивелирова-<br>ние трассы..... | 20 |
| Библиографический список.....                                                           | 26 |

## Геодезия

### Методические указания

к выполнению расчетно-графических работ  
для студентов 1 курса по направлению подготовки бакалавров  
270800.62 «Строительство», 270900.62 «Градостроительство»

Составители: к.с.-х.н., доц. Попов Борис Алексеевич  
асс. Покидышева Юлия Васильевна  
Кириенко Марина Александровна

Подписано в печать 3.12.2013. Формат 60х84 1/8.

Уч. изд. л. 1,7. Усл. печ. л.1,8. Бумага писчая. Тираж 300 экз. Заказ № 559.

---

Отпечатано: отдел оперативной полиграфии издательства учебной  
литературы и учебно-методических пособий Воронежского ГАСУ  
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября,84.