

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН

Ташкентский архитектурно - строительный институт

Ташпулатов Сарвар Анварович
Авчиев Шухрат Курвантаевич
Акбарова Нозима Жамшид кизи

Практикум по инженерной геодезии

Для студентов обучающихся в высших учебных заведениях по
направлению архитектура и строительство

Ташкент – 2019

УДК 528.4:69 (075.8)

Авторы: Ташпулатов Сарвар Анварович , Авчиев Шухрат Курвантаевич,
Акбарова Нозима Жамшид кизи. Практикум по инженерной геодезии.
Т.2019,с.208.

В учебном пособии изложены вопросы инженерной геодезии, изучаемые при подготовке студентов, обучающихся по направлению архитектура и строительство. Приводятся варианты, а также примеры решения расчетно-графических работ по курсу инженерной геодезии, что делает пособие полезным для самостоятельного обучения студентами курса инженерной геодезии.

В книге также включены задачи по инженерной геодезии, в частности по разбивочным работам при перенесении проекта здания и составления разбивочного чертёжа.

Пособие предназначено для студентов архитектурных и строительных направлений вузов, и может быть также полезно для специалистов, самостоятельно занимающихся изучением инженерной геодезии.

Рецензенты:

кандидат технических наук, доцент Мубораков Х.М. (ТГТУ)

кандидат технических наук, доцент Жураев Д.О. (ТАСИ)

Утверждено на Совете Ташкентского архитектурно-строительного
института, протокол № ____ от « ____ » _____ 2019г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Современная планировка и застройка населенных пунктов, проектирование и строительство жилых зданий, культурно-бытовых сооружений, школ, заводов, газопроводов и нефтепроводов, водопроводных и тепловых сетей, мостов и тоннелей, других уникальных инженерных сооружений требует от инженеров-строителей глубоких знаний по инженерной геодезии.

Роль инженерной геодезии в строительстве значительно возросла в связи с увеличением объема работ и степени сборности строительных конструкций со строительством высотных многоэтажных и уникальных зданий и сооружений. В настоящее время качество строительства и долговечность сооружений во многом зависит от общего уровня организации геодезической службы в строительстве.

Поэтому студенты строительных и архитектурных направлений должны иметь высокую геодезическую подготовку, хорошо знать современные геодезические приборы, применяемые в строительстве и умело, правильно решать геодезические задачи в процессе изыскания, проектирования, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений.

В книге излагается решение задач при инженерно-геодезическом обеспечении строительства, в частности, решение задач по топографическим картам, камеральная обработка и составление плана теодолитной съемки, нивелирование трассы, нивелирование поверхности, расчеты разбивочных элементов для перенесения проекта здания в натуру, составление разбивочного чертежа, плановая и высотная исполнительная съемка конструкций зданий.

Содержание и последовательность изложенных материалов в учебном пособии соответствуют программе курса инженерной геодезии.

В книге приведены примеры решения расчетно-графических работ, что будет способствовать лучшему восприятию материала пособия при самостоятельном изучении студентами инженерной геодезии.

ВВЕДЕНИЕ

Карты и планы являются топографической основой, на которой инженеру – строителю приходится решать ряд задач, связанных с разработкой проектной – технической документации строительных комплексов и отдельных сооружений. В данном пособии приведены наиболее распространенные задачи решаемые по топографическим картам и планам.

Глава I. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ТОПОГРАФИЧЕСКИМ КАРТАМ.

§ 1. Задачи решаемые по топографическому плану и карте

I.1. Определение координат точек заданных на топографической карте.

1. Определение прямоугольных координат точки С, заданной на карте (рис. I.1).

Из точки С, опускают перпендикуляры на линии координатной (километровой) сетки, длины Δx_C и Δy_C перпендикуляров измеряют с точностью масштаба карты. Для данного примера $\Delta x_C = 625$ м, $\Delta y_C = 350$ м. Тогда

$$X_C = 6065000\text{м} + 625\text{ м} = 6065625\text{ м};$$

$$Y_C = 4311000\text{м} + 350\text{ м} = 4311350\text{ м}.$$

Аналогично находим координаты точек А и В:

$$\Delta x_A = 838\text{ м}, \Delta y_A = -250\text{ м}$$

$$X_A = 6065000\text{м} + 838\text{ м} = 6065830\text{ м};$$

$$Y_A = 4313000\text{м} - 250\text{ м} = 4312750\text{ м}.$$

$$\text{Если } \Delta x_B = -500\text{ м}, \Delta y_B = 362\text{ м},$$

$$X_B = 6065000\text{м} - 500\text{м} = 6064500\text{ м};$$

$$Y_B = 4312000\text{м} + 362\text{ м} = 4312362\text{ м}.$$

Полученные координаты запишем в сводную таблицу – I.1.

2. Определение географической координаты точки, заданной на карте (рис. I.1).

Пользуясь показанными у сторон рамки листа карты делениями, соответствующими минутам широты и долготы, проводят ближайшие к заданной точке южную и северную параллели, западный и восточный меридианы. Затем с помощью линейки и треугольника проводят параллель и меридиан заданной точки. Широту φ и долготу λ точки получают из выражения

$$\varphi = \varphi_{\text{ю}} + \Delta\varphi,$$

$$\lambda = \lambda_{\text{з}} + \Delta\lambda,$$

где $\varphi_{\text{ю}}$ - широта южной параллели, $\lambda_{\text{з}}$ - долгота западного меридиана.

Значения $\Delta\varphi$ (в минутах) определяют как отношение расстояния от южной параллели до западной точки к длине меридиана этой точки между южной и северной параллелями, соответствующей одной минуте широты.

Аналогично находят значение $\Delta\lambda$.

Пример. Определить географические координаты точки С на карте масштаба 1:25000 (рис. I.1). Ближайшие к точке С южная параллель и западный меридиан (они на рис. I.1 проведены сплошными линиями) имеют координаты: $\varphi_{\text{ю}} = 54^\circ 40'$, $\lambda_{\text{з}} = 18^\circ 04'$. Длины отрезков: $CC_{\text{ю}} = 48$ мм, $C_{\text{с}}C_{\text{ю}} = 74$ мм; $CC_{\text{з}} = 33$ мм, $C_{\text{з}}C_{\text{в}} = 43$ мм. Поэтому $\Delta\varphi_{\text{с}} = 60'' (48/74) = 39''$ и $\Delta\lambda_{\text{с}} = 60'' (33/43) = 46''$. Таким образом, географические координаты точки С имеют значения: $\varphi_{\text{с}} = 54^\circ 40' + 39'' = 54^\circ 40' 39''$, $\lambda_{\text{с}} = 18^\circ 04' + 46'' = 18^\circ 04' 46''$.

Аналогично находим для точки А: $\varphi_{\text{ю}} = 54^\circ 40'$, $\lambda_{\text{з}} = 18^\circ 05'$. Длины отрезков: $Aa_{\text{ю}} = 69$ мм, $a_{\text{с}}a_{\text{ю}} = 74$ мм, $a_{\text{з}}A = 34$ мм, $a_{\text{з}}a_{\text{в}} = 43$ мм. Тогда,

$$\Delta\varphi_{\text{А}} = 60'' (69/74) = 56''$$

$$\Delta\lambda_{\text{А}} = 60'' (34/43) = 47''$$

$$\varphi_{\text{А}} = 54^\circ 40' + 56'' = 54^\circ 40' 56''$$

$$\lambda_{\text{А}} = 18^\circ 05' + 47'' = 18^\circ 05' 47''.$$

Для точки В: $\varphi_{\text{ю}} = 54^\circ 40'$, $\lambda_{\text{з}} = 18^\circ 04'$. Длины отрезков: $Bb_{\text{ю}} = 15,7$ мм, $b_{\text{с}}b_{\text{ю}} = 74$ мм, $b_{\text{з}}B = 20,5$ мм, $b_{\text{з}}b_{\text{в}} = 43$ мм. Тогда,

$$\Delta\varphi_{\text{в}} = 60'' (15,7/74) = 13''$$

$$\Delta\lambda_{\text{в}} = 60'' (20,5/43) = 29''$$

$$\varphi_{\text{в}} = 54^{\circ} 40' + 13'' = 54^{\circ} 40' 13''$$

$$\lambda_{\text{в}} = 18^{\circ} 04' + 29'' = 18^{\circ} 04' 29''.$$

I.2. Определение углов ориентирования

Определение дирекционного угла, географического и магнитного азимутов линии заданной на карте.

Как мы знаем, дирекционный угол измеряется от северной части осевого меридиана (или параллельной линии осевому меридиану, в данном случае вертикальной линии километровой линии, которая также параллельна координатной оси, т. е. абсциссе) по ходу часовой стрелки до ориентируемой линии (рис. I.1). Так как, CA пересекает линию координатной сетки, то дирекционным углом этой линии будет угол α_{CA} . Приложив к точке пересечения нуль транспортира и совместив его нулевой диаметр с линией сетки, отсчитывают от северного направления по часовой стрелке дирекционный угол $\alpha_{CA}=66^{\circ}15'$. Если линия не пересекает линию координатной сетки, то её продолжают до пересечения с ней или координатную линию параллельно переносят на начало линии (смотри рис. I.1 и рис. I.2), таким образом, измерим дирекционные углы $\alpha_{AB}=196^{\circ} 00'$, а также $\alpha_{BC}=319^{\circ} 30'$ (результаты запишем в сводную ведомость, таблицу I.1)

Из диаграммы взаимного расположения осевого (линии сетки), географического и магнитного меридианов (рис. I.1), находящейся под южной рамкой карты, следует, что географический азимут A линии CA меньше дирекционного угла α_{CA} на величину сближения меридианов $\gamma=2^{\circ}24'$. В общем виде взаимосвязь азимута и дирекционного угла выражается формулой:

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

если γ западный-имеет знак минус, при восточном сближении-имеют знак плюс. В нашем примере сближение западное, поэтому

$$A_{AC} = \alpha_{AC} - \gamma = 66^{\circ} 15' - 2^{\circ} 24' = 63^{\circ} 51',$$

аналогично находим

$$A_{AB} = \alpha_{AB} - \gamma = 196^{\circ} 00' - 2^{\circ} 24' = 193^{\circ} 36',$$

$$A_{BC} = \alpha_{BC} - \gamma = 319^{\circ} 30' - 2^{\circ} 24' = 317^{\circ} 06'.$$

Из той же диаграммы видим, что магнитный азимут линии M линии CA меньше истинного на величину склонения магнитной стрелки $\delta=6^{\circ}12'$. В общем виде взаимосвязь азимута и магнитного азимута выражается формулой:

$$A = M + \delta, \Rightarrow M = A - \delta$$

если δ западный – имеет знак минус, если склонение восточное – имеет знак плюс. В нашем примере δ восточное. Следовательно:

$$M_{CA} = A_{CA} - \delta = 63^{\circ} 51' - 6^{\circ} 12' = 57^{\circ} 39';$$

аналогично:

$$M_{AB} = A_{AB} - \delta = 193^{\circ} 36' - 6^{\circ} 12' = 187^{\circ} 24';$$

$$M_{BC} = A_{BC} - \delta = 317^{\circ} 06' - 6^{\circ} 12' = 310^{\circ} 54'.$$

I.3. Определение высоты точки, расположенной между горизонталями.

Требуется определить высоту H_C точки C , расположенной между горизонталями с высотами H_1 и H_2 (рис. I.1 и схема к разъяснению рис. I.3), где $H_1=150$ м, $H_2=152,5$ м (точка C находится между горизонталью 150 м и полугоризонталью 152,5 м, которая на карте показана пунктиром). Через точку C проводят прямую, перпендикулярную горизонталям и по поперечному масштабу измеряют отрезки a и d . Высоту H_C находят по формуле:

$$H_C = H_1 + \Delta h,$$

$$\text{где } \Delta h = \frac{(H_2 - H_1)a}{d}.$$

В нашем примере, для точки C $d=5,1$ мм, $a=1,4$ мм, тогда

$$\Delta h = \frac{(152,5 \text{ м} - 150 \text{ м})1,4 \text{ мм}}{5,1 \text{ мм}} = \frac{3,5 \text{ м}}{5,1} = 0,67 \text{ м},$$

$$H_C = 150 \text{ м} + 0,67 \text{ м} = 150,67 \text{ м}.$$

Точка A расположена между горизонталями $H_1=140$ м и $H_2=145$ м, расстояние между горизонталями $d=3,2$ мм, от горизонтали 140 м до точки A $a=1,2$ мм.

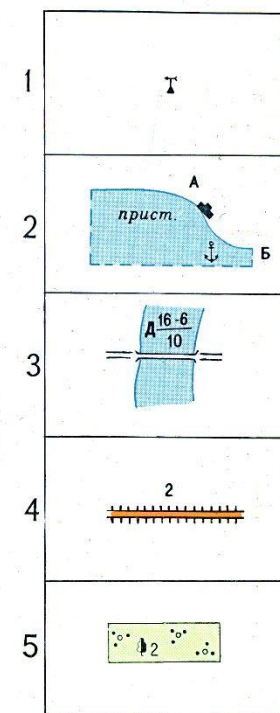


Рис. 1.1.

Тогда имеем

$$\Delta h = \frac{(145 \text{ м} - 140 \text{ м}) 1,4 \text{ мм}}{3,2 \text{ мм}} = 1,88 \text{ м},$$

$$H_A = 140 \text{ м} + 1,88 \text{ м} = 141,88 \text{ м}.$$

Точка В расположена между одноименными полугоризонталями на возвышенности, поэтому её высота берется на пересечении выше горизонтали, т.е.:

$$H_B = 157,5 \text{ м} + \left(\frac{2,5 \text{ м}}{2} \right) = 157,5 \text{ м} + 1,25 \text{ м} = 158,75 \text{ м}.$$

Вычисленные отметки точек занесем в сводную таблицу I.1.

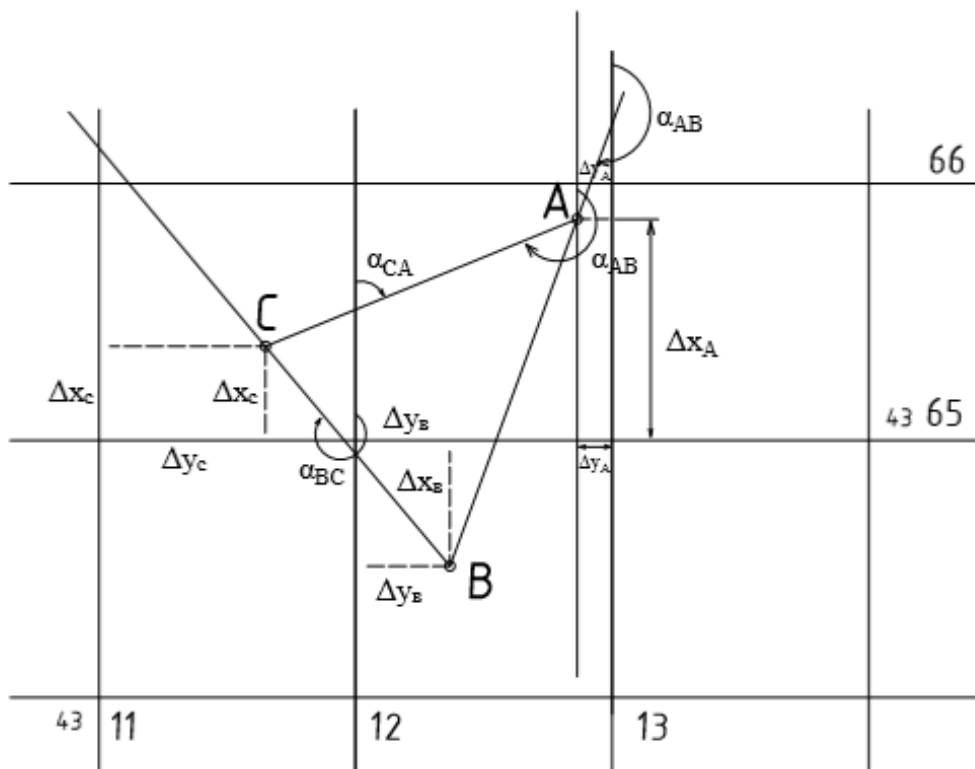


Рис. I.2 Схема к разъяснению, определение координат точек.

Сводная таблица результатов измерений по топографической карте У – 34 – 37 – В – в

Таблица I.1

№ вер ши н	Координаты				Углы ориентирования			Отметки точек Н (м)	Превыш ения между точками (м)
	Прямоугольные (м)		Географические		Дирекцио нный α	Азимут А	Магнитный азимут М		
	Х	У	φ	λ					
С	6065625	4311350	54° 40′ 30″	18° 04′ 46″	66° 15′	63° 51′	57° 39′	150,67	-8,79
А	6065830	4312750	54° 40′ 56″	18° 05′ 47″				141,88	
В	6064500	4312362	54° 40′ 13″	18° 05′ 29″	196° 00′	193° 36′	187° 24′	158,75	+16,87
					319° 30′	317° 06′	310° 54′		-8,08
С									

Примечание: Среднее сближение меридианов: западное – $\gamma_{\text{зап}}=2^{\circ} 24'$, склонение – $\delta_{\text{вос}}=6^{\circ} 12'$. Поправка в дирекционный угол при переходе к магнитному азимуту минус $8^{\circ} 36'$.

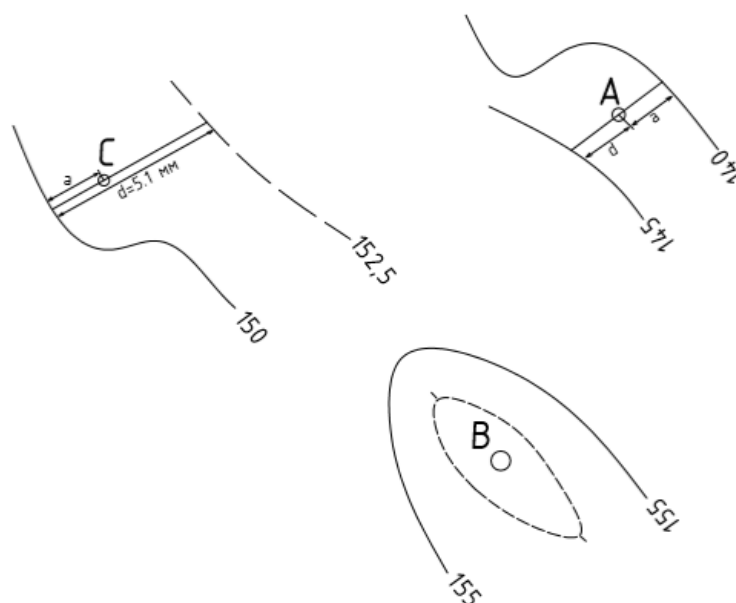


Рис. I.3 К разъяснению определения отметки точки.

I.4. Определение крутизны ската.

Степень понижения или повышения местности, называемую крутизной ската, характеризуют углом наклона ν , который образует линию местности, например AB , с горизонтальной плоскостью (рис. I.4, а). Величину угла наклона определяют по диаграмме заложений, находящейся под южной рамкой карты (рис. I.1), к разъяснению рис. I.4, а и б. По горизонтальной оси диаграммы отсчитаны значения углов наклона, а на перпендикулярах к ней – соответствующие им заложения в масштабе карты. Концы перпендикуляров соединены плавной кривой (гиперболой).

Для определения крутизны ската линии AB местности в раствор циркуля берут заложение aB , одну иглу циркуля перемещают по горизонтальной оси диаграммы заложений до тех пор, пока другая игла не коснется кривой. В данном примере (рис. I.4, а, б) крутизна ската равна $0^\circ 45'$.

Крутизна ската характеризуют также уклоном i , вычисленными по формуле

$$i = \operatorname{tg} \nu = \frac{h_0}{d_0},$$

где h_0 – высота сечения рельефа, d_0 – заложение рельефа на местности.

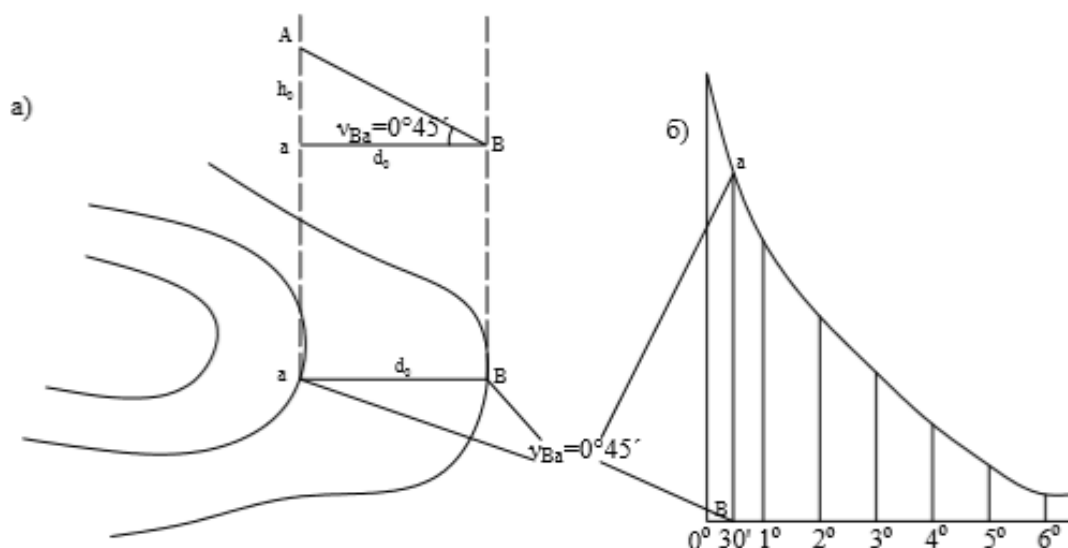


Рис. 1.4. К определению крутизны ската по масштабу заложения.

1.5. Построение профиля местности по заданному направлению.

Пусть на карте масштаба 1:25000 задано направление CA (рис. 1.1), по которому нужно построить профиль. Точки пересечения линии с горизонталями и характерными точками рельефа нумеруют (смотри рис. 1.5). На листе миллиметровой бумаги строят графы расстояний и высот (рис. 1.6).

В графу расстояний переносят с карты точки пересечения и выписывают длины интервалов между ними на местности. Высоты точек записывают в соответствующую графу; в этих точках на линии условного горизонта восстанавливают перпендикуляры и откладывают на них высоты в вертикальном масштабе, в 10 раз крупнее горизонтального (в нашем примере вертикальный масштаб взяли в 25 раз крупнее горизонтального для наглядности профиля). Концы отметок в перпендикулярах соединяют ломаной линией (в некоторых случаях соединяют плавной кривой).

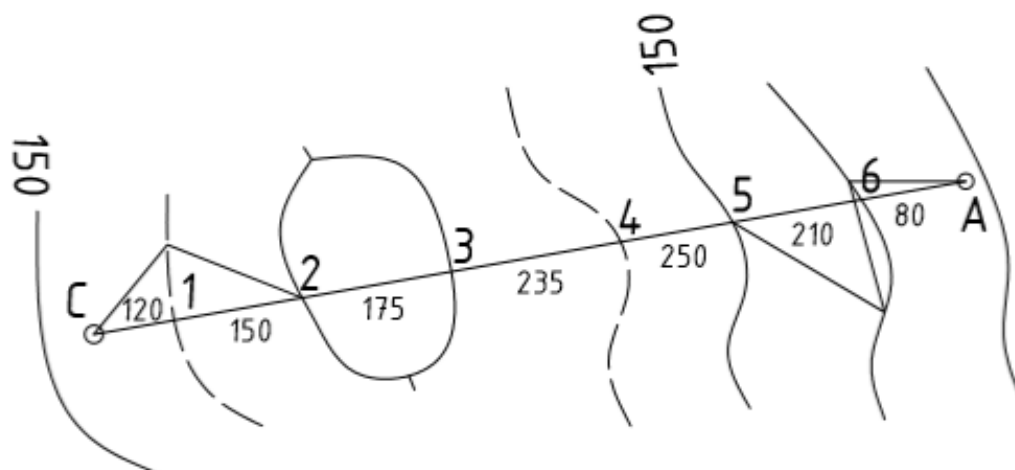


Рис. I.5 Зарисовка направления СА из рисунка I.1.

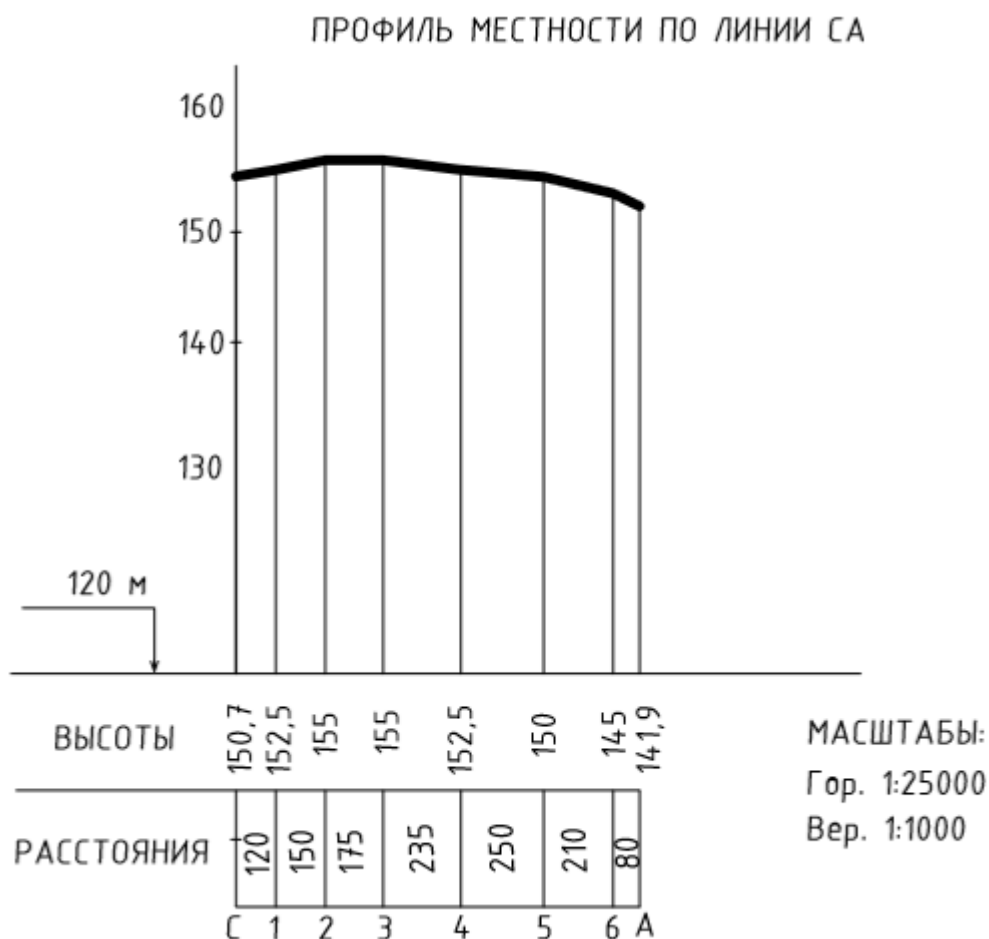


Рис. I.6 . К построению профиля местности

I.6. Проведение на карте линии заданного уклона.

Пусть на топографической карте даны точки С и А (рис. I.5), между которыми нужно провести кратчайшую линию так, чтобы ни один отрезок не

имел уклона больше заданного i или заданного угла наклона γ . Рассчитывают величину заложения a по формуле

$$a = \frac{h}{i} = \frac{h}{\operatorname{tg} \gamma},$$

где h – высота сечения рельефа.

Заложение a в масштабе карты берут в раствор циркуля и из точки C этим раствором засекают на соседней горизонтали точку C_1 ; затем из точки C_1 по рассчитанному заложению в масштабе карты раствором циркуля засекают точку C_2 , до последнего горизонта раствор циркуля остается постоянным; одноименные горизонтали могут соединяться в прямую, так как разность отметок равна нулю; при соединении точек расстояние между горизонталями могут быть больше заложения a , но не меньше, так если расстояние меньше a это означает – i (α) больше требуемого. Если раствор циркуля меньше расстояния между горизонталями, то линию проводят по кратчайшему направлению. Соединив все точки, получают ломаную линию с уклоном (угол наклона), не превышающим заданного.

Пример расчета заложения a для проведения на карте линии заданного уклона (угла наклона) между точками C и A на карте масштаба 1:25000, высота сечения рельефа $h=5$ м. Пусть задан угол наклона $\gamma=1^\circ$ ($i=\operatorname{tg} \gamma$; $\operatorname{tg} 1^\circ=0.017455$).

1. Определим заложение $a_{\text{спг}}$, для соединения точки C с отметкой $H_C=150,67$ м. соединим полугоризонталью $H_{\text{пг}}=152,5$ м:

$$a_{\text{спг}} = \frac{|H_{\text{пг}} - H_C|}{i} = \frac{|152,5 - 150,67|}{0.017455} = 104,84 \text{ м},$$

Раствором циркуля: 104,84 м:250 м = 0,42 см = 4,2 мм.

2. Определим заложение $a_{\text{спг}}$, для соединения полугоризонтالي отметкой $H_{\text{пг}}=152,5$ м с горизонталями $H_\epsilon=155$ м:

$$a_{\text{пгг}} = \frac{|H_\epsilon - H_{\text{пгг}}|}{i} = \frac{|155 - 152,5|}{0,017455} = 143,23 \text{ м}.$$

Раствором циркуля: 143,23 м: 250 м = 0,57 см = 5,7 мм.

3. Определим постоянное заложение между соседними горизонталями:

$$a_{\Gamma} = \frac{h}{i} = \frac{5 \text{ м}}{0,017455} = 286,45 \text{ м},$$

Раствором циркуля: $286,45 \text{ м} : 250 \text{ м} = 1,15 \text{ см} = 11,5 \text{ мм}$.

4. Определим заложение $a_{\Gamma A}$, для соединения точки на последней горизонтали отметкой 145 м, с точкой A отметкой 141,9 м:

$$a_{\Gamma A} = \frac{|H_A - H_{\Gamma}|}{i} = \frac{|141,9 - 145|}{0,017455} = \frac{3,1 \text{ м}}{0,017455} = 177,60 \text{ м}.$$

Раствором циркуля: $177,60 \text{ м} : 250 \text{ м} = 0,71 \text{ см} = 7,1 \text{ мм}$.

На рисунке I.1 показано соединение точек с заданным уклоном $i=0.017455$ ($\gamma=1^\circ$). Номера соединений взяты в круг.

Глава II. ТЕОДОЛИТНАЯ СЪЕМКА

§ 2. Расчетно-графическая работа по теодолитной съемке

Для выполнения расчетно-графической работы задаются вариант ***n***:

1. Измеренные горизонтальные углы и горизонтальные проложения сторон замкнутого и разомкнутого (диагонального) ходов (Приложение II.1).
2. Абрис (Приложение II.2).
3. Исходный дирекционный угол стороны 1-2

$$\alpha_{1-2} = 13^{\circ} \cdot n + m' \quad (\text{II.1})$$

где: *n* – порядковый номер фамилии студента по журналу;

m – количество букв в фамилии студента.

Для студента заочного образования вариант n равно сумме двух последних цифр шифра (если две последние цифры нули, то берется 20 вариант).

Исходный дирекционный угол α_{1-2} берется в соответствии с шифром и фамилиям: число градусов равно двузначному числу, состоящий из двух последних цифр шифра; число минут - сколько букв в фамилии студента. Например: фамилия студента Ким, шифр 181065, для варианта № 1 $\alpha_{1-2} = 65^{\circ}03'$

Задание, представленное к сдаче содержит:

- 1) ведомость вычисления координат опорных точек теодолитных ходов;
 - а) замкнутый ход;
 - б) разомкнутый (диагональный) ход;
- 2) ведомость вычисления площади полигона по координатам вершин теодолитного хода;
- 3) план теодолитной съемки.

РГР включает: ведомость вычисления координат вершин замкнутого и разомкнутого теодолитного ходов; составление и оформление плана

теодолитной съемки участка; вычисление площади участка по координатам вершин теодолитного хода.

Содержание работы: по данным полевых измерений вычисляют координаты вершин теодолитного (замкнутого и разомкнутого) хода; строят и вычерчивают план участка в заданном масштабе (указанный в варианте); определяют площадь участка аналитическим способом.

Порядок выполнения РГР поясним на примере варианта №1.

§ 3. СОСТАВЛЕНИЕ ВЕДОМОСТИ ВЫЧИСЛЕНИЯ КООРДИНАТ ВЕРШИН ЗАМКНУТОГО ТЕОДОЛИТНОГО ХОДА.

1. На 11 (297x210) формате бумаги вычерчивают черной тушью или гелиевой ручкой ведомость вычисления координат опорных точек теодолитного хода (см. стр.79).

2. Графы 1 (номера вершин), 2 (значения измеренных углов β_i), 6 (горизонтальные проложения сторон) и первые строки графы 11 и 12 (координаты вершины №1) ведомости заполняют согласно заданной варианта (приложение П.1).

3. Определяют сумму измеренных углов замкнутого теодолитного хода $\Sigma\beta_{изм}$ и сравнивают ее с теоретической суммой углов, которую находят по формуле

$$\sum \beta_T = 180^\circ (n - 2), \quad (\text{П.2})$$

где n – число углов замкнутого хода.

В нашем примере (вариант №1) $n = 5$.

$$\sum \beta_T = 180^\circ (n - 2) = 180^\circ (5 - 2) = 540^\circ;$$

$$\sum \beta_{изм} = 79^\circ 22' + 132^\circ 48' + 91^\circ 00' + 141^\circ 57' + 94^\circ 55' = 540^\circ 02'.$$

4. Находят угловую невязку

$$f_\beta = \sum \beta_{изм} - \sum \beta_T. \quad (\text{П.3})$$

В нашем примере

$$f_\beta = 540^\circ 02' - 540^\circ 00' = +0^\circ 02'.$$

5. Определяют допустимую угловую невязку по формуле

$$f_{\beta_{дон}} = \pm 1,5' \cdot t \sqrt{n},$$

где t – точность теодолита; n – число углов.

Если $t = \pm 1'$ формула приобретает следующий вид

$$f_{\beta_{дон}} = \pm 1,5' \cdot \sqrt{n}. \quad (\text{II.4})$$

Отсюда допустимая угловая невязка для определяемого замкнутого полигона не должна превышать

$$f_{\beta} \leq \pm 1,5' \cdot \sqrt{5} = \pm 3,4'.$$

Если невязка не превышает допустимую, то ее распределяют с обратным знаком по отдельным углам. Для этого невязка распределяется в виде поправок в измеренные углы:

- а) дробными долями минут, чтобы округлить их до целых минут;
- б) ограниченным более короткими сторонами.

В приводимом примере полученная угловая невязка равна $+0^{\circ}02'$, она допустима т.к.

$$+2' < +3'4.$$

Полученную невязку распределим в углы 3 и 4, т.к. стороны этих углов ограничены более короткими сторонами.

Распределенные поправки записываем в графу 2 вверху горизонтального угла, к которому поправка относится (см. стр. 79).

6. Исправленные углы записывают в графу 3 (см. стр. 79).

Сумма исправленных углов хода должна быть равна теоретической сумме:

$$\sum \beta_{испр} = \sum \beta_T.$$

7. По формуле (II.1) вычисляют исходный дирекционный угол.

Например. Студент группы 4-10-ВК Ким В.Н. в журнале группы имеет порядковый номер 5, т.е. для данного студента $n = 5$ и $m' = 3'$. Тогда исходный дирекционный угол α_{1-2} по формуле (II.1) будет:

$$\alpha_{1-2} = 13^{\circ} \cdot 5 + 3' = 65^{\circ}03'.$$

Исходный дирекционный угол α_{1-2} записываем на первую строку графы 4 между номерами точек 1 и 2 (см. стр. 79).

8. По исправленным углам (графа 3) и заданному дирекционному углу (графа 4) вычисляют дирекционные углы остальных сторон замкнутого теодолитного хода по формуле:

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_n, \quad (\text{II.5})$$

т.е. дирекционный угол последующей линии равен дирекционному углу предыдущей линии плюс 180° и минус внутренний угол β между этими линиями (лежащий вправо по ходу).

В нашем примере дирекционный угол начальной стороны $\alpha_{1-2}=65^\circ03'$. Дирекционный угол стороны 2-3 (α_{2-3}) будет получен следующим образом

$$\alpha_{2-3} = \alpha_{1-2} + 180^\circ - \beta_2,$$

то есть

$$\begin{array}{r} \alpha_{1-2} = + 65^\circ03' \\ \quad \quad \quad \underline{180^\circ00'} \\ \quad \quad \quad - 245^\circ03' \\ \beta_2 = \underline{132^\circ48'} \\ \alpha_{2-3} = 112^\circ15' \end{array}$$

Дирекционный угол стороны 3-4 α_{3-4} будет вычислен по найденному α_{2-3} , а именно:

$$\alpha_{3-4} = \alpha_{2-3} + 180^\circ - \beta_3,$$

то есть

$$\begin{array}{r} \alpha_{2-3} = + 112^\circ15' \\ \quad \quad \quad \underline{180^\circ00'} \\ \quad \quad \quad - 292^\circ15' \\ \beta_3 = \underline{90^\circ59'} \\ \alpha_{3-4} = 201^\circ16' \end{array}$$

Аналогичным образом вычисляем дирекционные углы последующих сторон:

$$\begin{array}{r} \alpha_{3-4} = + 201^\circ16' \\ \quad \quad \quad \underline{180^\circ00'} \\ \quad \quad \quad - 381^\circ16' \\ \beta_4 = \underline{141^\circ55'} \\ \alpha_{4-5} = 239^\circ20'; \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
\alpha_{4-5} = + 239^{\circ}20' \\
\quad \quad \quad \underline{180^{\circ}00'} \\
\quad \quad \quad - 419^{\circ}20' \\
\beta_4 = \underline{\quad 94^{\circ}55'} \\
\alpha_{5-6} = \quad 324^{\circ}25'.
\end{array}$$

Если значение дирекционного угла получится больше 360° , то от него отнимают 360° .

После вычисления дирекционного угла последней стороны необходимо произвести контроль. Для этого по дирекционному углу последней стороны (в нашем примере α_{5-1}) вычислим дирекционный угол начальной стороны по той же формуле

$$\alpha_{1-2} = \alpha_{5-1} + 180^{\circ} - \beta_1$$

то есть

$$\begin{array}{r}
\alpha_{5-1} = + 324^{\circ}25' \\
\quad \quad \quad \underline{180^{\circ}00'} \\
\quad \quad \quad - 504^{\circ}25' \\
\beta_1 = \underline{\quad 79^{\circ}22'} \\
\quad \quad \quad - 425^{\circ}03' \\
\quad \quad \quad \underline{360^{\circ}00'} \\
\alpha_{1-2} = \quad 65^{\circ}03'
\end{array}$$

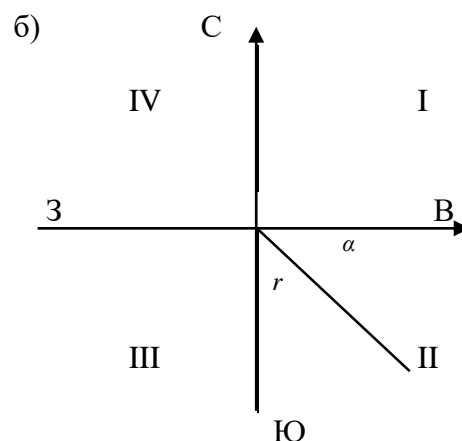
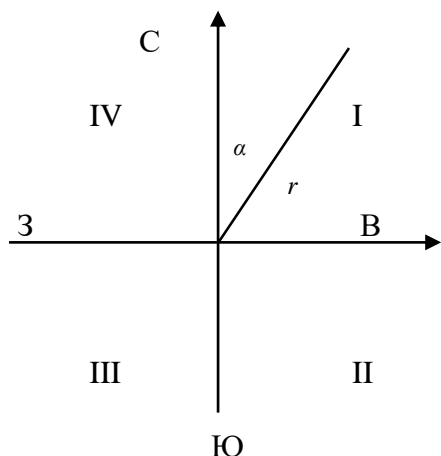
Вычисленные дирекционные углы записывают в графу 4 ведомости вычисления координат.

9. Из найденных дирекционных углов (графа 4) переходят к румбам и записывают в графу 5 ведомости, при этом обязательно перед значением румба сокращенно пишется название румба. Вычисление румбов производят, исходя из того, в какой четверти лежит сторона т.е дирекционный угол, румб которой требуется определить.

При этом могут быть четыре случая:

а) Сторона лежит в первой четверти. Дирекционный угол имеет значения от 0° до 90° . Тогда $r = \alpha$, а название румба будет северо-восток (СВ);

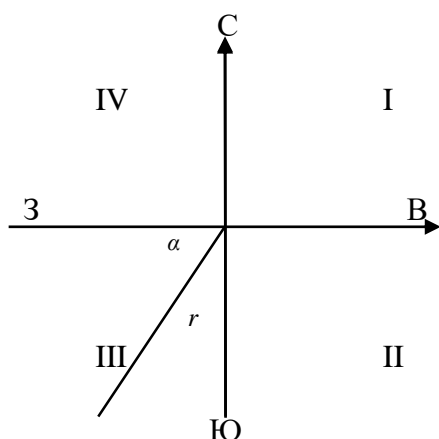
б) Сторона лежит во второй четверти. Дирекционный угол имеет значения от 90° до 180° . Румб определяется по формуле $r = 180 - \alpha$ и будет называться юго-восток (ЮВ);



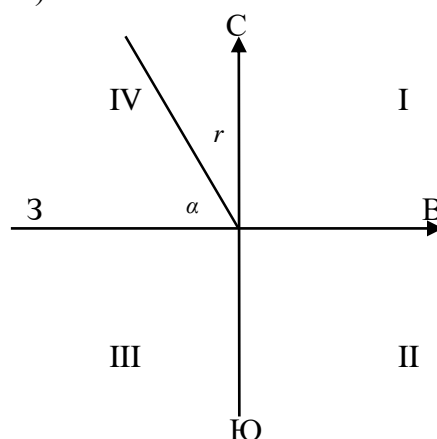
в) Сторона лежит в третьей четверти. Дирекционный угол имеет значения от 180° до 270° . Румб определяется по формуле $r = \alpha - 180^\circ$ и будет называться юго-запад (ЮЗ);

г) Сторона лежит в четвёртой четверти. Дирекционный угол имеет значения от 270° до 360° , в этом случае румб будет северо-западный (СЗ) и определяется по формуле $r = 360^\circ - \alpha$.

в)



г)



В таблице II.I показана зависимость между дирекционными углами и румбами и соответствующие названия последних.

Таблица II.1

Дирекционные углы	0°-90°	90° -180°	180° -270°	270° -360°
Румбы	$r = \alpha$	$r = 180^\circ - \alpha$	$r = \alpha - 180^\circ$	$r = 360^\circ - \alpha$
Название румбов	СВ	ЮВ	ЮЗ	СЗ

В рассматриваемом нами примере румбы определяются следующим образом:

$\alpha_{1-2}=65^\circ 03'$	$r_{1-2} = \alpha_{1-2}$	$r_{1-2}=\text{СВ}: 65^\circ 03'$
$\alpha_{2-3}=112^\circ 15'$	$r_{2-3} = 180^\circ - \alpha_{2-3}$	$r_{2-3}=\text{ЮВ}: 67^\circ 45'$
$\alpha_{3-4}=201^\circ 16'$	$r_{3-4} = \alpha_{3-4} - 180^\circ$	$r_{3-4}=\text{ЮЗ}: 21^\circ 16'$
$\alpha_{4-5}=239^\circ 20'$	$r_{4-5} = \alpha_{3-4} - 180^\circ$	$r_{4-5}=\text{ЮЗ}: 59^\circ 20'$
$\alpha_{5-6}=324^\circ 25'$	$r_{5-1} = 360^\circ - \alpha_{5-1}$	$r_{5-1}=\text{СЗ}: 35^\circ 35'$

10. Суммировав горизонтальные проложения сторон, определяют периметр полигона P . В нашем примере

$$P = 96,09 + 59,94 + 48,51 + 86,01 + 87,49 = 378,04 \text{ м.}$$

Периметр полигона пишется внизу графы (см.стр 79).

11. По румбам и горизонтальным проложениям сторон находят приращения координат по формулам:

$$\Delta x = d \cdot \cos r ; \Delta y = d \cdot \sin r \text{ (или } \Delta x = d \cdot \cos \alpha \Delta y = d \cdot \sin \alpha \text{)}$$

где Δx и Δy – приращения координат; d – горизонтальное положение сторон; r – румб стороны.

Знаки приращений координат зависят от названия румба. Они показаны в таблице II. 2.

Таблица II. 2

Название румба	СВ	ЮВ	ЮЗ	СЗ
Δx	+	-	-	+
Δy	+	+	-	-

При вычислении приращений координат можно пользоваться таблицами для вычисления прямоугольных координат, пятизначными

таблицами натуральных значений тригонометрических функций или микрокалькуляторами, имеющими тригонометрические функции.

а) Вычислим приращения координат, пользуясь калькулятором

$$\Delta x_{1-2} = d_{1-2} \cdot \cos r_{1-2} = 96,09 \cdot \cos 65^{\circ}03' = 96,09 \cdot 0,42183 = +40,5336$$

$$\Delta y_{1-2} = d_{1-2} \cdot \sin r_{1-2} = 96,09 \cdot \sin 65^{\circ}03' = 96,09 \cdot 0,90668 = +87,1229$$

$$\Delta x_{2-3} = d_{2-3} \cdot \cos r_{2-3} = 59,94 \cdot \cos 67^{\circ}45' = 59,94 \cdot 0,37865 = -22,6963$$

$$\Delta y_{2-3} = d_{2-3} \cdot \sin r_{2-3} = 59,94 \cdot \sin 67^{\circ}45' = 59,94 \cdot 0,92554 = +55,4769$$

$$\Delta x_{3-4} = d_{3-4} \cdot \cos r_{3-4} = 48,51 \cdot \cos 21^{\circ}16' = 48,51 \cdot 0,93190 = -45,2065$$

$$\Delta y_{3-4} = d_{3-4} \cdot \sin r_{3-4} = 48,51 \cdot \sin 21^{\circ}16' = 48,51 \cdot 0,36271 = -17,5951$$

$$\Delta x_{4-5} = d_{4-5} \cdot \cos r_{4-5} = 86,01 \cdot \cos 59^{\circ}20' = 86,01 \cdot 0,51004 = -43,8685$$

$$\Delta y_{4-5} = d_{4-5} \cdot \sin r_{4-5} = 86,01 \cdot \sin 59^{\circ}20' = 86,01 \cdot 0,86015 = -73,9815$$

$$\Delta x_{5-1} = d_{5-1} \cdot \cos r_{5-1} = 87,49 \cdot \cos 35^{\circ}35' = 87,49 \cdot 0,81327 = +71,153$$

$$\Delta y_{5-1} = d_{5-1} \cdot \sin r_{5-1} = 87,49 \cdot \sin 35^{\circ}35' = 87,49 \cdot 0,58189 = -50,909.$$

Полученные приращения координат округляются до сотых единиц и записываются в графы 7 и 8 ведомости вычисления координат.

12. Определяют невязки в приращениях координат. Для этого складывают все найденные приращения отдельно по оси x (графа 7) и отдельно по оси y (графа 8).

Внизу каждого столбца (Δx и Δy) подписывают алгебраическую сумму приращения.

В замкнутом ходе теоретическая сумма приращений координат должна быть равна нулю:

$$\sum \Delta x = 0; \quad \sum \Delta y = 0,$$

но из-за неизбежности погрешностей при измерениях расстояний, обычно эти суммы получаются отличными от нуля на некоторую величину, то есть

$$\sum \Delta x = \pm f_x; \quad \sum \Delta y = \pm f_y,$$

где f_x и f_y – невязки в приращениях координат, соответственно, по осям x и y .

В нашем примере:

$$\sum \Delta x = (+40,53 + 71,15) + (-22,70 - 45,21 - 43,87) = +111,68 - 111,78 = -0,10 \text{ м};$$

$$\sum \Delta y = (+87,12 + 55,48) + (-17,60 - 73,98 - 50,91) = +142,60 - 142,49 = 0,11 \text{ м};$$

$$f_x = -0,10 \text{ м};$$

$$f_y = +0,11 \text{ м}.$$

(см. ведомость вычисления координат стр. 79).

13. По формуле

$$f_{a\bar{b}c} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2},$$

определяют абсолютную невязку.

В нашем примере

$$f_{a\bar{b}c} = \sqrt{0,10^2 + 0,11^2} = \sqrt{0,0221} = \pm 0,15 \text{ м}.$$

Точность линейных измерений определяется относительной невязкой, в зависимости от условий измерений расстояния допустимая относительная ошибка может быть $\frac{1}{2000} \div \frac{1}{5000}$. В нашем примере взята 1/1500, то есть

отношением абсолютной невязки к величине периметра $\frac{f_{a\bar{b}c}}{P}$; это отношение

не должно превышать допустимой величины $\frac{1}{1500}$, т.е. $\frac{f_{a\bar{b}c}}{P} \leq \frac{1}{1500}$.

Для нашего примера

$$\frac{0,15}{378,04} = \frac{1}{378,04 : 0,15} = \frac{1}{2520} < \frac{1}{1500}.$$

Указанные расчеты приводятся внизу ведомости вычисления координат. Если невязка недопустима, то вычисления надо повторить, проверив ведомость сначала.

14. Если невязка допустима, то есть $\frac{f_{a\bar{b}c}}{P} \leq \frac{1}{1500}$, то невязки f_x и f_y

распределяют по приращениям координат пропорционально длинам линий с обратным знаком полученной невязки.

Поправка приращений по оси X - $\sigma_{\Delta X_n} = \frac{-f_x}{P} d_n$

Поправка приращений по оси Y - $\sigma_{\Delta Y_n} = \frac{-f_y}{P} d_n$

где P – периметр хода в сотнях метров; d – длина соответствующей стороны хода в сотнях метров.

Полученные поправки записывают над значениями соответствующих вычисленных приращений координат (графы 7 и 8).

После распределения невязки следует произвести контроль. Для этого необходимо сложить все поправки; сумма их должна быть равна распределенной невязке с обратным знаком.

$$\sum \delta_{\Delta x_n} = -f_x; \quad \sum \delta_{\Delta y_n} = -f_y; \quad (\text{II.6})$$

В нашем примере поправки по оси x и y ($P = 378,04$ м $\approx 3,8$ сотни метра)

$$\sigma_{\Delta \tilde{x}_{1-2}} = \frac{+0,10}{3,8} \cdot 1,0 = 0.0263 ;$$

$$\sigma_{\Delta Y_{1-2}} = \frac{-0,11}{3,8} \cdot 1,0 = 0.0289 ;$$

$$\sigma_{\Delta \tilde{x}_{2-3}} = \frac{+0,10}{3,8} \cdot 0,6 = 0.0158 ;$$

$$\sigma_{\Delta Y_{2-3}} = \frac{-0,11}{3,8} \cdot 0,6 = 0.0174 ;$$

$$\sigma_{\Delta \tilde{x}_{3-4}} = \frac{+0,10}{3,8} \cdot 0,5 = 0.0132 ;$$

$$\sigma_{\Delta Y_{3-4}} = \frac{-0,11}{3,8} \cdot 0,5 = 0.0145 ;$$

$$\sigma_{\Delta \tilde{x}_{4-5}} = \frac{+0,10}{3,8} \cdot 0,9 = 0.0237 ;$$

$$\sigma_{\Delta Y_{4-5}} = \frac{-0,11}{3,8} \cdot 0,9 = 0.0261 ;$$

$$\sigma_{\Delta \tilde{x}_{5-1}} = \frac{+0,10}{3,8} \cdot 0,9 = 0.0237 ;$$

$$\sigma_{\Delta Y_{5-1}} = \frac{-0,11}{3,8} \cdot 0,9 = 0.0261 .$$

Примечание. Чтобы сумма поправок по оси y с обратным знаком была равна, то есть $\sum \sigma_{\Delta y} = -f_y$, поправку $\sigma_{\Delta x_{1,2}} = 0,025$ округлим 0,02 и т.д.

$$\sum \sigma_{\Delta y} = -f_y.$$

15. Исправленные приращения определяют по формулам

$$\Delta X_{испр} = \Delta X + \sigma_{\Delta X} ,$$

$$\Delta Y_{испр} = \Delta Y + \sigma_{\Delta Y} ,$$

то есть приращение координат исправляют алгебраическим сложением к вычисленным приращениям соответствующих поправок, после чего

производят контроль. Сумма исправленных приращений координат должна равняться нулю, то есть

$$\sum \Delta X_{испр} = 0; \quad \sum \Delta Y_{испр} = 0.$$

Результаты записывают в графы 9 и 10.

Определим исправленные приращения, для нашего примера:

$$\Delta X_{1-2} = +40,53 + 0,03 = +40,56 \text{ м}$$

$$\Delta X_{2-3} = -22,70 + 0,02 = -22,68 \text{ м}$$

$$\Delta X_{3-4} = -45,21 + 0,01 = -45,20 \text{ м}$$

$$\Delta X_{4-5} = -43,87 + 0,02 = -43,85 \text{ м}$$

$$\Delta X_{5-1} = +71,15 + 0,02 = +71,17 \text{ м}$$

$$\sum \Delta X_{испр} = -0,10 + 0,10 = 40,56 + 71,17 + (-22,68 - 45,20 - 43,85) = 0$$

$$\Delta Y_{1-2} = +87,12 - 0,03 = +87,09$$

$$\Delta Y_{2-3} = +55,48 - 0,02 = +55,46$$

$$\Delta Y_{3-4} = -17,60 - 0,01 = -17,61$$

$$\Delta Y_{4-5} = -73,98 - 0,02 = -74,00$$

$$\Delta Y_{5-1} = -50,91 - 0,03 = -50,94$$

$$\sum \Delta Y_{испр} = -0,11 + 0,11 = 87,12 + 55,48 + (-17,60 - 73,98 - 50,91) = 0$$

Запись результатов см. стр.78.

16. Вычисляют координаты точек.

Координаты вершин теодолитного хода вычисляют следующими формулами

$$X_n = X_{n-1} + \Delta X_n \quad (\text{II.7})$$

$$Y_n = Y_{n-1} + \Delta Y_n$$

где X_n и Y_n – координаты последующей точки;

X_{n-1} и Y_{n-1} – координаты предыдущей точки.

Контролем служат координаты первой точки, полученные по результатам вычислений.

Координаты точки 1 могут быть известны из предыдущих съёмок, а если они отсутствуют теодолитный ход решается в условной системе координат.

В рассматриваемом нами примере координаты точки 1 приняты условные, т.е. $X_1 = +500,00$ м; $Y_1 = +500,00$ м. Определим координаты остальных вершин хода.

$$X_2 = X_1 + \Delta X_{1-2} = +500,00 + 40,56 = +540,56 \text{ м};$$

$$X_3 = X_2 + \Delta X_{2-3} = +540,56 + (-22,68) = +517,88 \text{ м};$$

$$X_4 = X_3 + \Delta X_{3-4} = +517,88 + (-45,20) = +472,68 \text{ м};$$

$$X_5 = X_4 + \Delta X_{4-5} = +472,68 + (-43,85) = +428,83 \text{ м}.$$

$$\text{Контроль } X_1 = X_5 + \Delta X_{5-1} = +428,83 + 71,17 = +500,00 \text{ м}.$$

$$Y_2 = Y_1 + \Delta Y_{1-2} = +500,00 + 87,09 = +587,09 \text{ м};$$

$$Y_3 = Y_2 + \Delta Y_{2-3} = +587,09 + 55,46 = +642,55 \text{ м};$$

$$Y_4 = Y_3 + \Delta Y_{3-4} = +642,55 + (-17,61) = +624,94 \text{ м};$$

$$Y_5 = Y_4 + \Delta Y_{4-5} = +624,94 + (-74,00) = +550,94 \text{ м}.$$

$$\text{Контроль } Y_1 = Y_5 + \Delta Y_{5-1} = +550,94 + (-50,94) = +500,00 \text{ м}.$$

Значение координат записывают в графы 11 и 12. диагональный ход опирается на точки замкнутого полигона, поэтому погрешности вычисления допущенные при вычислении координат замкнутого полигона будут влиять на точность определения координат точек диагонального хода.

§ 4. СОСТАВЛЕНИЕ ВЕДОМОСТИ ВЫЧИСЛЕНИЯ КООРДИНАТ ВЕРШИН РАЗОМКНУТОГО (ДИАГОНАЛЬНОГО) ТЕОДОЛИТНОГО ХОДА.

17. На бумаге формата 11 (297x210) вычерчивают черной тушью или гелевой ручкой ведомость вычисления координат опорных точек теодолитного хода (см. стр.80).

18. Заполняют графы 1, 2 и 6 ведомости координат согласно данных варианта (прил. II.1).

19. Определяют сумму измеренных углов диагонального хода $\sum \beta_{изм}$.

В нашем примере

$$\sum \beta_{изм} = 50^{\circ}04' + 162^{\circ}38' + 52^{\circ}22' = 265^{\circ}04'.$$

В графу 4 записывают дирекционные углы сторон, которые служат исходным α_n и конечным α_k для диагонального хода. Такими углами являются дирекционные углы сторон замкнутого хода, примыкающие начальной (против хода часовой стрелки) и конечной (по ходу часовой стрелки) точками диагонального хода. Для нашего примера:

$$\alpha_n = \alpha_{5-1} = 324^{\circ}25' \quad \text{и} \quad \alpha_k = \alpha_{4-5} = 239^{\circ}20'.$$

21. Теоретическую сумму углов диагонального хода вычисляют по формуле

$$\sum \beta_T = \alpha_n + 180^{\circ}n - \alpha_k. \quad (\text{II.8})$$

В нашем примере эта формула имеет следующий вид:

$$\sum \beta_T = \alpha_{5-1} + 180^{\circ}n - \alpha_{4-5}, \quad (\text{II.9})$$

n – число измеренных углов диагонального хода.

Теоретическая сумма углов диагонального хода для нашего примера будет:

$$\sum \beta_T = 324^{\circ}25' + 180^{\circ} \cdot 3 - 239^{\circ}20' = 625^{\circ}05'$$

или

$$\sum \beta_T = 625^{\circ}05' - 360^{\circ} = 265^{\circ}05'.$$

22. Определяют угловую невязку диагонального хода по формуле

$$f_{\beta} = \sum \beta_{изм} - \sum \beta_T, \quad f_{\beta} = 265^{\circ}04' - 265^{\circ}05' = -0^{\circ}01'$$

23. Полученная угловая невязка в разомкнутом ходе не должна превышать допустимую:

$$f_{\beta_{дон}} = \pm 2t\sqrt{n}, \quad \text{если } t = 1',$$

то

$$f_{\beta_{дон}} = \pm 2'\sqrt{n},$$

$$\text{для нашего примера } n=3, \text{ тогда } f_{\beta_{дон}} = \pm 2'\sqrt{3} = \pm 3,5'.$$

24. В нашем примере $-1' < \pm 3,5'$ по этому по аналогии замкнутого хода (см.п.5) выполняют исправляемые углы.

25. Исправленные углы записывают в графу 3 (см. стр.80). Сумма исправленных углов диагонального хода должна быть равна теоретической сумме

$$\sum \beta_{испр} = \sum \beta_T.$$

В нашем примере:

$$265^{\circ}05' = 265^{\circ}05'.$$

26. По исправленным (графа 3) и начальному дирекционному углам α_{5-1} (графа 4) вычисляют дирекционные углы сторон диагонального хода по формуле (II.8).

В нашем примере

$$\begin{array}{r} \alpha_{5-1} = + 324^{\circ}25' \\ \quad \underline{180^{\circ}00'} \\ \quad - 504^{\circ}25' \\ \beta_1 = \underline{50^{\circ}04'} \\ \quad - 454^{\circ}21' \\ \quad \underline{360^{\circ}00'} \\ \alpha_{1-6} = 94^{\circ}21'; \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \alpha_{1-6} = + 94^{\circ}21' \\ \quad \underline{180^{\circ}00'} \\ \quad - 274^{\circ}21' \\ \beta_6 = \underline{162^{\circ}39'} \\ \alpha_{6-4} = 111^{\circ}42'. \end{array}$$

Контролем является дирекционный угол конечной стороны, полученный в результате вычислений (в нашем примере $\alpha_{4-5} = 239^{\circ}20'$).

$$\begin{array}{r} \alpha_{6-4} = + 111^{\circ}42' \\ \quad \underline{180^{\circ}00'} \\ \quad - 291^{\circ}42' \\ \beta_4 = \underline{52^{\circ}22'} \\ \alpha_{4-5} = 239^{\circ}20' \end{array}$$

Вычисленные дирекционные углы записывают в графу 4 ведомости вычисления координат диагонального хода.

27. Определяют румбы по аналогам замкнутого хода и записывают в графу 5 ведомости (см.п.9).

В нашем примере:

$$\alpha_{1-6} = 94^{\circ}21'; \quad r_{1-6} = 180^{\circ} - 94^{\circ}21' = IOB : 85^{\circ}39';$$

$$\alpha_{6-4} = 111^{\circ}42'; \quad r_{6-4} = 180^{\circ} - 111^{\circ}42' = IOB : 68^{\circ}18'.$$

28. Определяют приращения координат сторон диагонального хода аналогично замкнутому ходу:

$$\Delta X_{1-6} = \alpha_{1-6} \cdot \cos r_{1-6} = 69,73 \cdot \cos 85^{\circ}39' = 69,73 \cdot 0,07585 = 5,28902;$$

$$\Delta X_{6-4} = \alpha_{1-6} \cdot \cos r_{6-4} = 59,61 \cdot \cos 68^{\circ}18' = 59,61 \cdot 0,36975 = 22,0408;$$

$$\Delta Y_{1-6} = \alpha_{1-6} \cdot \sin r_{1-6} = 69,73 \cdot \sin 85^{\circ}39' = 69,73 \cdot 0,99712 = 68,52918;$$

$$\Delta Y_{6-4} = \alpha_{1-6} \cdot \sin r_{6-4} = 59,61 \cdot \sin 68^{\circ}18' = 59,61 \cdot 0,92913 = 55,38544.$$

результаты округлим до сотых:

$$\Delta X_{1-6} = -5,29 м; \quad \Delta X_{6-4} = -22,04 м;$$

$$\Delta Y_{1-6} = +68,53 м; \quad \Delta Y_{6-4} = 55,39 м.$$

Полученные данные записывают в графы 7 и 8 ведомости вычисления координат.

29. Определяют сумму вычисленных приращений координат:

$$\sum \Delta X_{\text{выч}} = \Delta X_{1-6} + \Delta X_{6-4} = -5,29 - 22,04 = -27,33 м;$$

$$\sum \Delta Y_{\text{выч}} = \Delta Y_{1-6} + \Delta Y_{6-4} = +68,53 + 55,39 = +124,92 м.$$

30. Находят теоретическую сумму приращений координат диагонального хода по формулам

$$\sum \Delta X_T = X_K - X_H$$

$$\sum \Delta Y_T = Y_K - Y_H$$

где X_K , Y_K и X_H , Y_H – координаты соответственно конечной и начальной точек диагонального хода. В рассматриваемом примере:

$$X_K = X_4 = +472,68 м; \quad Y_K = Y_4 = +624,94 м;$$

$$X_H = X_1 = +500,00 м; \quad Y_H = Y_1 = +500,00 м.$$

Значения $X_K = X_4$, $Y_K = Y_4$ и $X_H = X_1$, $Y_H = Y_1$ берутся из ведомости вычисления координат замкнутого хода.

Теоретические суммы приращений координат для нашего примера будут:

$$\sum \Delta X_T = X_4 - X_1 = +472,68 - (+500,00) = -27,32м;$$

$$\sum \Delta Y_T = Y_4 - Y_1 = +624,94 - (+500,00) = +124,94м.$$

31. Определяют невязки приращений координат диагонального хода:

$$f_X = \sum \Delta X_{\text{выч}} - \sum \Delta X_T = -27,33 - (-27,32) = -0,01м;$$

$$f_Y = \sum \Delta Y_{\text{выч}} - \sum \Delta Y_T = +124,92 - (+124,94) = 0,02м.$$

32. Определяют абсолютную $f_{\text{абс}}$ и относительную $f_{\text{абс}}/P$ невязки по аналогии замкнутого хода (см. п.13).

В отличие от замкнутого хода, в диагональном ходе допустимая относительная невязка определяется следующим выражением

$$\frac{f_{\text{абс}}}{P} = \frac{1}{P : f_{\text{абс}}} \leq \frac{1}{1000},$$

здесь P – периметр диагонального хода.

В нашем примере

$$f_{\text{абс}} = \sqrt{0,01^2 + 0,02^2} = 0,02м; 4 \quad P = 69,73 + 59,61 = 129,34м;$$

$$\frac{f_{\text{абс}}}{P} = \frac{0,02}{129,34} = \frac{1}{6467} < \frac{1}{1000}.$$

Так как $\frac{1}{6467} < \frac{1}{1000}$ невязка считается допустимой.

Эти расчеты приводятся внизу ведомости координат диагонального хода.

33. Невязки в приращениях координат в виде поправок с обратным знаком распределяют к приращениям координат аналогично невязкам приращений замкнутого хода (см. п.15).

В нашем примере исправленные приращения координат следующие:

$$\Delta X_{1-6} = -5,29 + 0,01 = -5,28м;$$

$$\Delta X_{6-4} = -22,04 + 0,00 = -22,04м;$$

$$\Delta Y_{1-6} = +69,53 + 0,01 = +69,54м;$$

$$\Delta Y_{6-4} = +55,39 + 0,01 = +55,40 \text{ м.}$$

Суммы исправленных приращений координат должны быть равны теоретическим суммам приращений координат диагонального хода:

$$\sum \Delta X_{испр} = \sum \Delta X_T = -27,32 \text{ м;}$$

$$\sum \Delta Y_{испр} = \sum \Delta Y_T = +124,94 \text{ м;}$$

Исправленные приращения координат записывают в графы 9 и 10 (см. стр.80).

34. В графы 11 и 12 записывают координаты начальной точки X_n и Y_n диагонального хода из ведомости координат замкнутого хода (в нашем примере это $X_n = + 500,00$ м и $Y_n = + 500,00$ м).

35. Координаты остальных точек диагонального хода определяют путем вычислений, аналогичным замкнутому ходу (см. п.17).

В нашем примере

$$X_1 = +500,00 \text{ м;}$$

$$X_6 = X_1 + \Delta X_{1-6} = +500,00 + (-5,28) = +494,72 \text{ м;}$$

$$X_4 = X_6 + \Delta X_{6-4} = +494,72 + (-22,04) = +472,68 \text{ м;}$$

$$Y_1 = +500,00 \text{ м;}$$

$$Y_6 = Y_1 + \Delta Y_{1-6} = +500,00 + 69,54 = +569,54 \text{ м;}$$

$$Y_4 = Y_6 + \Delta Y_{6-4} = +569,54 + 55,40 = +624,94 \text{ м.}$$

Контролем вычисления диагонального хода служат полученные в результате вычислений координаты конечной точки хода, которые сверяются с значением координат этой точки, полученным в замкнутом ходе (в нашем примере это координаты точки 4).

Полученные значения координат записывают в графы 11 и 12 ведомости вычисления координат диагонального хода.

§ 5. АНАЛИТИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОЩАДИ ПОЛИГОНА

(Вычисление площади полигона по координатам его вершин)

Площадь полигона вычисляется по координатам его вершин по формуле:

$$S = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^n Y_k (X_{k-1} - X_{k+1}), \quad (\text{II.10})$$

или

$$S = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^n X_k (Y_{k+1} - Y_{k-1}), \quad (\text{II.11})$$

т.е. удвоенная площадь полигона равна сумме произведений каждой ординаты на разность абсцисс предыдущей и последующей точек или удвоенная площадь полигона равна сумме произведений каждой абсциссы на разность ординат последующей и предыдущей точек.

Результаты вычислений по формулам (II.10) и (II.11) взаимно контролируются.

36. На бумаге формата 11 (297x210) вычерчивают черной тушью или гелиевой ручкой ведомость вычисления площади полигона (см. стр.81).

37. В графе 1 записывают номера вершин замкнутого теодолитного хода.

38. Из графы 11 и 12 ведомости вычисления координат замкнутого хода выписывают координаты вершин хода в графы 2 и 3 ведомости вычисления площади полигона по координатам его вершин.

39. Определяют разности абсцисс и ординат

$$X_{k-1} - X_{k+1} \quad (k = \overline{1, n});$$

$$Y_{k+1} - Y_{k-1}.$$

В нашем примере $k = 1, 2, 3, 4, 5$.

$$X_5 - X_2 = +428,83 - 540,46 = -111,63 \text{ м};$$

$$X_1 - X_3 = +500,00 - 517,88 = -17,88 \text{ м};$$

$$X_2 - X_4 = +540,46 - 472,68 = +67,78 \text{ м};$$

$$X_3 - X_5 = +517,88 - 428,83 = +89,05 \text{ м};$$

$$X_4 - X_1 = +472,68 - 500,00 = -27,32 \text{ м};$$

$$Y_2 - Y_5 = +587,09 - 550,94 = +36,15 \text{ м};$$

$$Y_3 - Y_1 = +642,55 - 500,00 = +142,55 \text{ м};$$

$$Y_4 - Y_2 = +624,94 - 587,09 = +37,85 \text{ м};$$

$$Y_5 - Y_3 = +550,94 - 642,55 = -91,61 \text{ м};$$

$$Y_1 - Y_4 = +500,00 - 624,94 = -124,94 \text{ м}.$$

Разности координат записывают в графы 4 и 5 ведомости.

Контроль: суммы разностей координат равны нулю.

40. Вычисляют произведения ординат с разностью абсцисс и абсцисс с разностью ординат,

т.е.

$$Y_k (X_{k-1} - X_{k+1});$$

$$X_k (Y_{k+1} - Y_{k-1}).$$

В нашем примере:

$$Y_1 (X_5 - X_2) = 500,00 \cdot (-111,63) = -55815 \text{ м}^2;$$

$$Y_2 (X_1 - X_3) = 587,09 \cdot (-17,88) = -10497,169 \text{ м}^2;$$

$$Y_3 (X_2 - X_4) = 642,55 \cdot 67,78 = +43552,039 \text{ м}^2;$$

$$Y_4 (X_3 - X_5) = 624,94 \cdot 89,05 = +55650,907 \text{ м}^2;$$

$$Y_5 (X_4 - X_1) = 550,94 \cdot (-27,32) = -15051,680 \text{ м}^2.$$

$$X_1 (Y_2 - Y_5) = 500,00 \cdot 36,15 = +18075 \text{ м}^2;$$

$$X_2 (Y_3 - Y_1) = 540,46 \cdot 142,55 = +77042,573 \text{ м}^2;$$

$$X_3 (Y_4 - Y_2) = 517,88 \cdot 37,85 = +19601,758 \text{ м}^2;$$

$$X_4 (Y_5 - Y_3) = 472,68 \cdot (-91,61) = -43302,214 \text{ м}^2;$$

$$X_5 (Y_1 - Y_4) = 428,83 \cdot (-124,94) = -53578,020 \text{ м}^2;$$

Полученные результаты записывают в графы 6 и 7 ведомости и их суммируют. Результаты произведения округляют до десятых (0,1м).

Контроль. Сумма произведений ординат с разностью абсцисс равна сумме произведений абсцисс с разностью ординат.

В результате суммирования значений графы 7 и 8 получают удвоенную площадь полигона.

В нашем примере $2S = 17839,1 \text{ м}^2$,

$$S = \frac{17839,1}{2} = 8919,6 \text{ м}^2.$$

В гектарах $S = 0,892 \text{ га}$.

Полученные результаты записывают внизу ведомости.

Примечание. Необходимо внимательно проверить правильность записанных координат (графы 2 и 3), так как неправильные записи координат не выявляются контролем в графах 4 и 5, 6 и 7.

Перед вычислением значения координат можно округлить до 0,1 м.

§ 6. СОСТАВЛЕНИЕ ПЛАНА ТЕОДОЛИТНОЙ СЪЕМКИ

41. Построение координатной сетки.

На чертежной бумаге формата 24 (594x841) вычерчивают квадрат размером 50x50 см и в нем сетку квадратов со сторонами 10x10 см. Для этого используют линейку Дробышева или другие способы разбивки сетки квадратов, которые подробно описаны в учебниках и практических пособиях по инженерной геодезии.

На рис.П.1 и рис.П.2 показаны линейка Дробышева и последовательность построения сетки квадратов с ее помощью.

После построения сетки квадратов выбирают оси условной системы координат. Крайняя левая вертикальная линия сетки принимается за ось X, а нижняя горизонтальная – за ось Y, точка их пересечения – за начало координат.

За начало координат по осям X и Y принимают X_{\min} и Y_{\min} , округленный до целого значения (50 или 100 метров при масштабе 1:1000), при этом стремятся к тому, чтобы полигон разместился приблизительно в середине координатной сетки.

В нашем примере $X_{\min} = 478,83$ м и $Y_{\min} = 500,00$ м. чтобы полигон расположился на середине сетки квадратов за начало координат примем следующие значения абсциссы и ординаты

$$X_{\text{нач}} = +350 \text{ м.}$$

$$Y_{\text{нач}} = +450 \text{ м.}$$

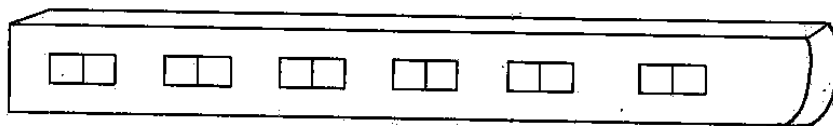


Рис. II.1. Линейка Дробышева.

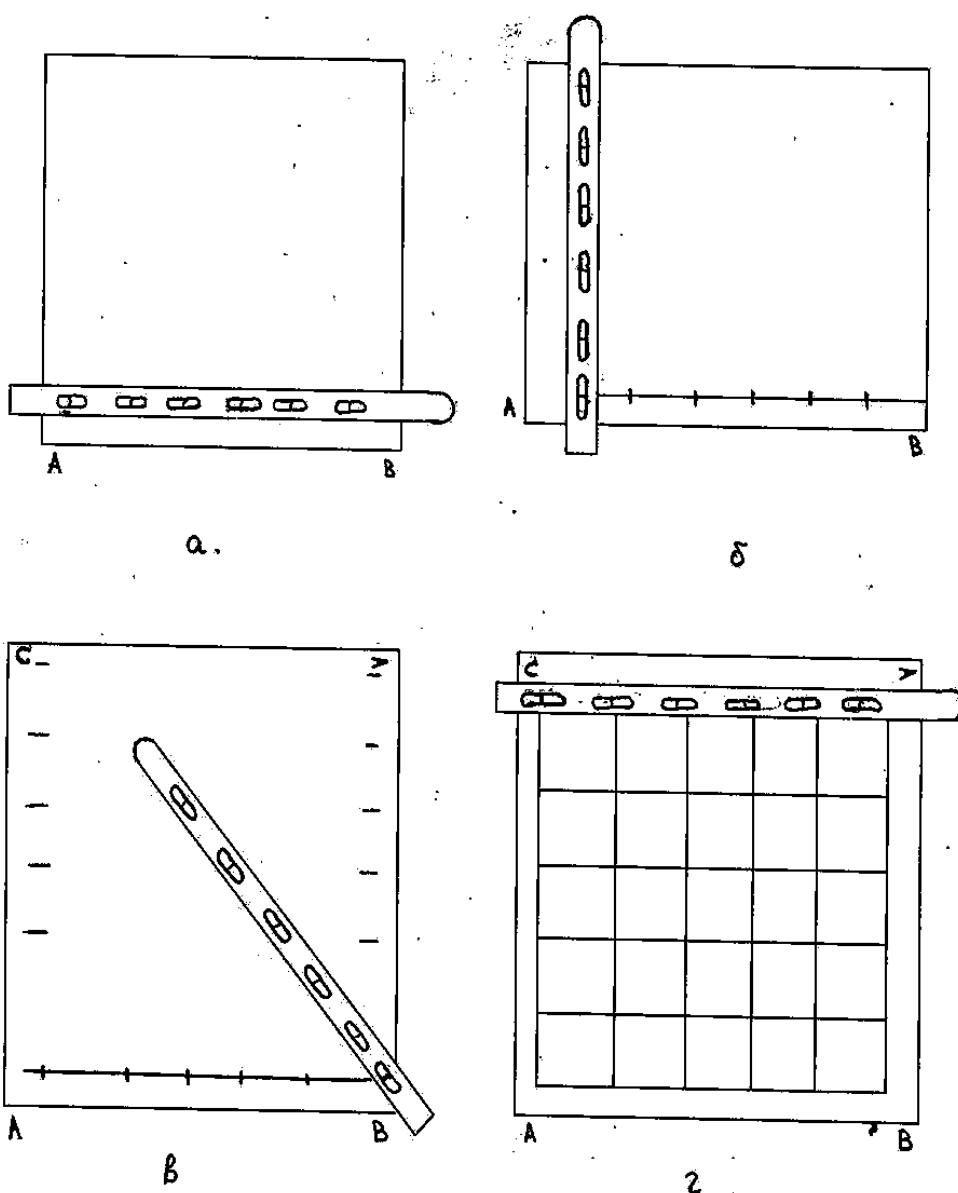


Рис. II.2. Построение сетки с помощью линейки Дробышева

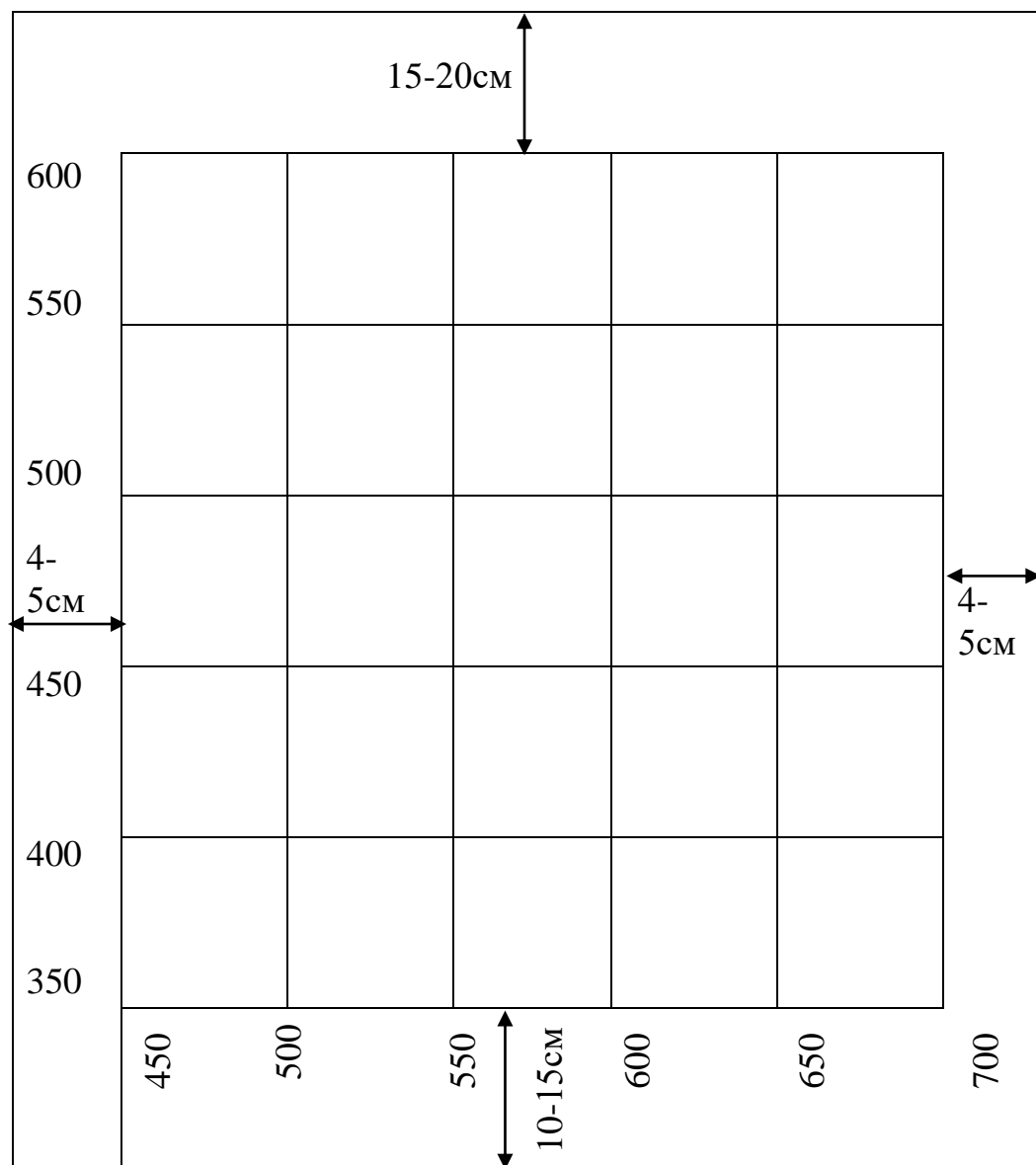


Рис. II.3. Координатная сетка

При составлении плана в масштабе 1:500 стороны квадрата соответствуют 50 м на местности, а для масштаба 1:1000 – 100 м. Учитывая это, подписывают соответствующие координаты по осям X и Y.

Координатная сетка, с подписанными для рассматриваемого примера значениями абсцисс и ординат, показана на рис. II.3.

42. Нанесение на план вершин полигона по их координатам. Координаты точек полигона берутся из ведомости вычисления координат теодолитных ходов.

Точка 1 ($X_1=500,00$, $Y_1=500,00$) лежит на пересечении координатных линий, ее накальваем и обводим кружочком диаметром 2 мм.

Точка 2 ($X_2=540,46$; $Y_2=587,09$) находится по оси X выше горизонтальной линии, отмеченной $+500,00$ на $40,46$ м, а по оси Y – правее вертикальной линии, отмеченной $+550,00$ на $37,09$ м. Для получения точки 2 от точки пересечения сетки с координатами $X=500,00$ и $Y=550,00$ откладываем с помощью циркуля-измерителя и масштабной линейки, расстояния $40,46$ м и $37,09$ м, соответственно вверх и вправо. Построив на этих точках перпендикуляры, находим положение точки 2 на их пересечении и отметим подобно выше описанным. Точки 1 и 2 соединяются тонкой прямой линией.

Положение точек 1 и 2 контролируется горизонтальным проложением линии 1-2. Для этого из ведомости вычисления координат теодолитного хода в раствор измерителя берется горизонтальное проложение линии 1-2 ($96,09$ м) по масштабной линейке и сверяется с расстоянием между точками 1 и 2 на плане. Расхождение не должно превышать $0,2$ мм.

Аналогичным образом наносятся и контролируются остальные точки полигона.

43. Нанесение ситуации и контуров участка.

После нанесения точек теодолитных ходов на план наносятся ситуация и контуры участка по данным абриса (прил. II. 2). При этом, в зависимости от способа съемки контуров, для нанесения ситуации на плане пользуются транспортиром, циркулем-измерителем и масштабной линейкой.

а) Способ прямоугольных координат (способ перпендикуляров).

Способом перпендикуляров в нашем примере (абрис 1) произведена съемка вершин одноэтажного здания, столба линии электропередачи (ЛЭП), расположенного вблизи точки 5.

Одноэтажное здание расположено против стороны 1-6 диагонального хода. Эта сторона принята за ось абсцисс, а точка 1 за начало координат. Лентой (рулеткой) от точки 1 по направлению к точке 6 измерены отрезки $16,9$ м и $26,4$ м, которые являются основанием перпендикуляров. (Во всех

абрисах, где применен способ перпендикуляров при съемке ситуации основания цифр, указывающая длину отрезка, показывает, какая точка принята за начало координат, т.е. относительно какой точки произведено измерение длины отрезка). Из этих точек, опустив перпендикуляры 5,5 и 3,5 (ординаты), определены положения углов здания.

Для полной съемки здания измерены его боковые стороны, равные 6 м и перпендикулярные той стороне здания, которая была снята способом перпендикуляров относительно линии 1-6.

Для съемки столба ЛЭП от точки 1 в направлении точки 5 измерено расстояние (47,0 м) до основания перпендикуляра, а также длина самого перпендикуляра (5,4 м).

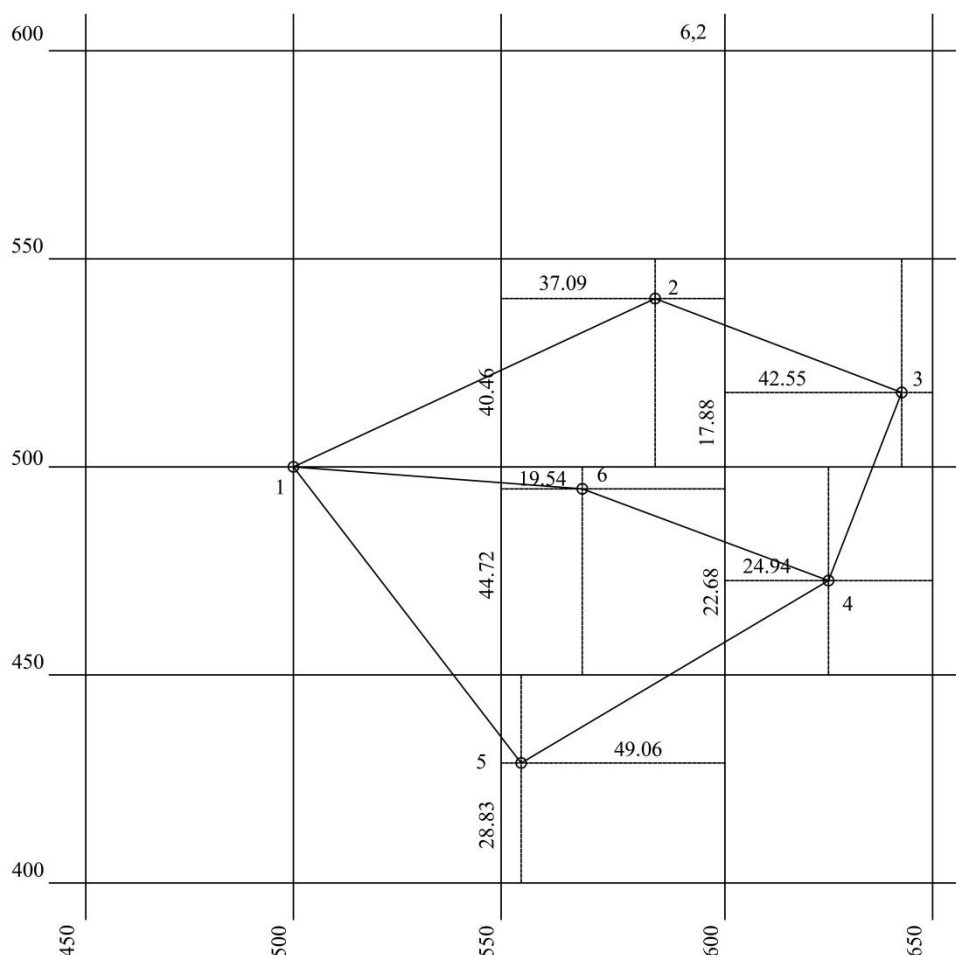


Рис. II.4 Нанесение на план точек по координатам

Эти подробности наносят на план в такой же последовательности, в какой была выполнена съемка. Для этого сначала на линии 1-6 от точки 1 к

точке 6 откладываем расстояния 16,9 и 26,4 м до основания перпендикуляров (в данном масштабе) с помощью циркуля-измерителя и масштабной линейки. Затем на построенных в этих точках перпендикулярах откладываем их размеры 5,5 м и 3,5 м. Полученные точки соединяют линейкой и получают одну из сторон здания. Построив от концов этой стороны перпендикуляры длиной 6 м, получают две боковые стороны. Соединив концы боковых сторон получают полное плановое положение столба ЛЭП на плане.

б) Способ биполярных координат.

1) Способ линейных засечек. Способ линейных засечек применен при съемке столба ЛЭП, расположенного вблизи одноэтажного здания. Для получения планового положения столба от углов здания измерены две стороны треугольника 8,9 м и 5,8 м (одной стороной треугольника является стена здания γ , которая служит базисом). Чтобы нанести его на план в раствор циркуля берутся стороны треугольника длиной 8,9 м и 5,8 м (в масштабе плана) и делают насечки от концов базиса, в результате чего получают плановое положение второго столба ЛЭП.

2) Способ угловых засечек. Этим способом снят колодец, плановое положение которого зафиксирована измерением углов в точках 6 и 4 $1-6-K = 285^{\circ}30$ и $5-4-K = 29^{\circ}15$.

На плане положение колодца определяется пересечением двух линий (6-K) и (4-K), построенных транспортиром по измеренным углам в точках 6 и 4.

3) Способ створов. Этот способ применяется при съемке точек, расположенных в створе опорных линий (сторон теодолитного хода), либо створов линий, опирающихся на стороны теодолитных ходов.

Этим способом в нашем примере (абрис 1), определено плановое положение пешеходной тропы, для чего точка ее пересечения со стороной 1-2 зафиксирована измерением расстояния 35,61 м от точки 1, а конец тропы откладываем от угла здания отрезка длиной 5,0 м. Таким же способом выполнена съемка одной из точек контура хлопкового поля, которое

пересекает сторону теодолитного хода 6-4 на расстоянии 31,2 м. Нанесение этих точек на план выполняется при помощи циркуля-измерителя и масштабной линейки.

В процессе нанесения точек на план каждую последующую точку данного контура соединяют прямой линией (сплошной или пунктирной в соответствии с условными знаками) с предыдущей, согласно абриса.

При построении контуров местности все вспомогательные построения выполняются тонкими карандашными линиями, которые после окончательного оформления плана тушью, стираются. Значения углов и расстояний, приведенные в абрисе, на план не наносят.

Оформление плана

Перед оформлением плана производится проверка правильности построения контуров местности. После этого карандашом наносятся условные знаки с соблюдением их размеров и начертания согласно действующим «Условным знакам для планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500».

В данном учебном пособии во всех абрисах под названием снятых углов и объектов местности указан номер условного знака соответствующий по номеру (условный знак хлопчатника показан в конце учебного пособия).

Все линии на плане вычерчиваются толщиной 0,15 мм. Исключение составляют линии, толщина которых предусмотрена «Условными знаками».

Сетка квадратов не вычерчивается полностью: обозначаются лишь крестиками 6х6 зеленой тушью их вершины.

Против линий полигона в виде дроби черной тушью в числителе подписывают румбы, а горизонтальные проложения в знаменателе. Черта дроби должна быть параллельна оси ординат и находится на расстоянии примерно 1 см от линии.

Подписывают координатную сетку черной тушью.

Толщина внешней рамки плана 1,2 мм, внутренней – 0,15 мм. Расстояние между внешней и внутренней рамками 12,8 мм. Рамки плана оформляются черной тушью. Снятые уголья и объекты местности в плане оформляют соответствующими красками и тушью, соблюдая требования «Условных знаков».

В верхней части листа шрифтом (прописными буквами высотой 7 мм) надписывают «план теодолитной съемки».

Внизу посередине указывают масштаб плана, справа, фамилию составителя плана, а слева – фамилию руководителя РГР.

Все надписи в плане (кроме названия плана) должны соответствовать шрифтам, указанным в книге «Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500» изд. Недра, М., 1973».

Представление об оформлении плана теодолитной съемки дает рис.П. 8 (прил.П. 3).

Перед сдачей РГР все материалы следует подшивать в указанной последовательности:

- титульный лист (образец стр. 78);
- абрис (выполняется на листе бумаги формата 2 в карандаше);
- ведомость вычисления координат опорных точек замкнутого теодолитного хода;
- ведомость вычисления координат опорных точек разомкнутого (диагонального) теодолитного хода);
- ведомость вычисления площади полигона по координатам его вершин;
- план теодолитной съемки.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Варианты расчетно–графической работы по теодолитной съемке

Исходные данные

Дирекционный угол линии 1-2

$$\alpha_{1-2} = 13^{\circ} \cdot n + m',$$

где: n – порядковый номер фамилии студента по журналу; (также номер варианта, которую должен выполнить студент). М – количество букв в фамилии студента.

Координаты вершины №1 $X_1 = + 500,00$ м ; $Y_1 = + 500,00$ м.

Замкнутый ход					Диагональный ход			
№ варианта	№ абриса	№ вершины	Измеренные углы βi	Горизонтальные проложения сторон (м)	№ вершины	Измеренные углы βi	Дирекционный угол	Горизонтальные проложения сторон (м)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	I	1	79°22′	96,09	5		α ₅₋₁	
		2	132°48′	59,94	1	50°04′		69,13
		3	91°00′	48,51	6	162°38′		39,61
		4	141°57′	86,01	4	92°82′	α ₄₋₅	
		5	94°55′	87,49	5			
		1						
II	II	1	122°00′	80,17	1		α ₁₋₂	
		2	51°31′	69,38	2	24°30′		90,65
		3	200°36′	81,60	6	181°18′		110,63
		4	47°56′	90,57	5	32°11′	α ₅₋₁	
		5	117°55′	63,16	1			
		1						
III	III	1	94°05′	88,17	1		α ₁₋₂	
		2	143°07′	86,41	2	49°59′		90,65
		3	44°22′	59,16	6	197°39′		110,63
		4	217°53′	157,72	5	18°18′	α ₅₋₁	
		5	40°35′	172,25	1			
		1						

Продолжение приложения II. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
IV	IV	1	97°24′	80,45	1	64°15′	α ₁₋₂	63,47
		2	125°04′		2			
		3	105°49′	75,29	6	210°13′	83,86	
		4	97°55′		4	54°18′		
		5	113°50′	84,24	5	α ₄₋₅		
		1						
V	V	1	69°57′	100,46	1		α ₁₋₂	
		2	137°25′		2			
		3	112°37′	83,24	6	177°53′	68,70	
		4	142°34′		5	32°26′		
		5	77°25′	83,17	1		α ₅₋₁	
		1						
				187,68				
VI	VI	1	85°29′	132,25	1		α ₁₋₂	
		2	90°40′		2			
		3	68°38′	155,60	6	238°24′	90,95	
		4	245°36′		4	125°50′		
		5	49°39′	84,50	5		α ₄₋₅	
		1						
				193,44				
VII	VII	1	62°07′	91,15	1		α ₁₋₂	
		2	109°48′		2			
		3	56°28′	96,08	5	164°40′	45,55	
		4	131°35′		4	74°04′		
		1		89,72	4	74°04′	α ₄₋₁	
								1
				78,15				
VIII	VIII	1	86°21′	88,50	1		α ₁₋₂	
M 1:1000		2	97°26′		2			
		3	62°50′	177,86	5	185°11′	74,94	
		4	113°24′		108,96	4		30°56′
		1				139,73	4	30°56′
				1			α ₄₋₁	

Продолжение приложения П.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
IX	IX	1	109°26′	101,65	1		α_{1-2}	
		2	74°21′		2	45°00′		
		3	75°42′	169,85	5	166°05′		87,63
		4	100°33′	109,00	4	39°31′		91,30
		1		115,70	1		α_{4-1}	
X	X	1	89°59′	90,03	1		α_{1-2}	
		2	103°15′		2	65°01′		90,78
		3	67°41′	187,70	5	171°44′		94,60
		4	99°03′	134,76	4	33°13′		
		1		161,40	1		α_{4-1}	
XI	XI	1	140°57′	121,25	1		α_{1-2}	
		2	72°59′		2	32°38′		127,71
		3	110°34′	139,04	7	220°20′		72,86
		4	249°56′	88,37	4	180°31′		
		5	43°47′	120,72	5		α_{4-5}	
		6	101°45′	174,88				
		1		157,08				
XII	XII	1	112°57′	84,92	1		α_{1-2}	
		2	102°26′		2	57°28′		87,50
		3	129°38′	88,10	7	187°37′		84,22
		4	124°35′	84,95	5	49°32′		
		5	117°55′	49,46	6		α_{5-6}	
		6	132°26′	82,38				
		1		81,81				

1	2	3	4	5	6	7	8	9
XIII	XIII	1	90°55′	57,41	2		α_{2-3}	
		2	98°14′	90,66	3	62°10′		41,69
		3	131°25′	68,18	7	188°52′		32,91
		4	118°21′	78,20	6	99°48′	α_{6-1}	
		5	60°45′	74,28	1			
		6	220°18′	69,60				
		1						
XIV	XIV	1	152°21′	60,84	1		α_{1-2}	
		2	104°28′	28,78	2	36°13′		71,71
		3	116°37′	89,49	7	183°04′		62,64
		4	133°06′	46,29	5	63°58′	α_{5-6}	
		5	109°04′	53,24	6			
		6	104°26′	65,06				
		1						
XV	XV	1	84°51′	69,93	1		α_{1-2}	
		2	144°43′	69,38	2	72°02′		48,05
		3	82°42′	41,19	7	146°53′		61,09
		4	218°15′	41,46	6	56°15′	α_{6-1}	
		5	76°50′	92,17	1			
		6	112°42′	84,43				
		1						
XVI	XVI	1	83°14′	62,05	1		α_{1-2}	
		2	109°01′	56,48	2	59°52′		44,20
		3	101°47′	80,61	5	183°13′		63,39
		4	65°56′	95,35	4	33°39′	α_{4-1}	
		1			1			

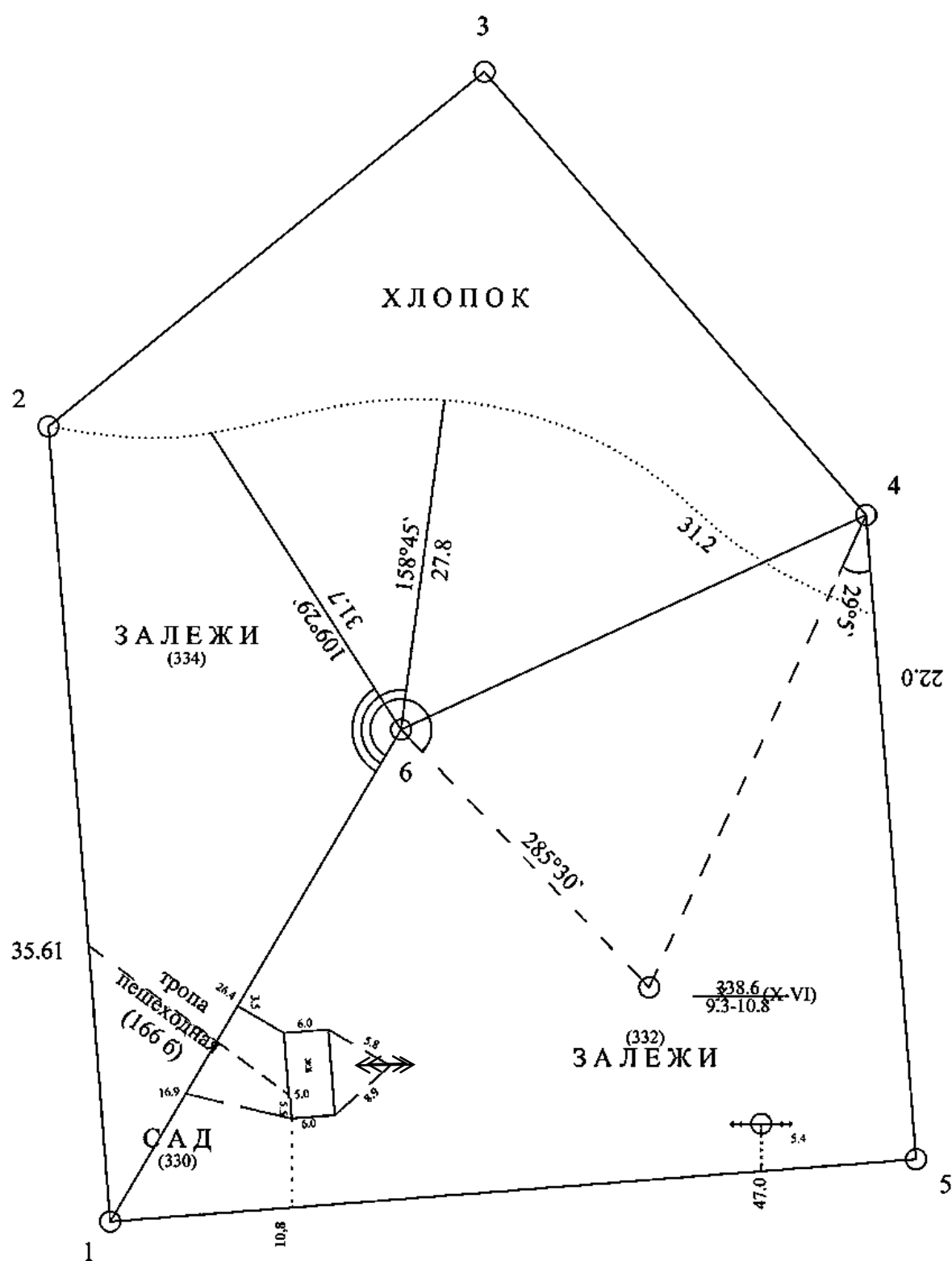
Продолжение приложения П. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
XVII	XVII	1	120°23′	49,62	1		α_{1-2}	
M 1:500		2	128°13′	71,09	2	61°42′		55,61
		3	83°10′	97,88	6	195°29′		59,37
		4	105°01′	64,44	4	59°14′	α_{4-5}	
		5	103°11′	72,38	5			
		1						
XVIII	XVIII	1	78°57′	104,52	1		α_{1-2}	
M 1:1000		2	138°46′	147,73	2	75°52′		90,95
		3	76°28′	99,66	7	165°31′		100,16
		4	232°08′	58,99	6	39°38′	α_{6-1}	
		5	71°53′	103,50	1			
		6	121°45′	179,40				
		1						
XIX	XIX	1	86°48′	47,54	1		α_{1-2}	
M 1:500		2	89°42′	44,96	2	58°59′		40,19
		3	290°45′	23,23	8	143°22′		26,66
		4	115°51′	40,31	7	70°50′	α_{7-1}	
		5	91°09′	52,38	1			
		6	88°24′	84,30				
		7	137°24′	44,68				
		1						
XX	XX	1	84°52′	79,82	1		α_{1-2}	
M 1:500		2	126°50′	53,36	2	58°52′		58,24
		3	104°23′	52,01	7	168°16′		60,53
		4	215°39′	68,13	6	48°00′	α_{6-1}	
		5	52°38′	88,04	1			
		6	135°37′	94,60				
		1						

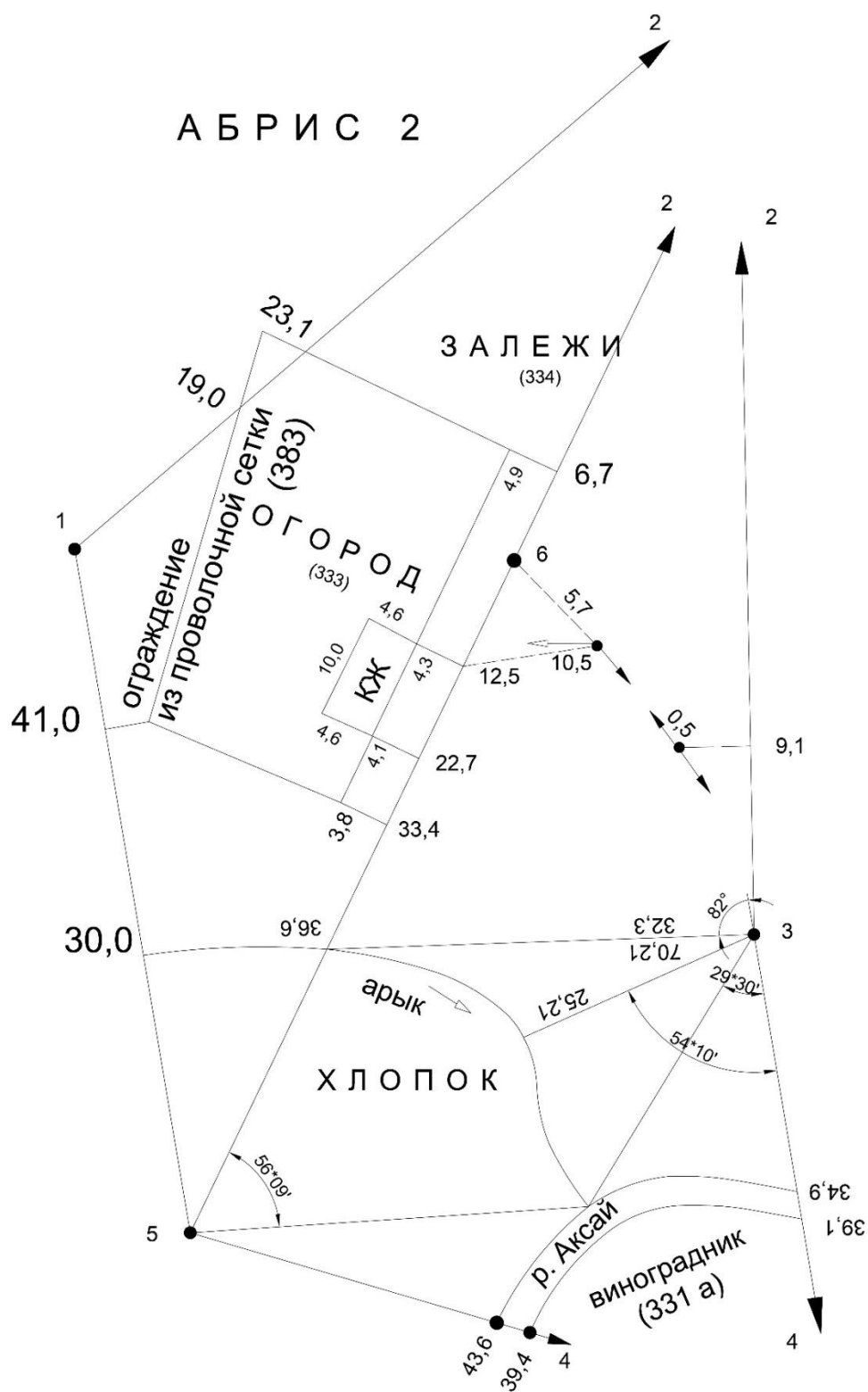
1	2	3	4	5	6	7	8	9
XXI	XXI	1	82°58,5′	87,22	5		α_{5-1}	
M 1:1000		2	154°47′	98,44	1	48°00′		97,10
		3	67°45′	159,97	6	112°07,5′		96,70
		4	79°48′	92,16	4	45°11,5′	α_{4-5}	
		5	154°42,5′	72,61	5			
		1						
XXII	XXII	1	91°00′	48,51	3		α_{3-4}	
M 1:500		2	141°57′	86,01	4	50°04′		69,73
		3	94°55′	87,49	6	162°38′		59,61
		4	79°22′	96,09	2	52°22′	α_{2-3}	
		5	132°48′	59,94	3			
		1						
XXIII	XXIII	1	200°36′	81,60	4		α_{4-5}	
M 1:500		2	47°56′	90,57	5	24°30′		54,73
		3	117°55′	63,16	6	181°18′		70,92
		4	122°00′	80,17	3	32°11′	α_{3-4}	
		5	51°31′	69,38	4			
		1						
XXIV	XXIV	1	44°22′	59,16	4		α_{4-5}	
M 1:1000		2	217°53′	157,72	5	49°59′		90,65
		3	40°35′	172,25	6	197°39′		110,63
		4	94°05′	88,17	3	18°18′	α_{3-4}	
		5	143°07′	86,41	4			
		1						

Примечание: углы β_i расположены вправо по ходу часовой стрелки

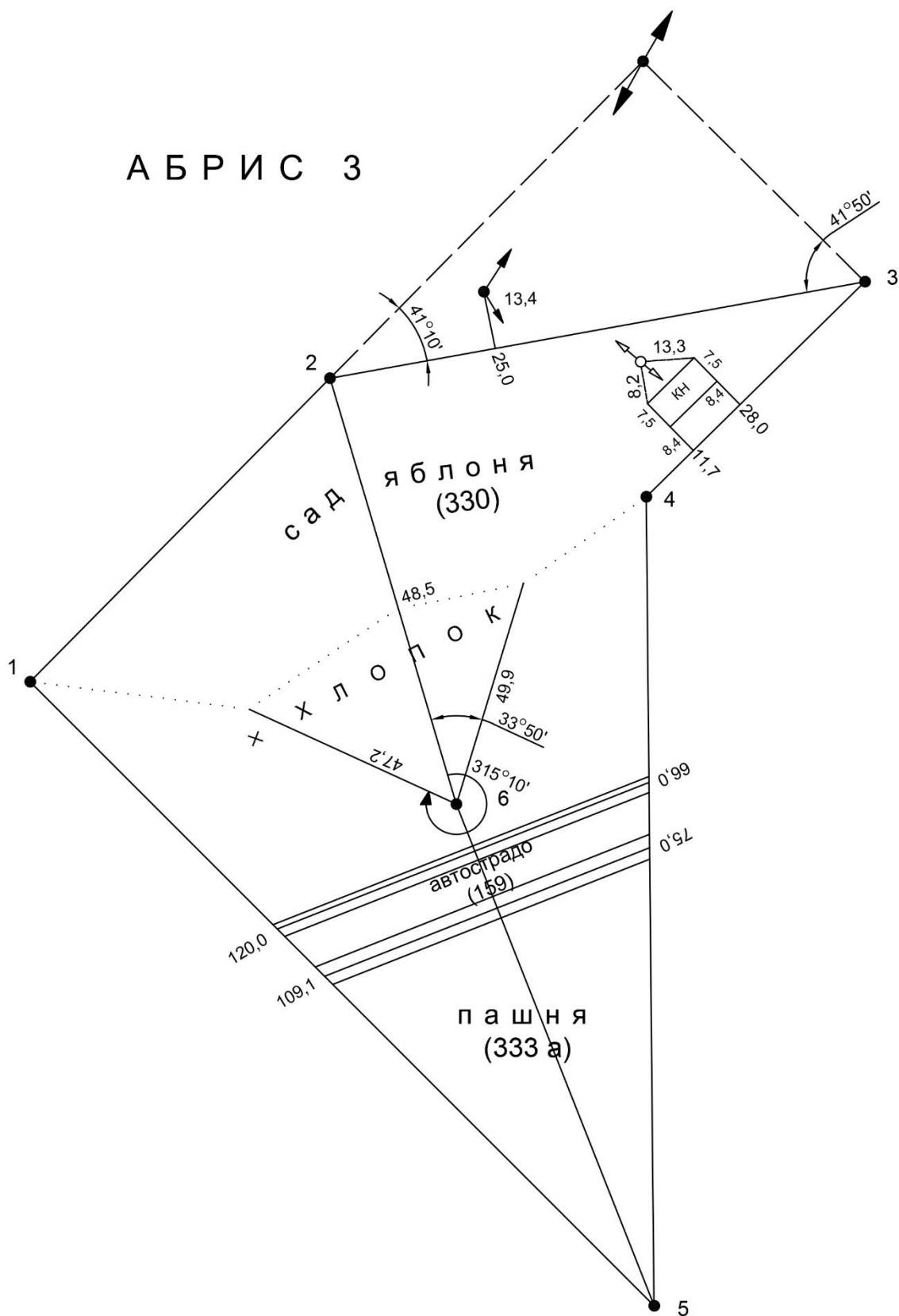
АБРИСИ



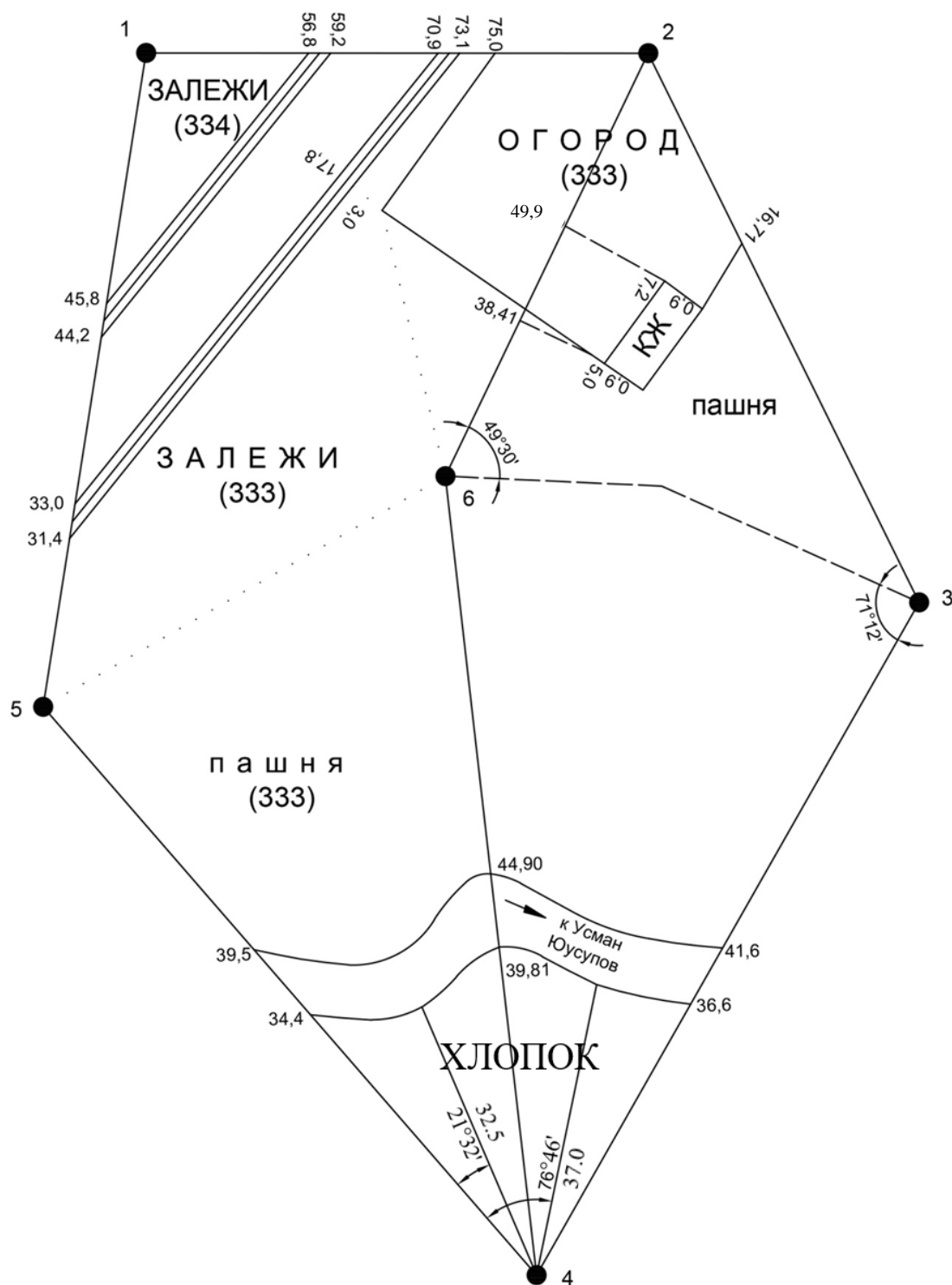
А Б Р И С 2



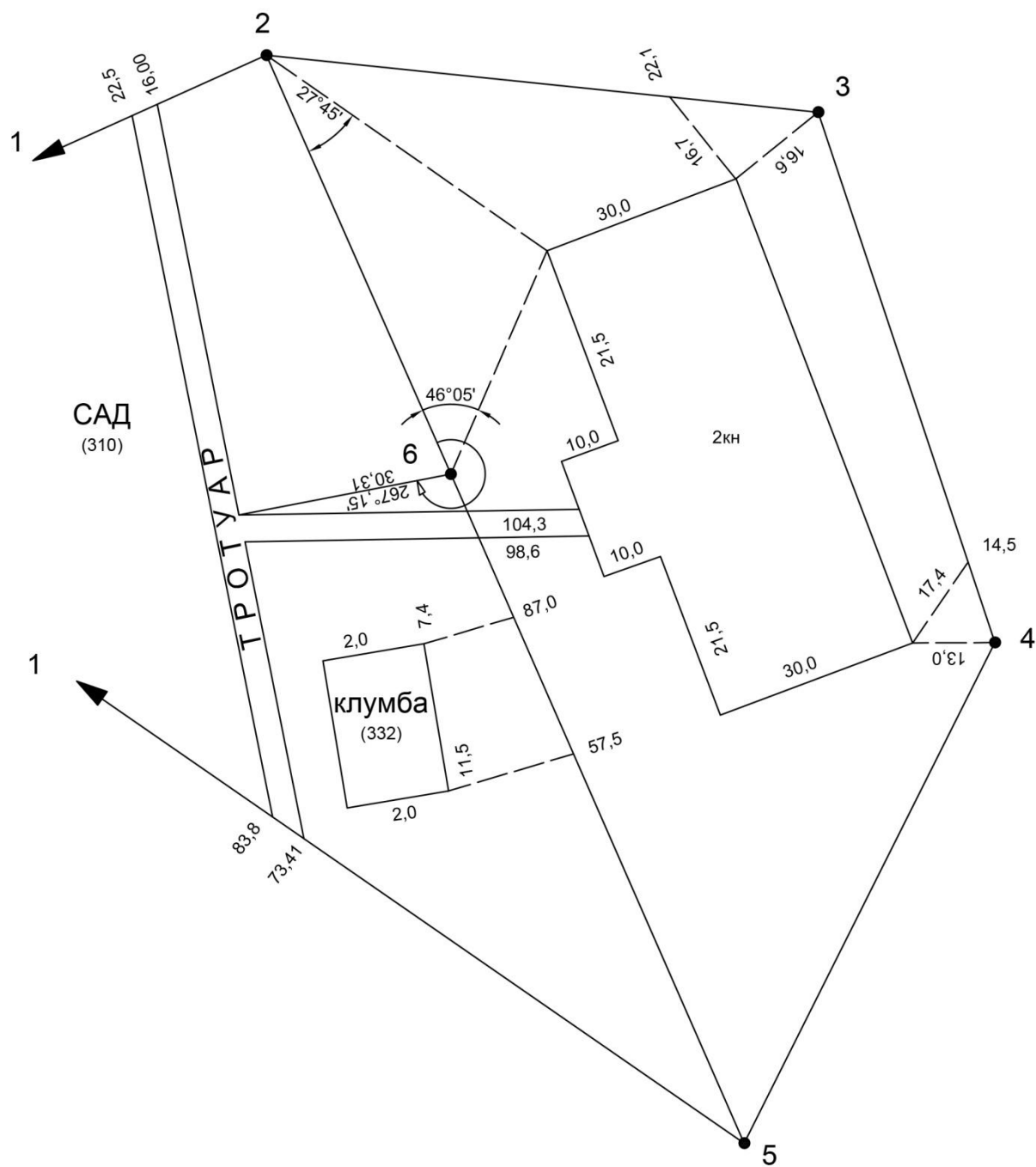
А Б Р И С 3



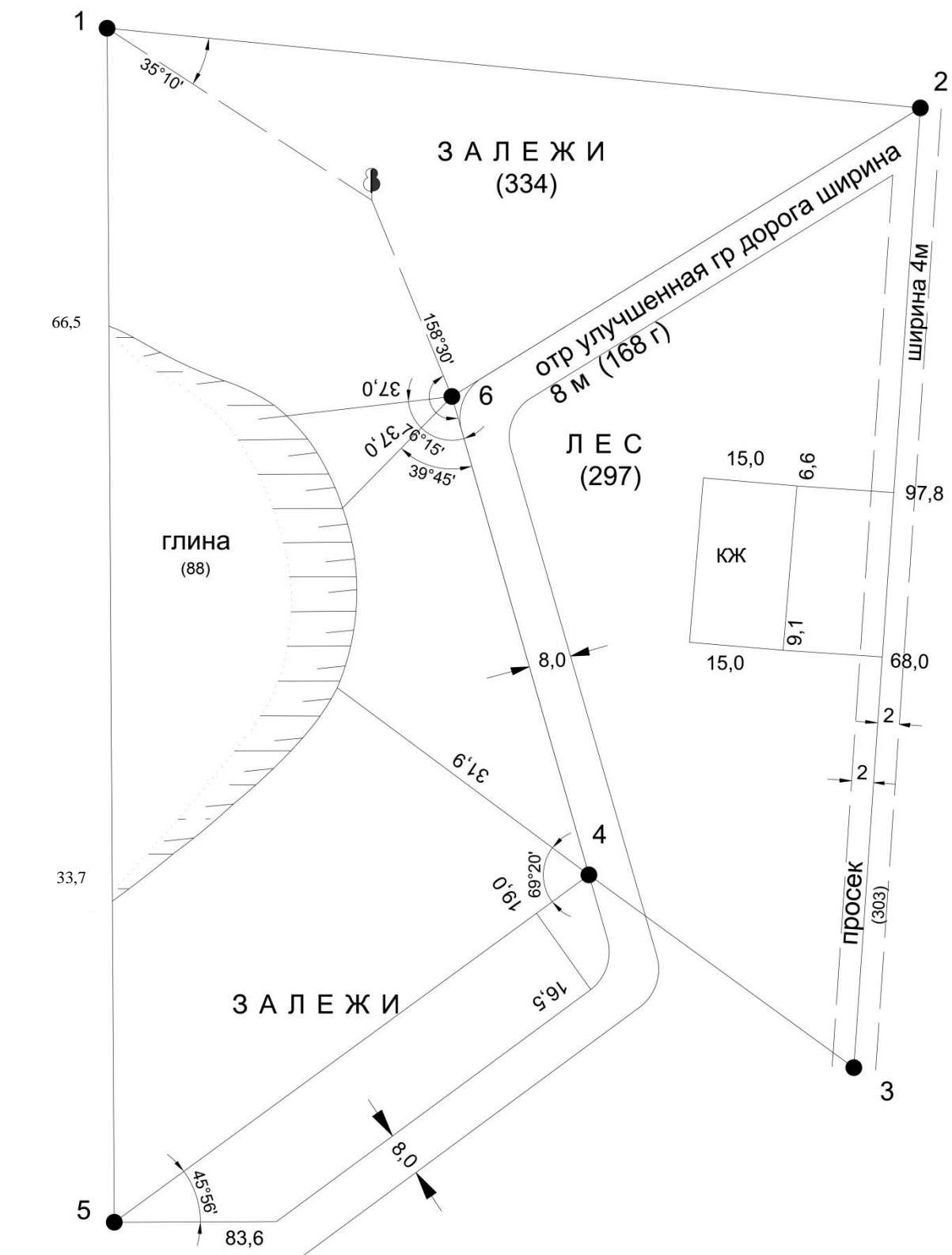
А Б Р И С 4



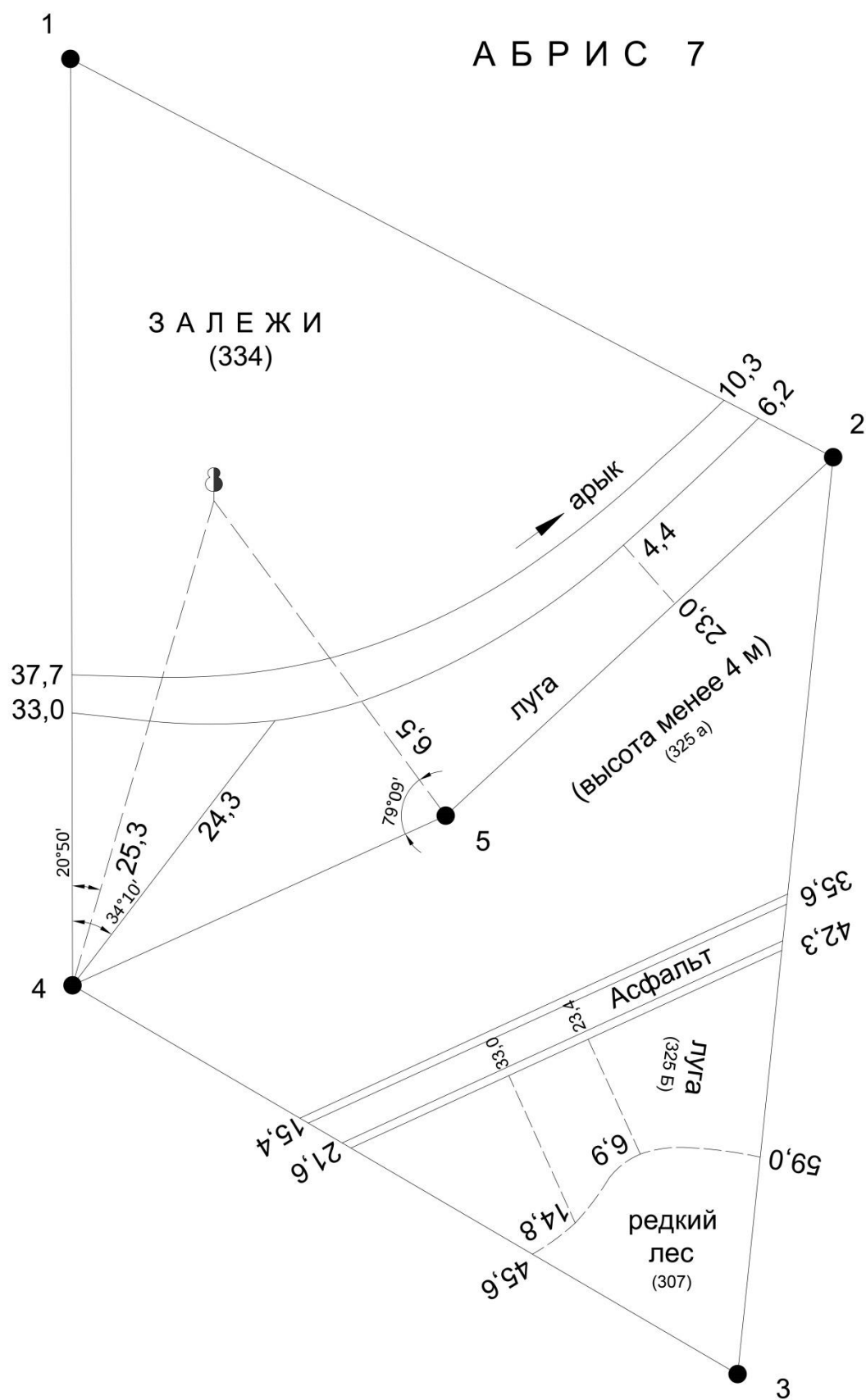
А Б Р И С 5



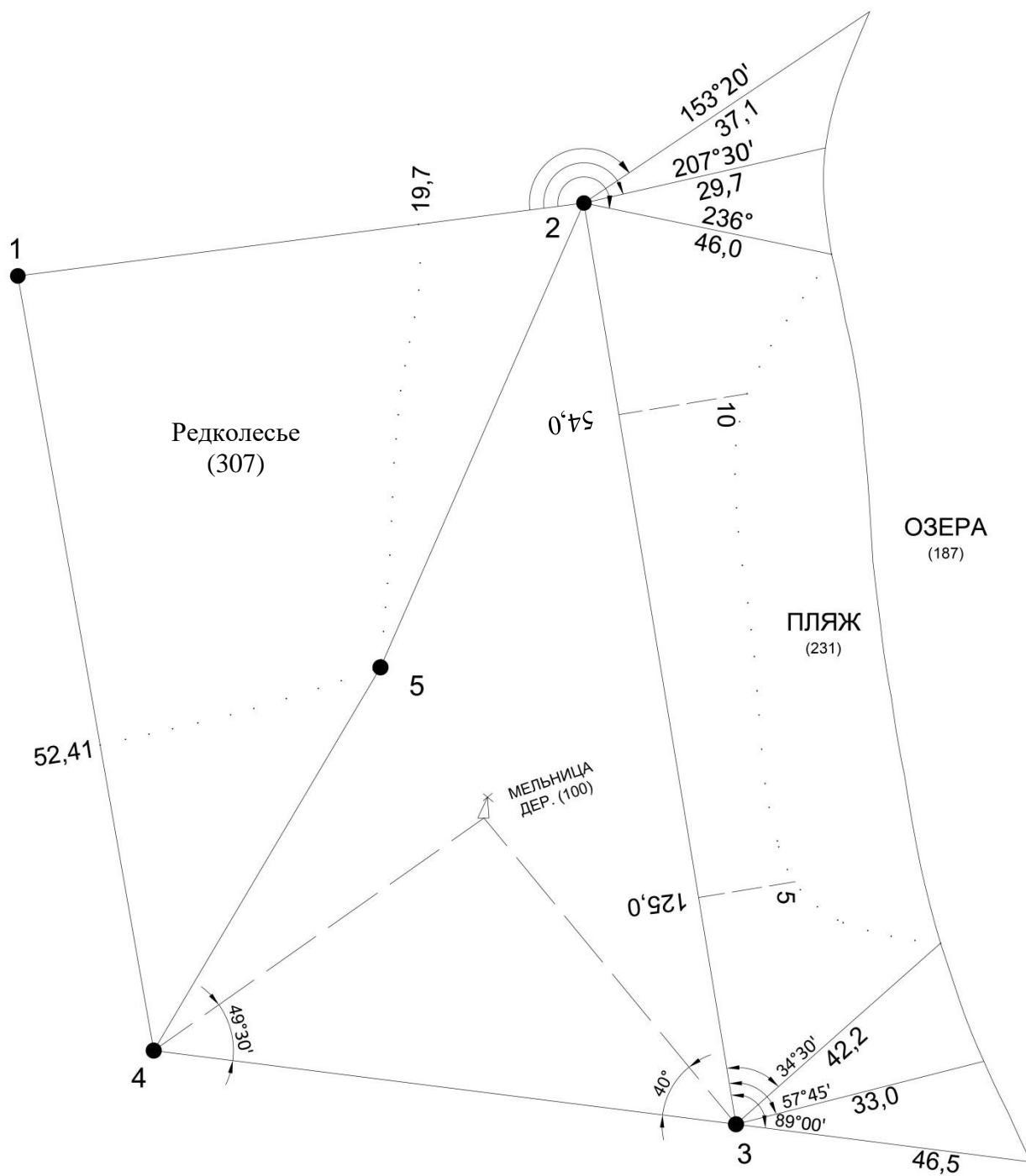
А Б Р И С 6



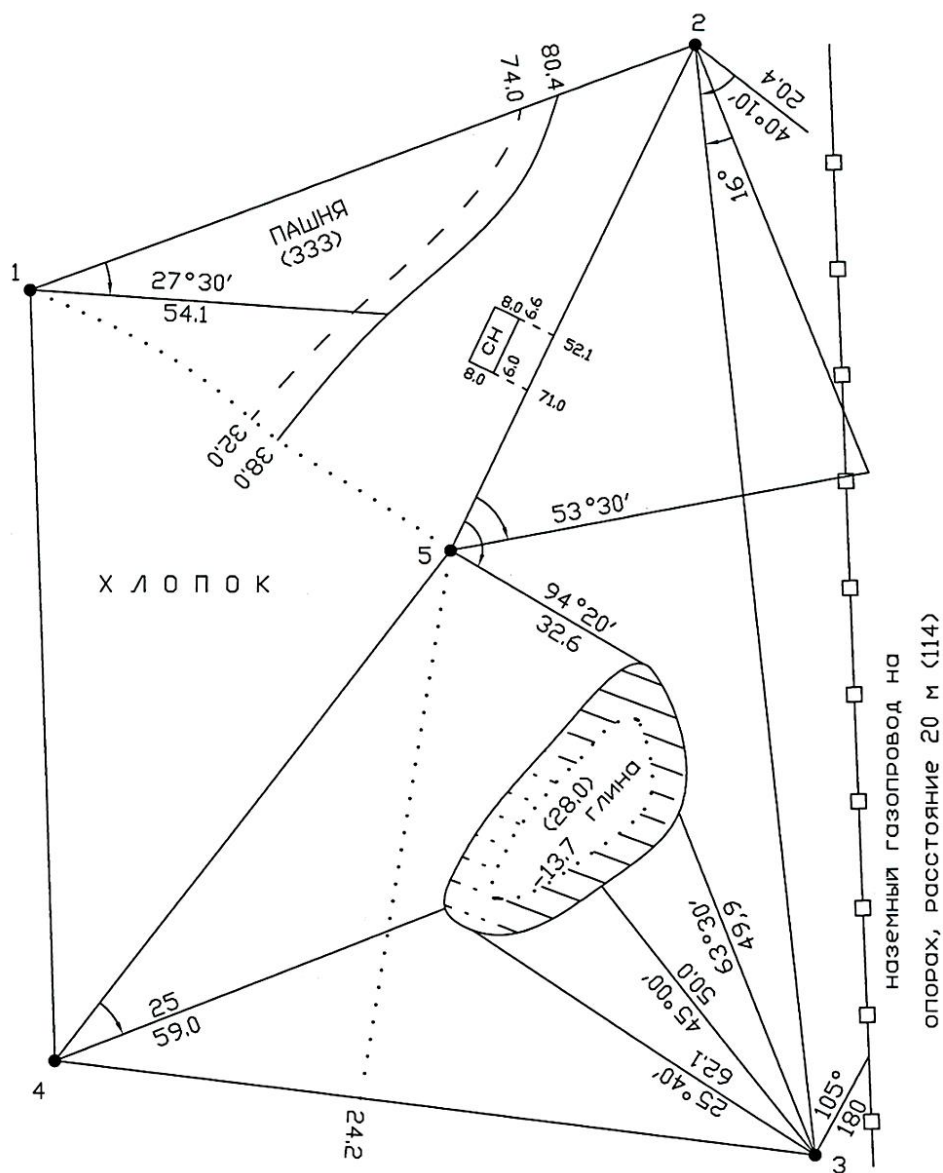
А Б Р И С 7



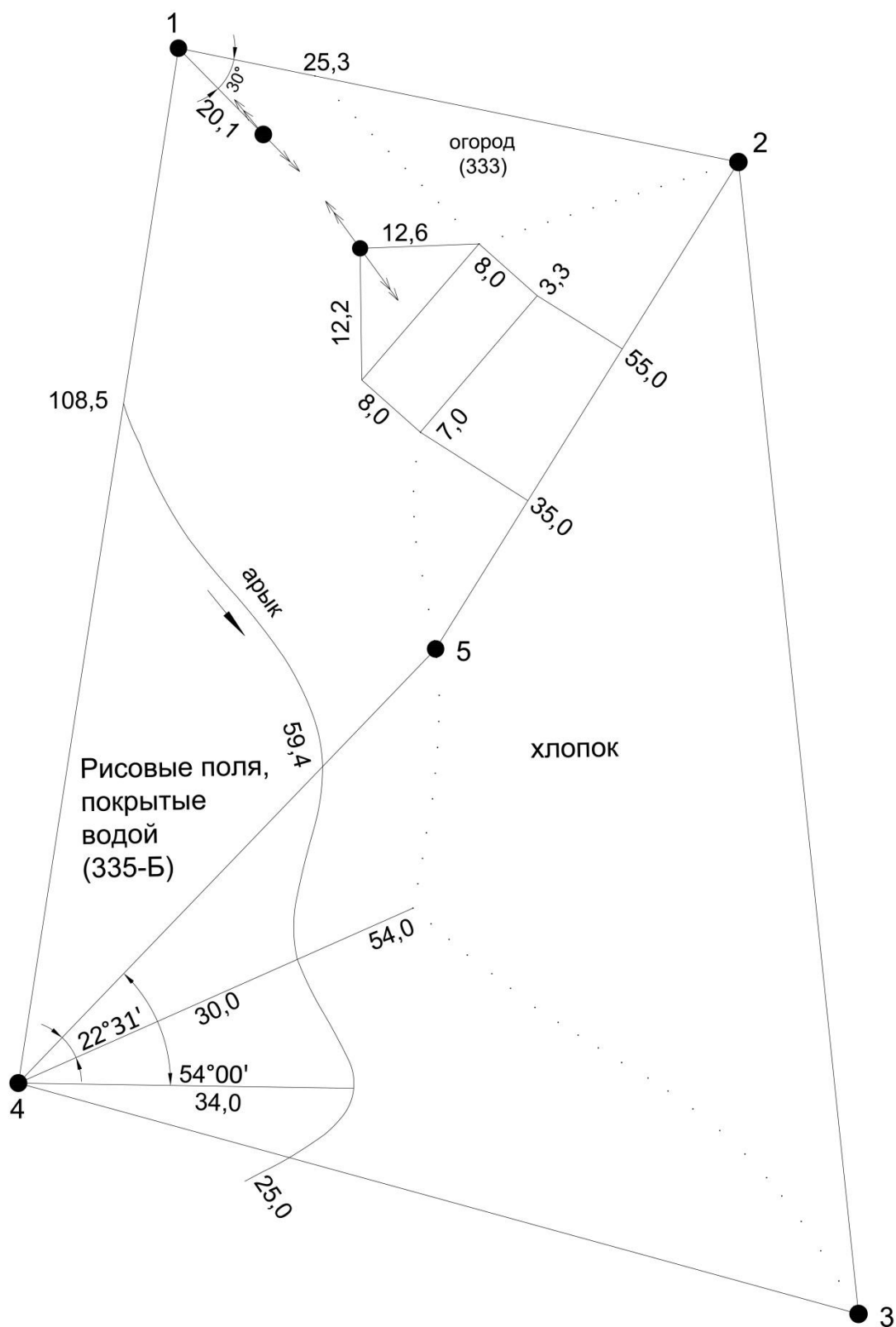
А Б Р И С 8

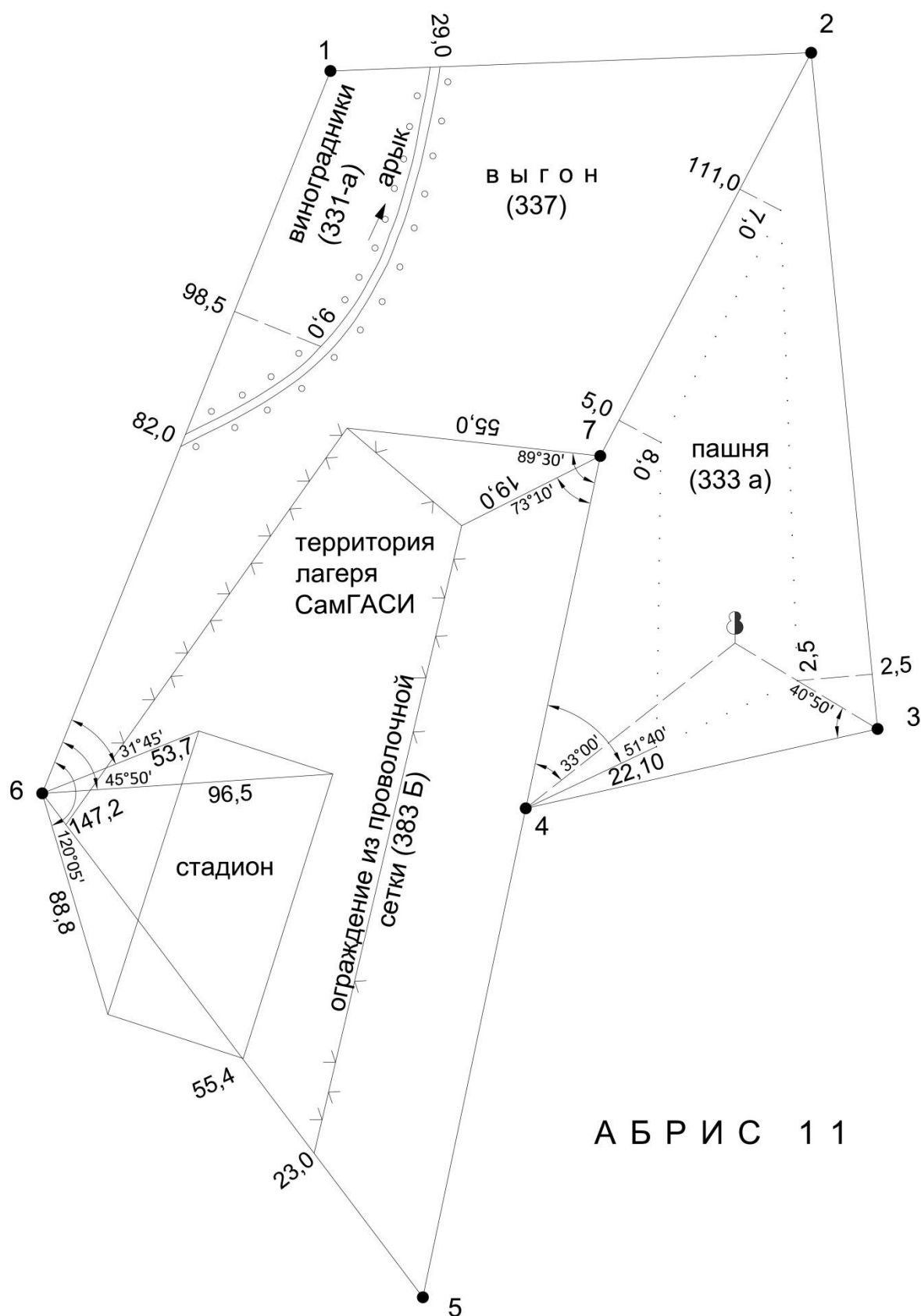


АБРИС 9

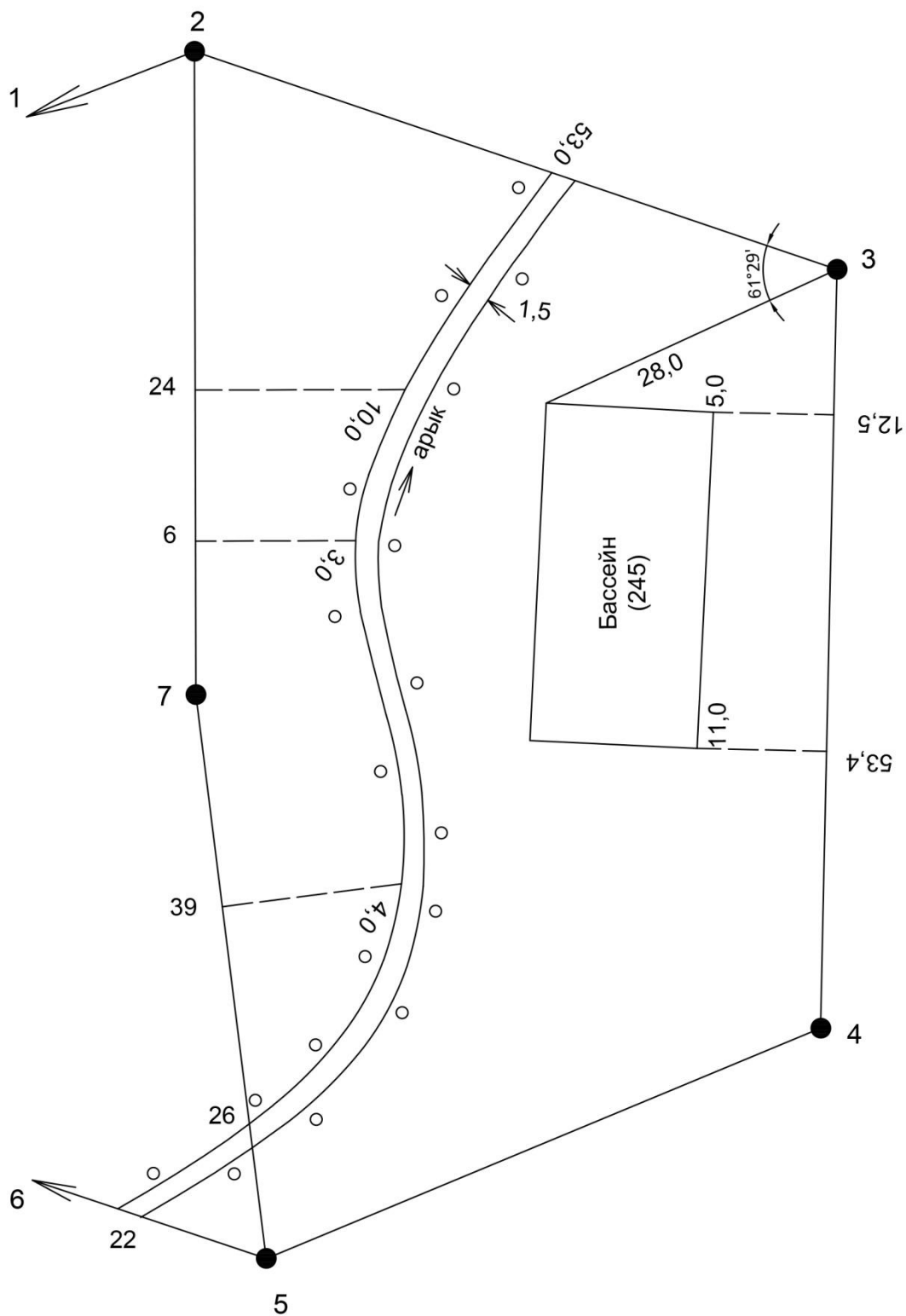


А Б Р И С 1 0

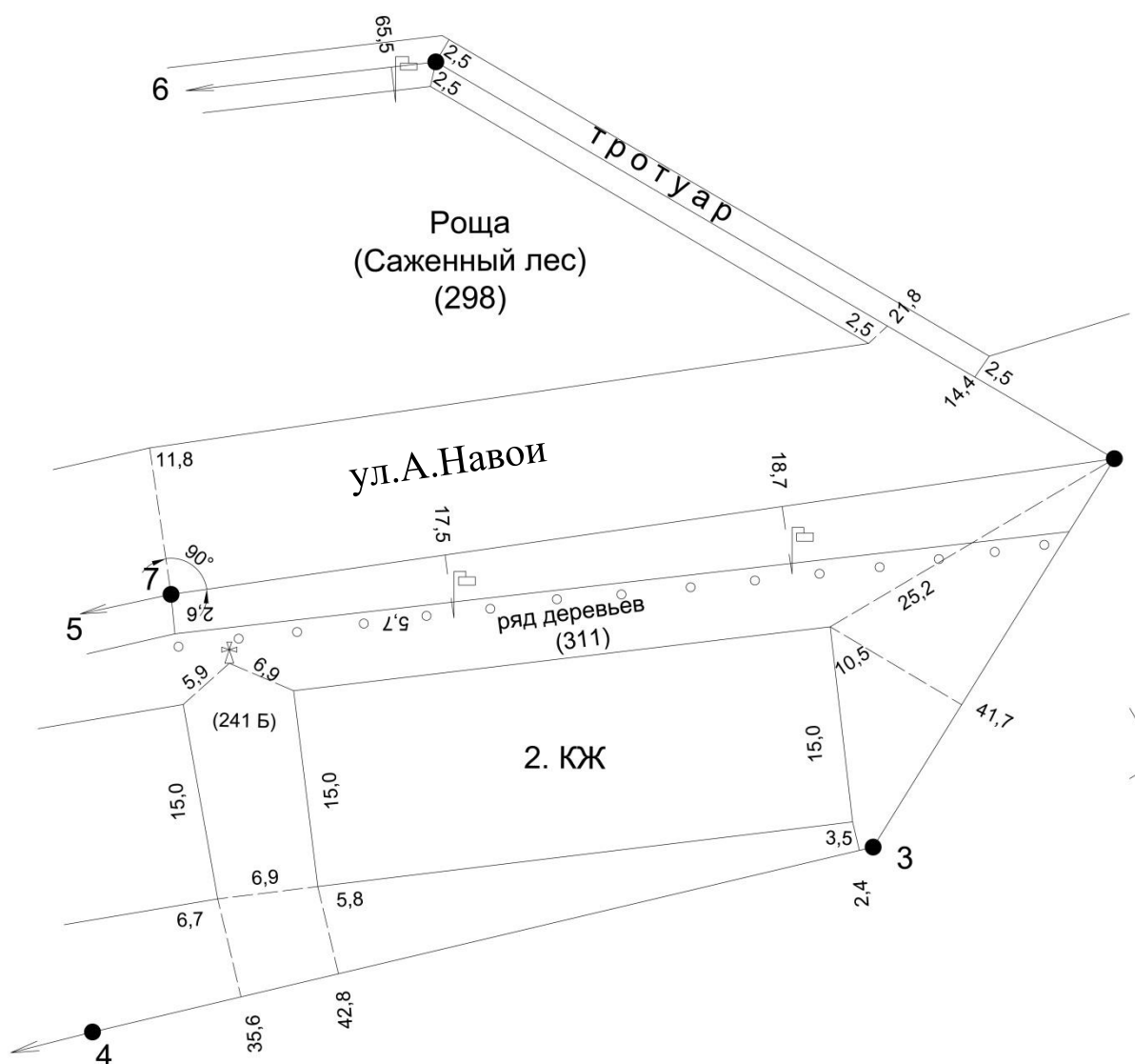




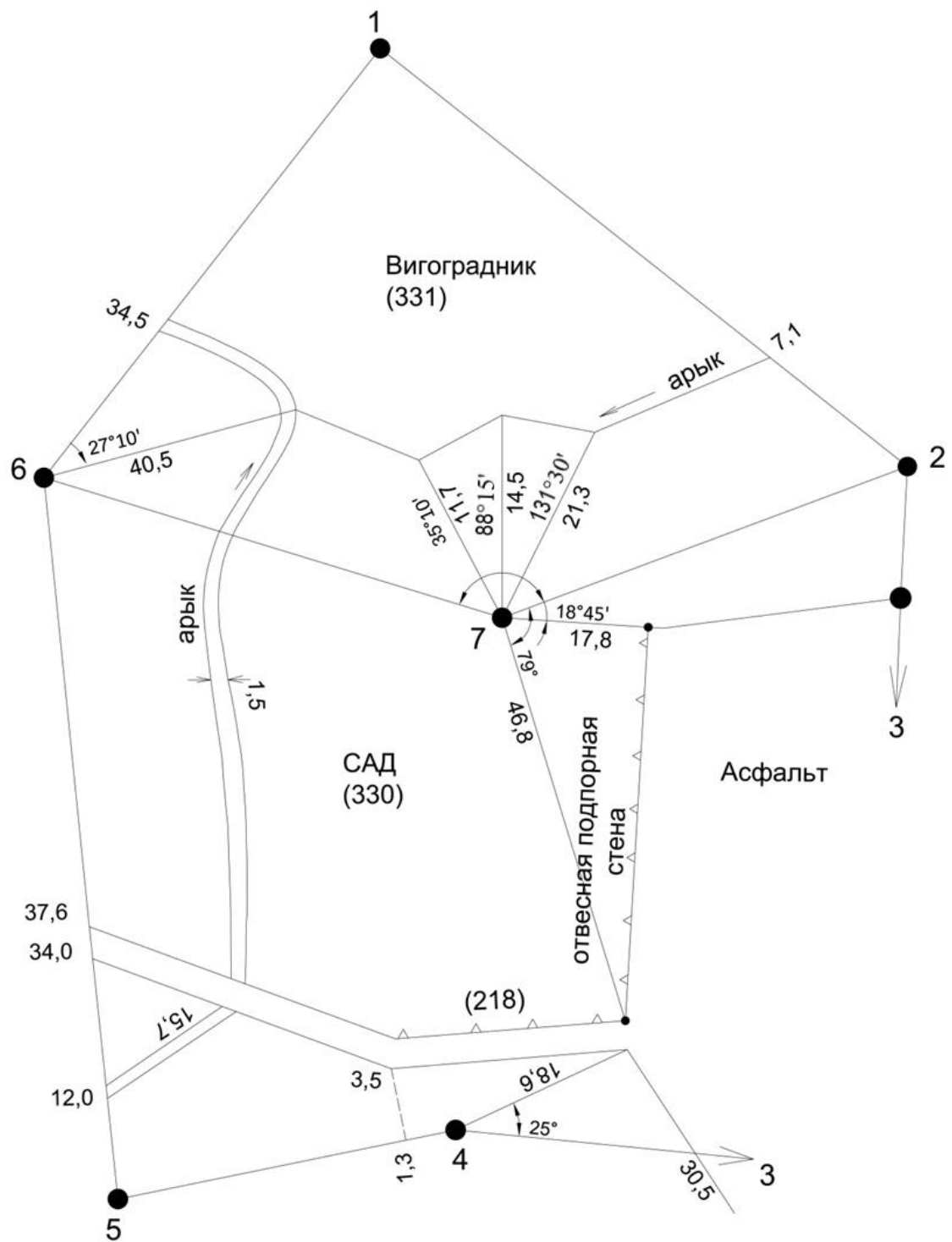
А Б Р И С 1 2 . 2



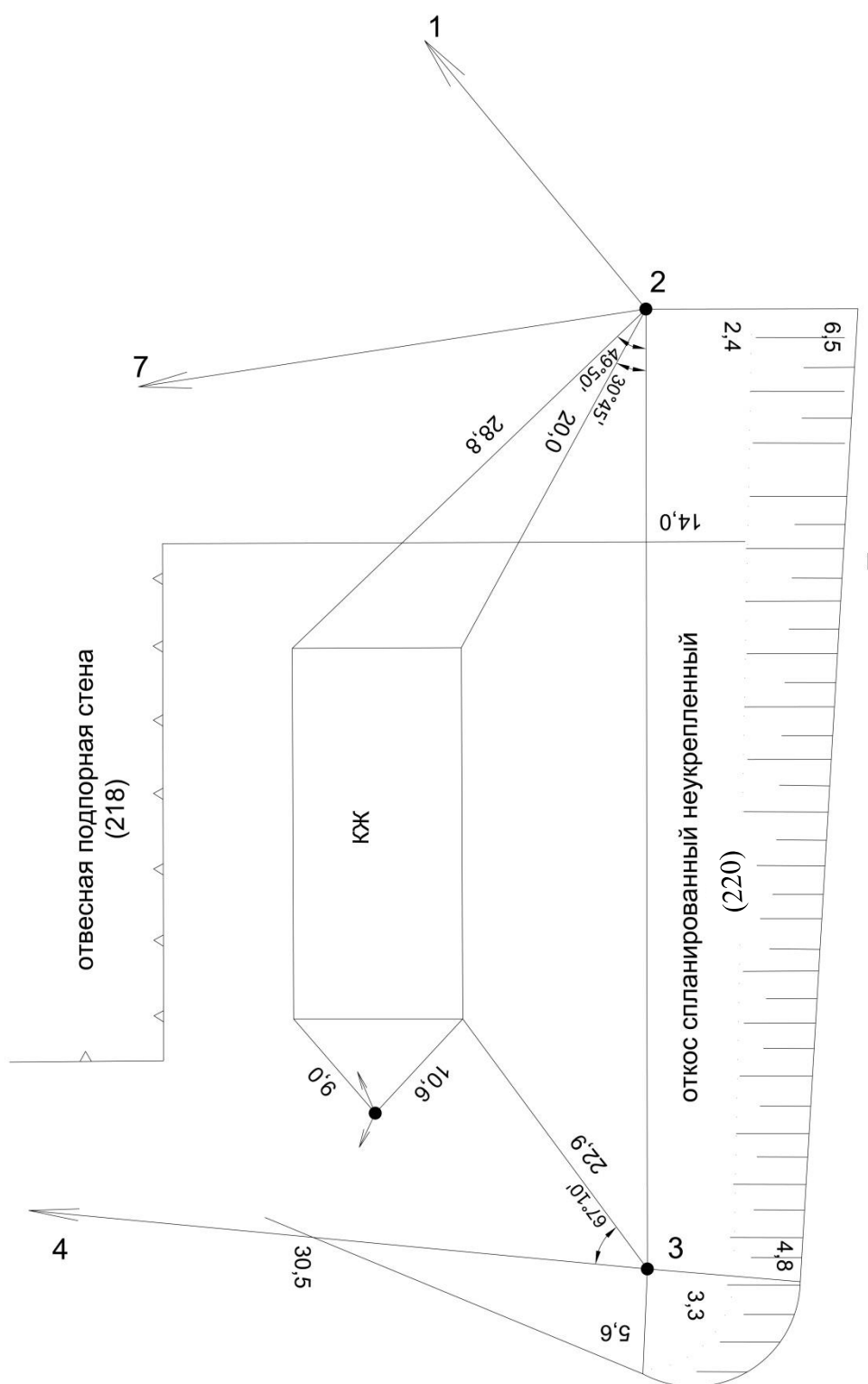
А Б Р И С 1 4 . 2



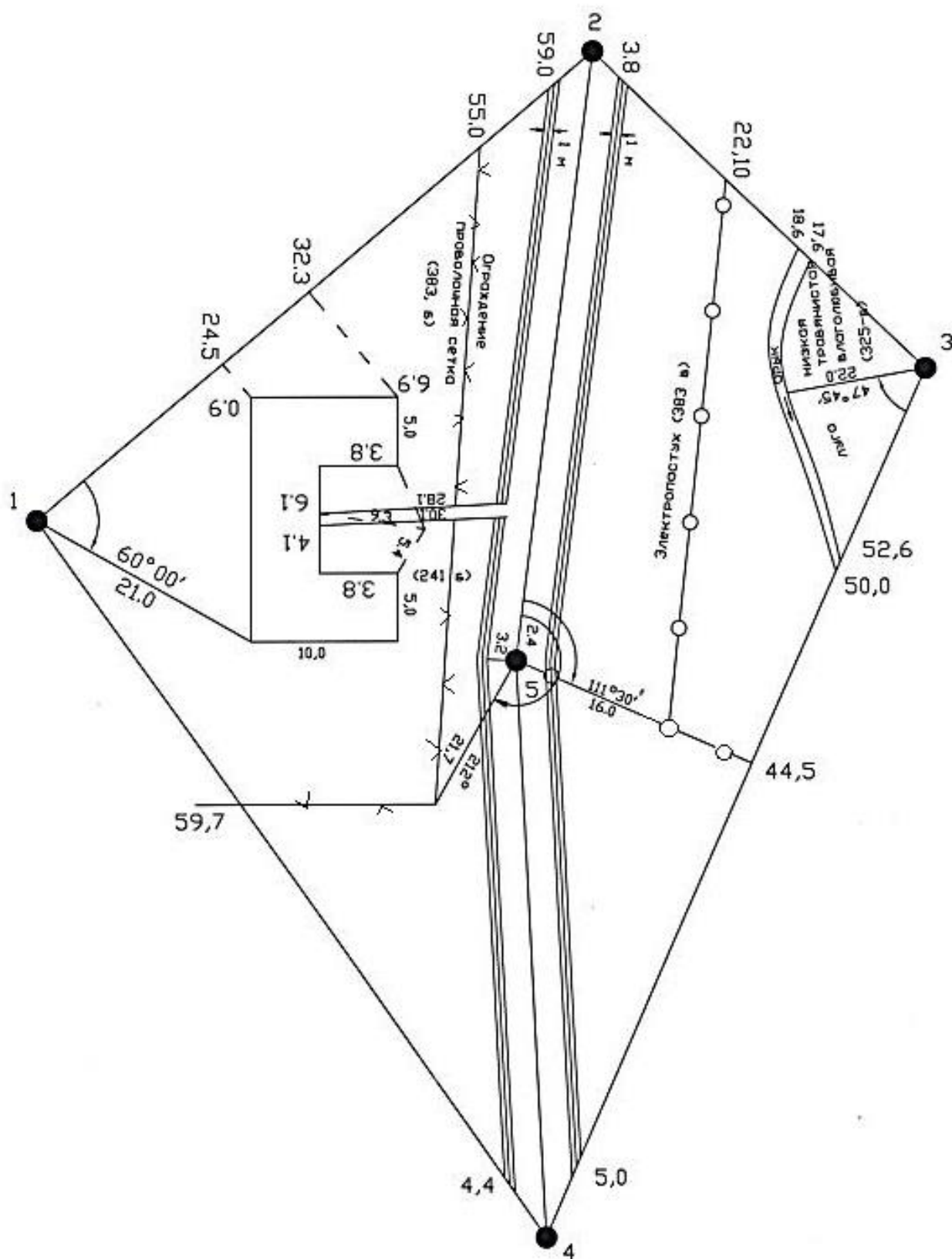
А Б Р И С 15.1

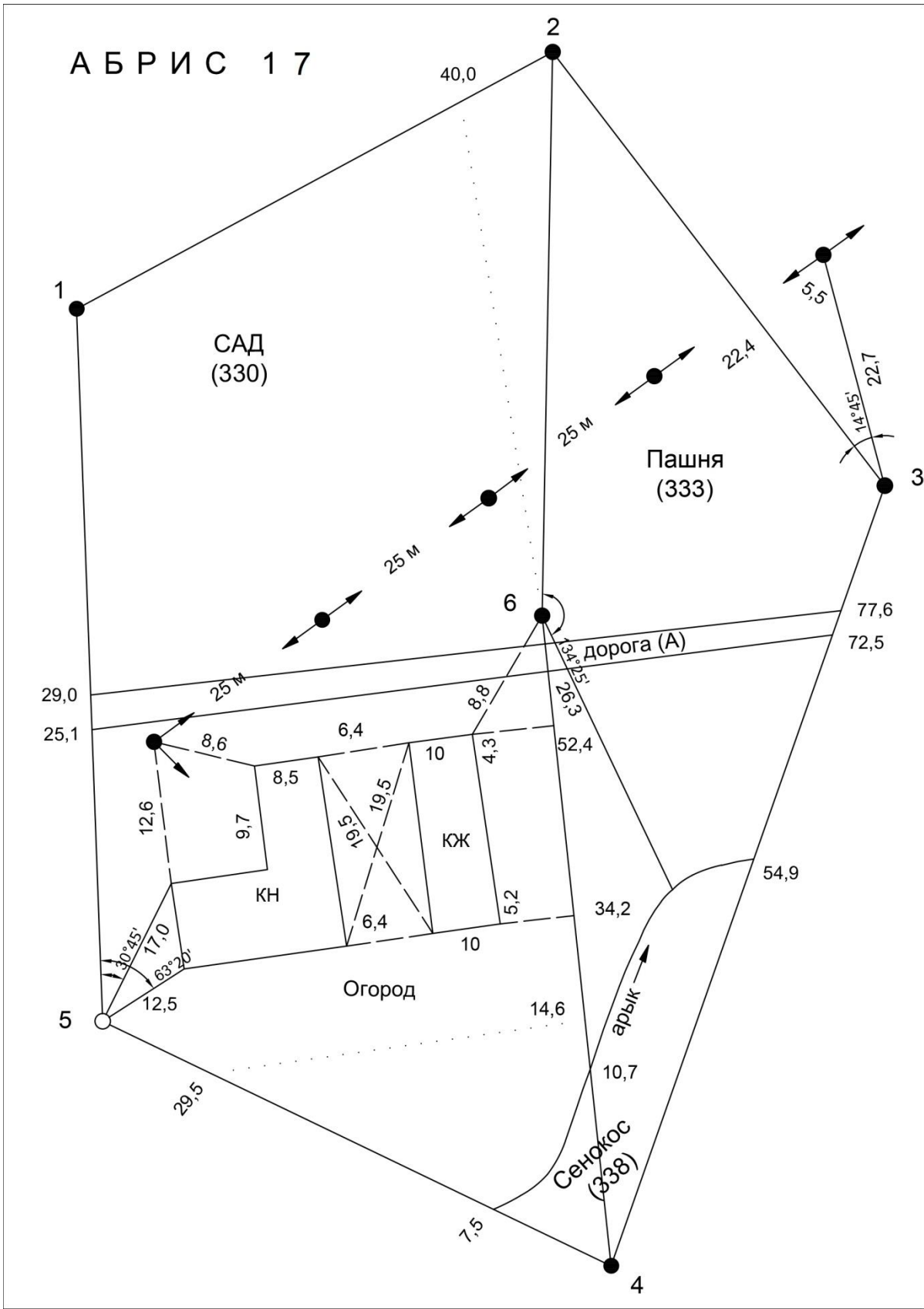


А Б Р И С 1 5 . 2

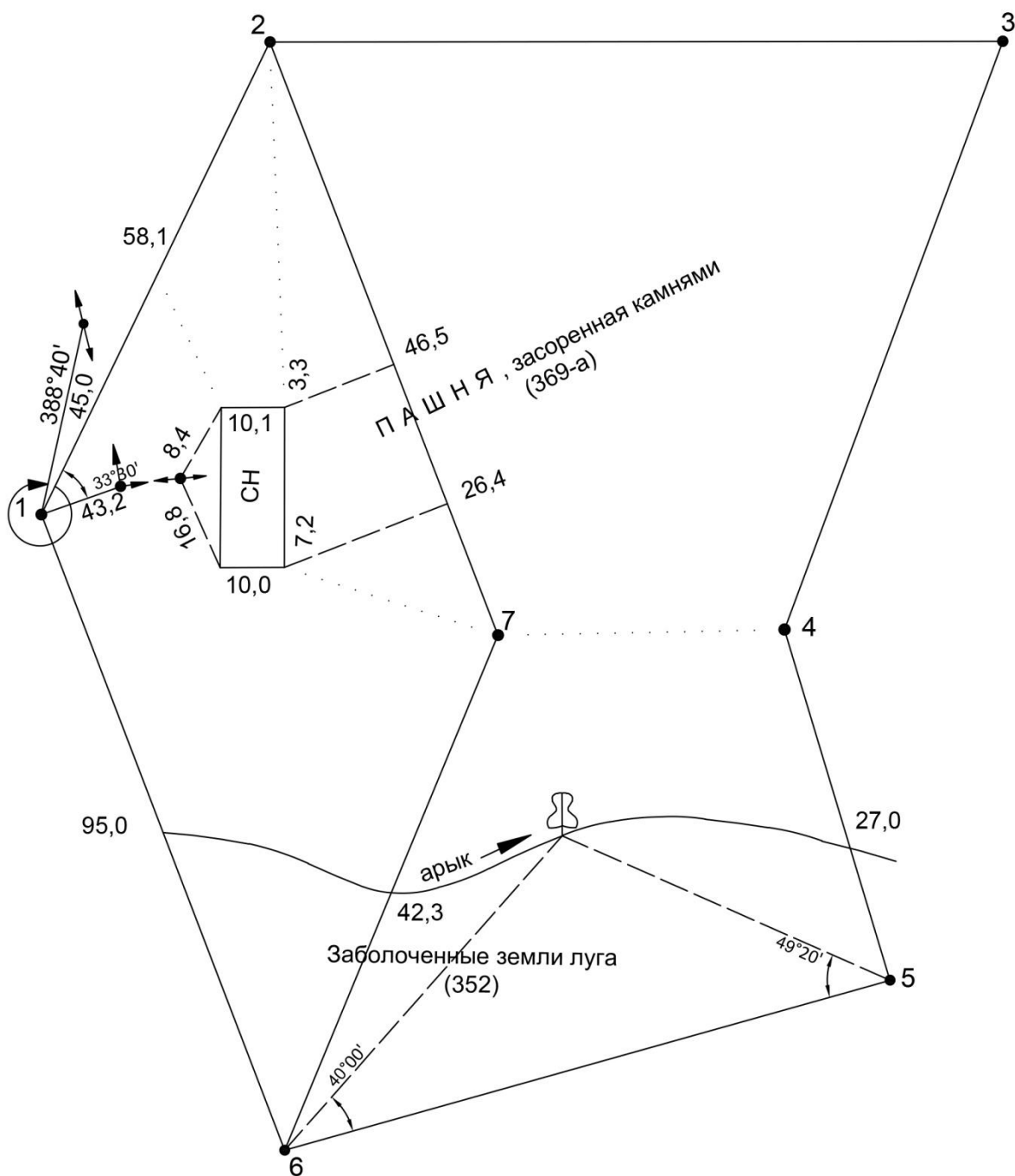


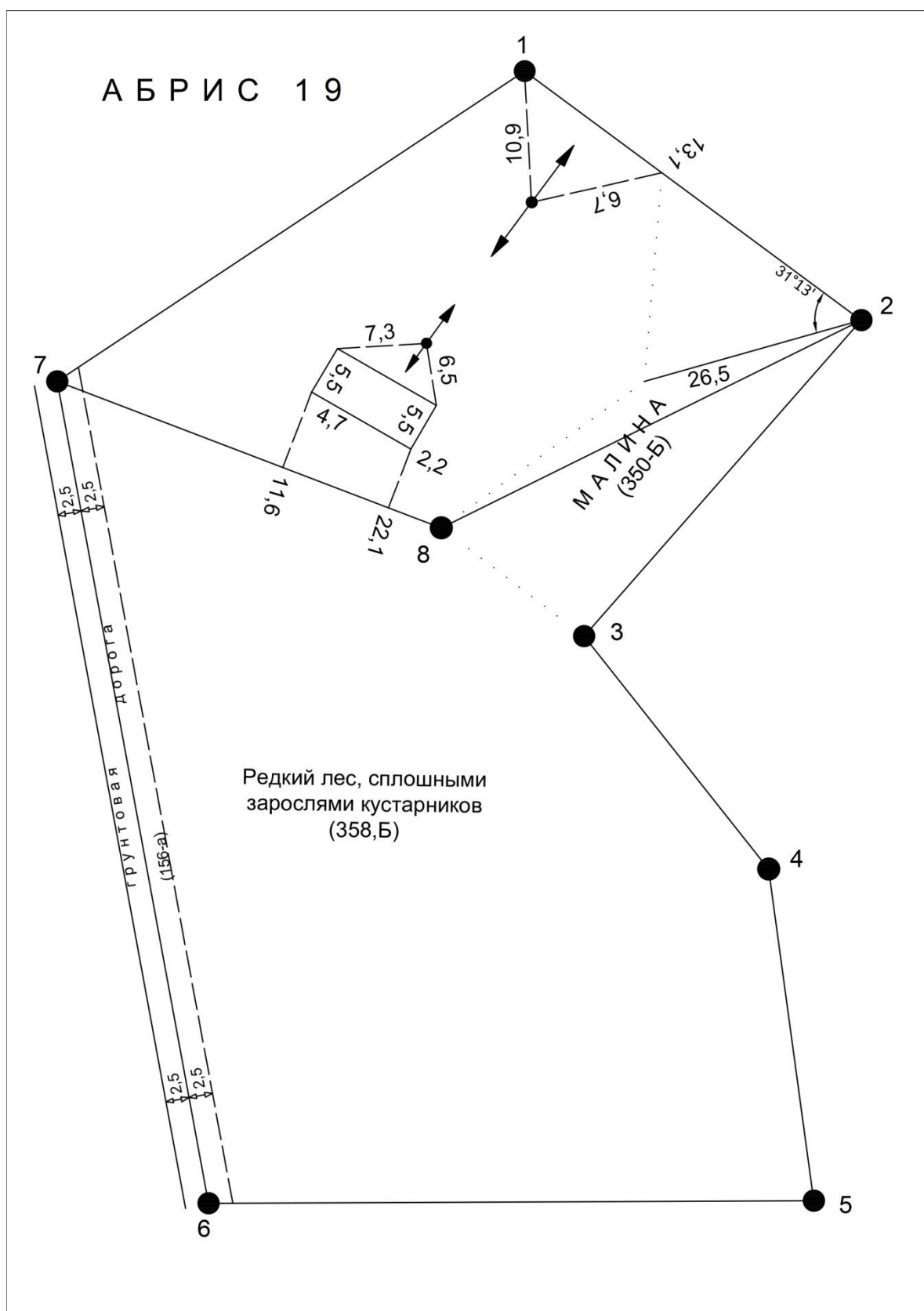
АБРИС XVI

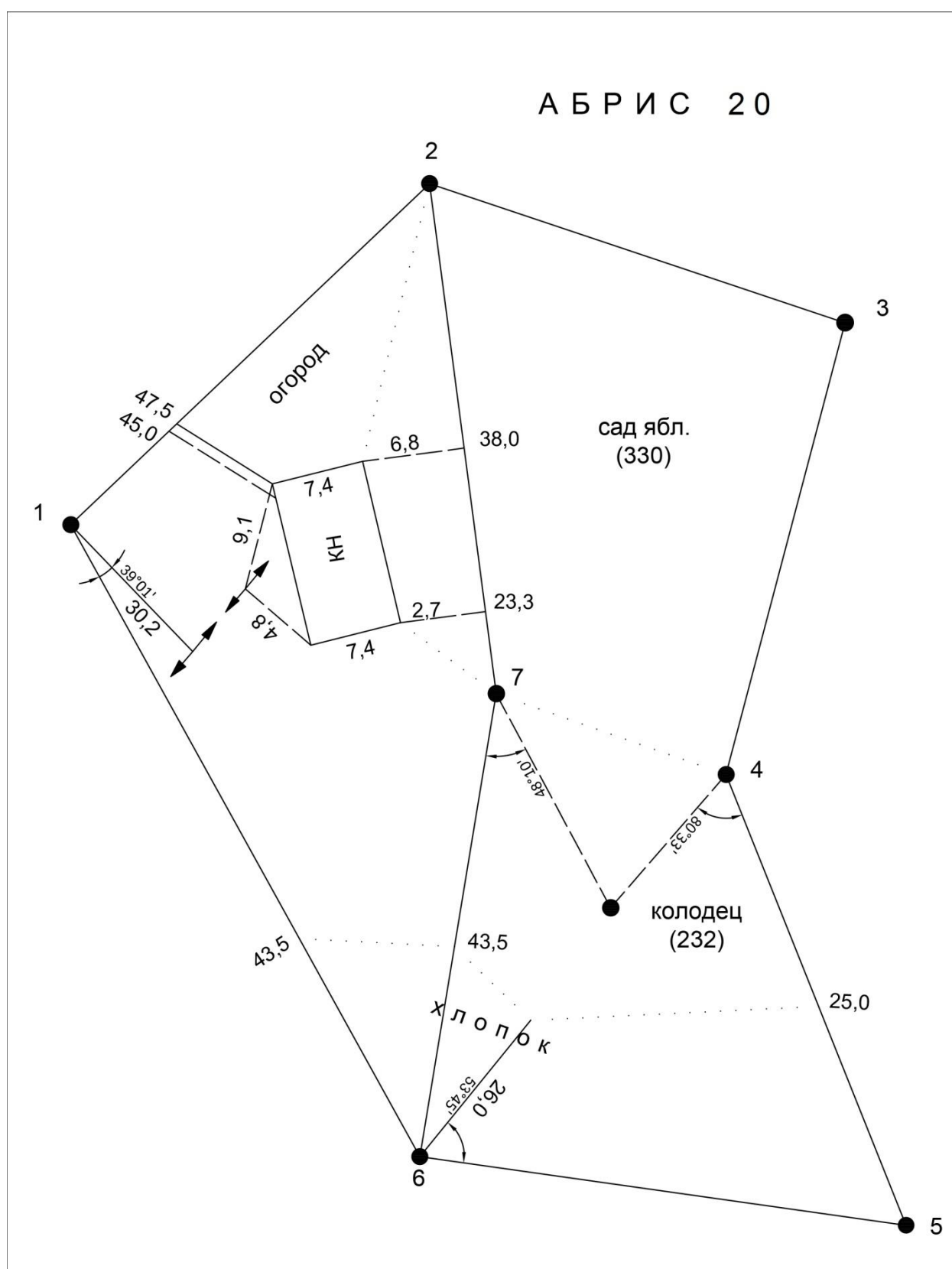


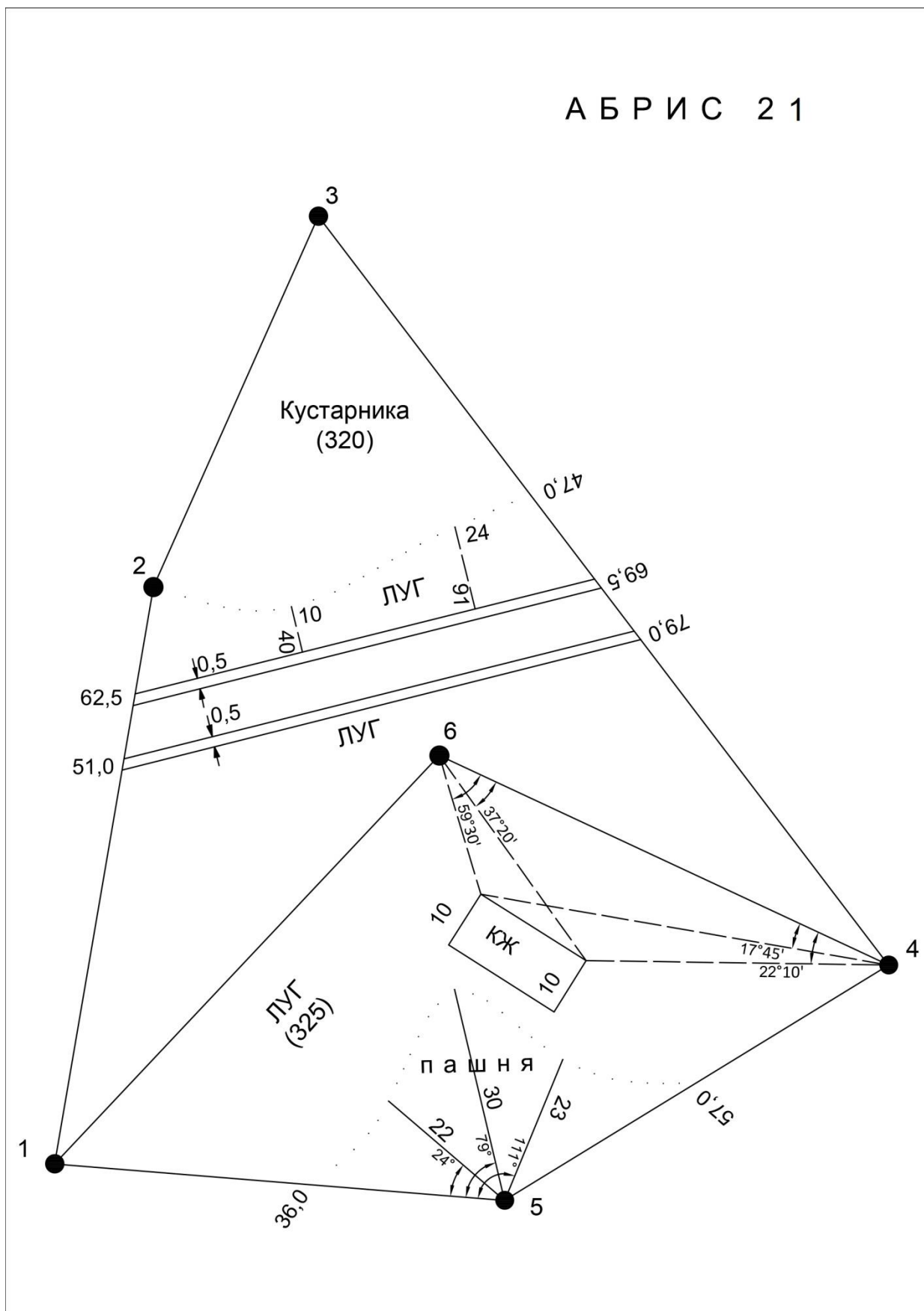


А Б Р И С 1 8

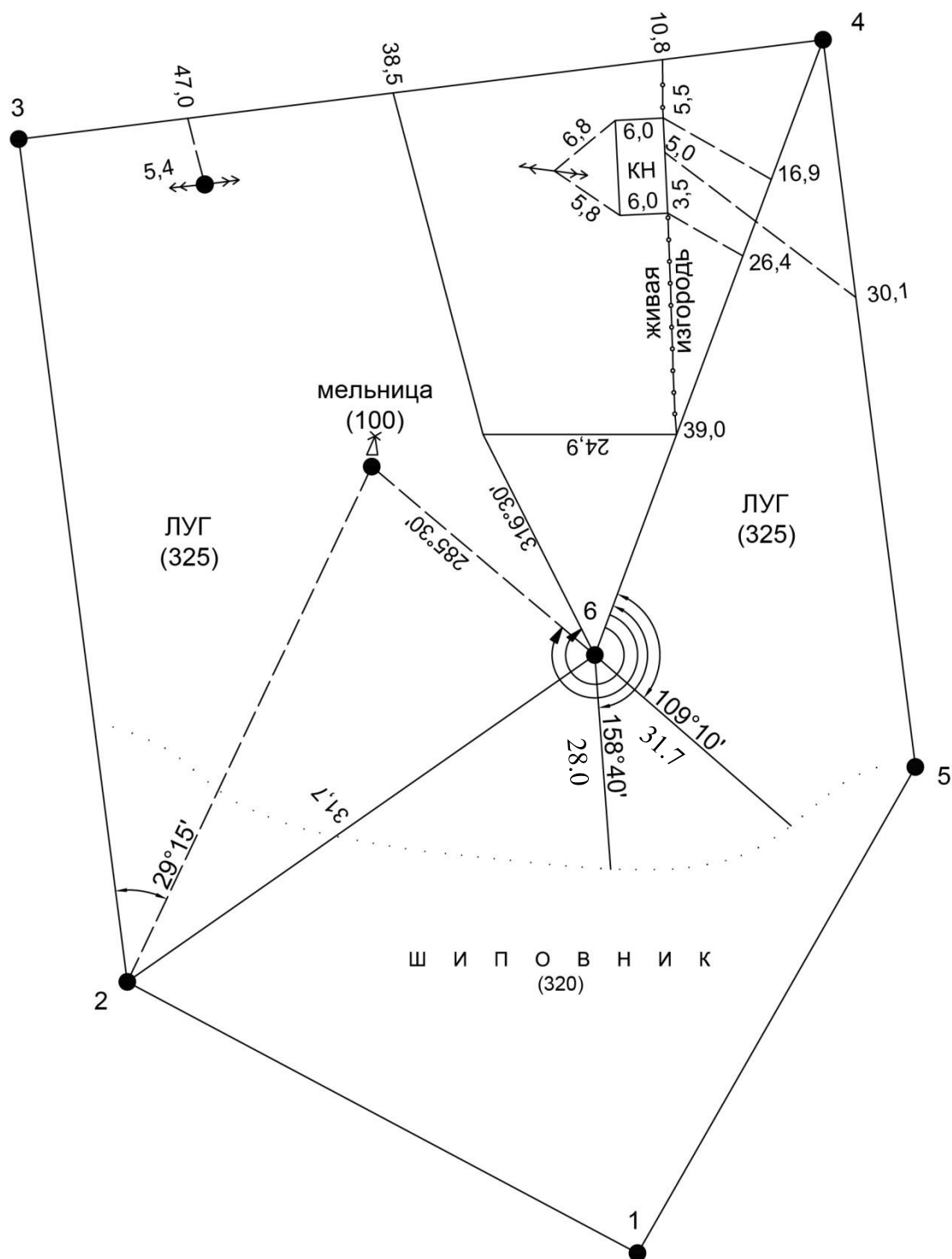


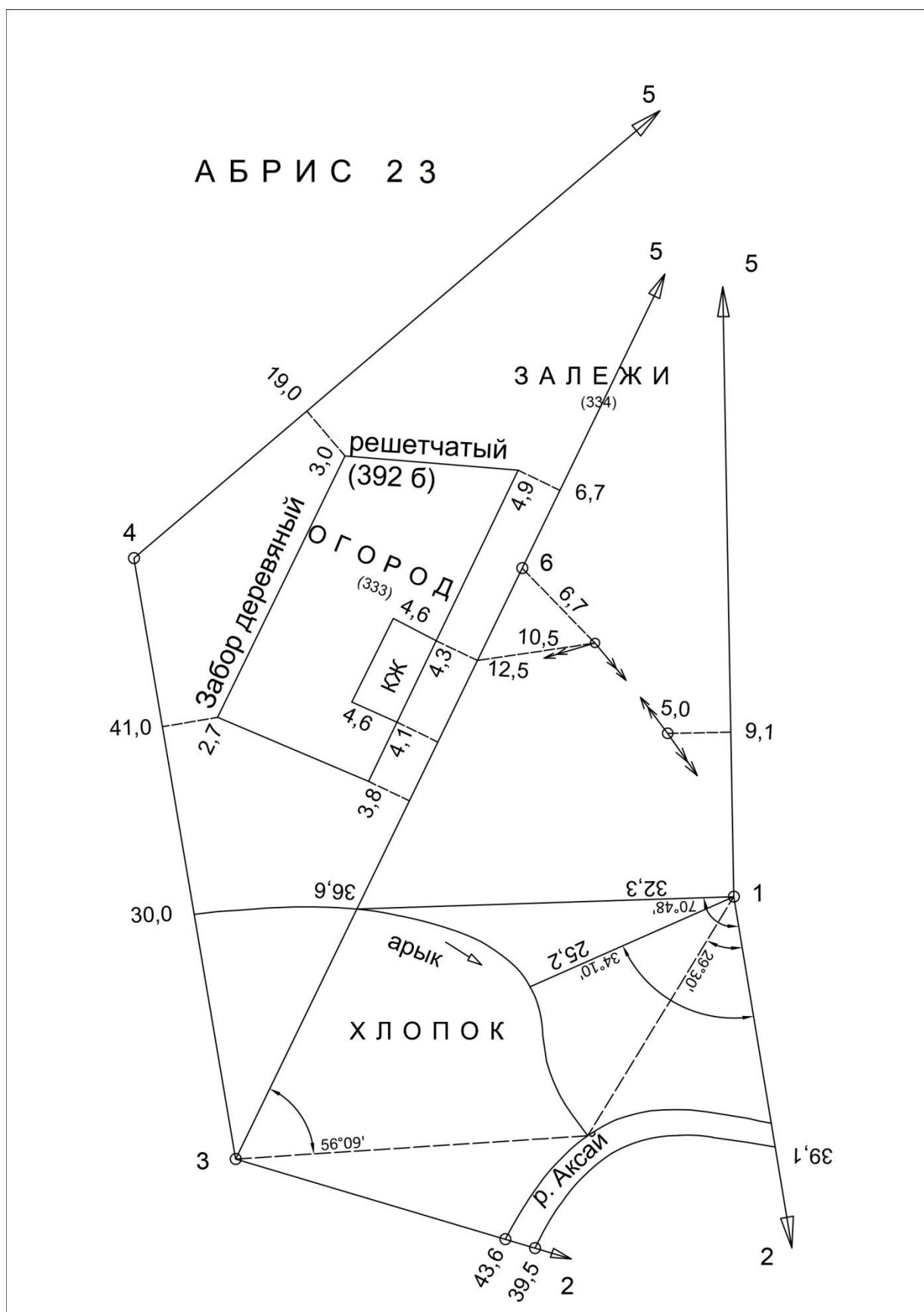






А Б Р И С 2 2





ТАШКЕНТСКИЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ
ИНСТИТУТ

Кафедра «Геодезия и кадастр»

РАСЧЕТНО – ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА
ПО СОСТАВЛЕНИЮ
П Л А Н А Т Е О Д О Л И Т Н О Й С Ъ Е М К И

Выполнил ст. гр. _____

Принял: _____

Ташкент 2019

Ведомость вычисления координат опорных точек теодолитного ход.
Замкнутый ход.

№ вершины	Измеренные углы	Исправленные углы	Дирекционные углы (азимут)	Румб	Длины сторон (м)	Приращения координат				Координаты		№ точек
						Вычисленные		Исправленные		X (м)	Y (м)	
						ΔX (м)	ΔY (м)	ΔX (м)	ΔY (м)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	79°22′	79°22′	65°03′	СВ:65°03′	96,09	+0,03 +40,53	-0,03 +87,12	+40,56	+87,09	+500,00	+500,00	1
2	132°48′	132°48′				112°15′	ЮВ:67°45′			59,94	+0,02 -22,70	-0,02 +55,48
3	-1 91°00′	90°59′	201°16′	ЮЗ:21°16′	48,51			+0,01 -45,21	-0,01 -17,60		+45,20	-17,61
4	-1 141°57′	141°56′	239°20′	ЮЗ:59°20′	86,01	+0,02 -43,87	-0,02 -73,98	-43,85	+74,00	+472,68	+624,94	4
5	94°55′	94°55′				324°25′	СЗ:35°35′					
1					P=378,04	+111,68 -111,78	+142,60 -142,49	+111,73 -111,73	+143,55 -143,55	+500,00	+500,00	1
Σβ _{изм} =540°02′		540°00′										

$$\Sigma\beta_T = 180^\circ(n-2) = 180^\circ(5-2) = 540^\circ00′;$$

$$f_\beta = \Sigma\beta_{изм} - \Sigma\beta_T = 540^\circ02′ - 540^\circ00′ = +0^\circ02′;$$

$$f_{\beta_{дон}} = \pm 1,5t\sqrt{n} = \pm 1,5\sqrt{5} = \pm 3,4′.$$

$$f_x = -0,10; \quad f_y = +0,11; \quad 0; \quad 0;$$

$$f_{xy} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{(-0,10)^2 + (0,11)^2} = \pm 0,15 \text{ м};$$

$$\frac{f_{xy}}{P} = \frac{0,15}{378,04} = \frac{1}{378,04 : 0,15} = \frac{1}{2520} < \frac{1}{1500}.$$

**Ведомость вычисления координат опорных точек теодолитного ход.
Разомкнутый (диагональный) ход.**

№ вершины	Измеренные углы	Исправленные углы	Дирекционные углы (азимут)	Румб	Длины сторон (м)	Приращения координат				Координаты		№№ точек
						Вычисленные		Исправленные		X (м)	Y (м)	
						ΔX (м)	ΔY (м)	ΔX (м)	ΔY (м)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5			324°25′									5
1	50°04′	50°04′		94°21′	ЮВ:85°39′	69,73	+0,01 -5,29	+0,01 +69,53	-5,28	+69,54	+500,00	+500,00
6	+1 162°38′	162°39′	111°42′								ЮВ:68°18′	59,61
4	52°22′	52°22′		239°20′								
5												
Σβ _{изм} =265°04′					P=129,34	-27,33	+124,92	-27,32	+124,94	ΣΔX _T = -27,32	ΣΔY _T = +124,94	

$$\Sigma\beta_T = \alpha_o + 180^\circ n - \alpha_n = 265^\circ 05';$$

$$f_\beta = 265^\circ 04' - 265^\circ 05' = -0^\circ 01';$$

$$f_{\beta_{дон}} = \pm 2t\sqrt{n} = \pm 2\sqrt{5} = \pm 3,5'.$$

$$f_x = -0,01 \text{ м}; \quad f_y = -0,02 \text{ м}.$$

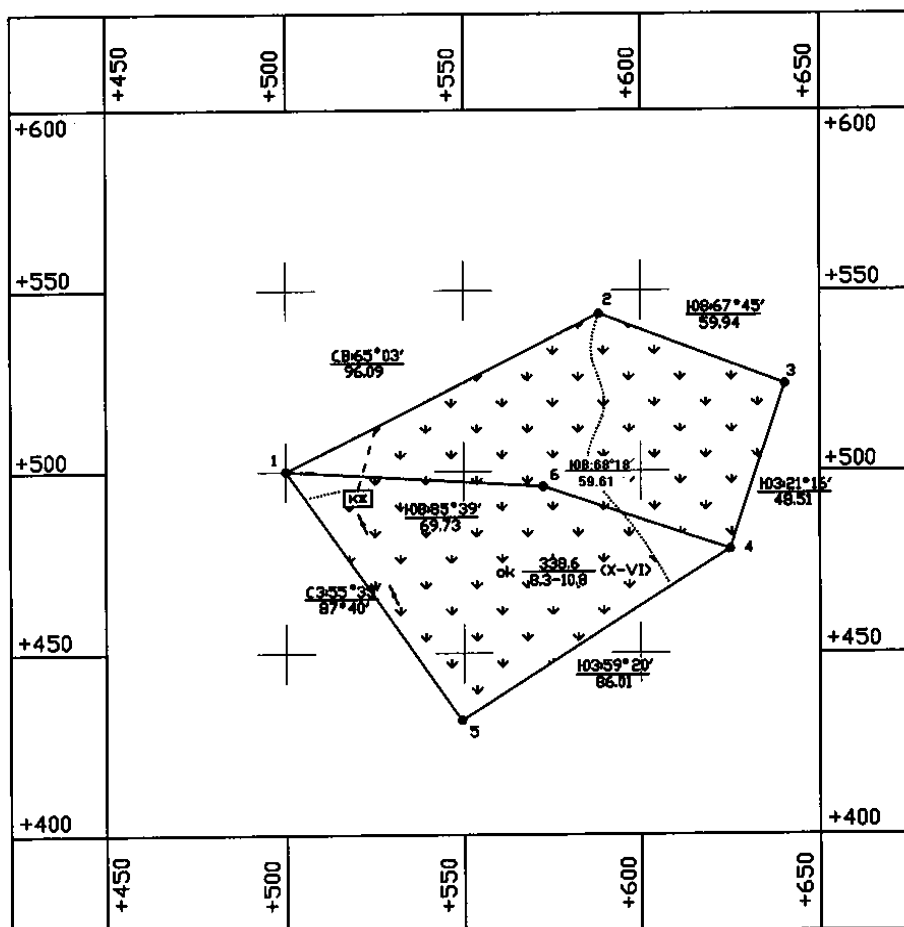
$$f_{xy} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{(-0,01)^2 + (-0,02)^2} = \pm 0,02 \text{ м};$$

$$\frac{f_{xy}}{P} = \frac{0,02}{129,34} = \frac{1}{129,34 : 0,02} = \frac{1}{6467} < \frac{1}{1000}.$$

Ведомость вычисления площади полигона по координатам его вершин

№ точек	Координаты		Разности		Произведения (м ²)	
	X	Y	$X_{k-1}-X_{k+1}$	$Y_{k-1}-Y_{k+1}$	$Y_k (X_{k-1}-X_{k+1})$	$X_k (Y_{k-1}-Y_{k+1})$
1	2	3	4	5	6	7
1	+500,00	+500,00	-111,63	+36,15	-55815,0	+18075,0
2	+540,46	+587,09	-17,88	+142,55	-10497,2	+77042,6
3	+517,88	+642,55	+67,78	+37,85	+43552,0	+19601,8
4	+472,68	+624,94	+89,05	-91,61	+55650,9	-43302,2
5	+428,83	+550,94	-27,32	-124,94	-15051,7	-53578,0
			+146,83	+216,55	+99202,9	+114719,4
			-146,83	-216,55	-81263,9	-96880,2
			0	0	+17839,0	+17839,2
					2S=17839 м ²	
					S = 8919,5 м ² = 0,892 га	

ПЛАН ТЕОДОЛИТНОЙ СЪЕМКИ



Принял:

Масштаб 1:500
в 1 сантиметре 5 м

План составил:
студент гр.4-10 ВК
Ким В.Н
20.05.2019.

Глава III. НИВЕЛИРОВАНИЕ ТРАССЫ

СУЩНОСТЬ ИНЖЕНЕРНО–ТЕХНИЧЕСКОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ

§7. Общие сведения

Инженерно-техническое нивелирование производят в целях изыскания, проектирования и строительства различных инженерных сооружений.

Если объект строительства занимает узкую длинную полосу, нивелируют трассу – ось предполагаемого будущего сооружения, такое нивелирование называется продольным.

По результатам нивелирования трассы должны быть получены высоты всех точек: пикетных, плюсовых и точек поперечников. При инженерно-техническом нивелировании применяют сложное нивелирование способом из середины.

При продольном нивелировании линии хода разбивают пикетаж, то есть, на местности намечают и закрепляют через каждые 100 м точки, называемые пикетными (связующими).

Если скат между соседними пикетами имеет переломы, то между этими пикетами в характерных местах рельефа намечают точки, которые называют плюсовыми. После закрепления точек на линии хода приступают к их нивелированию.

По пикетным точкам прокладывают нивелирный ход, каждую пару соседних пикетных точек нивелируют по способу «из середины» с одной станции берут отсчеты по рейкам a на задний и b на передний пикеты. Превышение вычисляют по формуле:

если рейки двусторонние
$$h' = a - b$$

Для контроля и увеличения точности нивелирования превышение между связующими точками определяют по второй стороне реек, если рейки односторонние, изменяют высоту инструмента не менее чем на 10 см, снова приводят нивелир в рабочее положение и берут отсчеты.

Второй результат измерения превышения

$$h''=a'-b',$$

не должен отличаться от первого результата h' больше, чем на ± 5 мм. В случае допустимого расхождения из обоих результатов определяют среднее значение с округлением до целых миллиметров. Проведя контроль нивелирования пикетов, приступают к нивелированию промежуточных (плюсовые) точек, точки поперечников и главные точки кривой. Нивелировщик на каждую из точек берет по одному отсчету с только по рабочей стороне рейки в случае двухсторонних реек, или только при втором горизонте инструмента – при односторонних рейках.

При нивелировании крутых склонов, как например, на станции 4 (см.рис.Ш.1), когда визирный луч нивелира в одну сторону «бьет на землю», а другую идет выше рейки, делают лишнюю станцию: между пикетами выбирают точку, расстояние до нее не измеряют, но так как она должна быть связующей ее закрепляют. Такие точки называют «иксовыми» и обозначают через X , в качестве связующих точек могут быть использованы плюсовые.

В начале и конце трассы нивелирный ход должен быть привязан к твердой точке – реперу или марке.

На рисунке Ш.1 показана схема расположения инструмента и реек при нивелировании некоторой части хода применительно варианту №1 (см.стр 84). Результаты нивелирования трассы наносятся в полевой журнал.

При разбивке пикетажа результаты всех измерений заносят в пикетажную книжку, в которой указывают размеры углов поворота трассы α , номера всех пикетов и плюсовых точек, а также вычеркивают абрис съемки полосы земли вдоль трассы (см.рис.Ш.4, стр.125).



СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ: По данным журнала геометрического нивелирования и пикетажного журнала построить продольный и поперечный профили участка трассы оси строящегося линейного сооружения. Нанести на продольный профиль проектную линию.

Работа состоит из следующих этапов:

- 1) обработка журнала геометрического нивелирования;
- 2) обработка пикетажного журнала;
- 3) построение продольного профиля в масштабах: для горизонтальных расстояний – 1:2000, вертикальных – 1:200;
- 4) построение профиля поперечника в масштабе 1:200 для горизонтальных и вертикальных расстояний;
- 5) построение на продольном профиле проектной линии;
- 6) оформление профилей.

Задание, представленное к сдаче содержит:

- 1) журнал геометрического нивелирования;
- 2) пикетный журнал;
- 3) продольный и поперечный профиль трассы оси строящегося линейного сооружения.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Таблица III.1, пикетажный журнал рис.III.4.

В таблице III.1 приведенных вариантах с 1 по 10 журналы нивелирования трассы односторонними рейками, с 11 по 25 журналы нивелирования двусторонними рейками.

Вариант для студентов заочного образования берётся в соответствие с двумя последние цифрами шифра студента, если две последние цифры 01 до 25 берет соответственный вариант, если от 26 до 50 тогда для получения варианта отнимают 25; если от 51 до 75 когда отнимают 50; если от 76 до 00 (100) то для получение варианта отнимают 76.

Порядок выполнения РГР поясним на примере варианта №1.

§ 8. ОБРАБОТКА ЖУРНАЛА НИВЕЛИРОВАНИЯ

(по данным табл. III.1)

1. На 11 (297x210) формате бумаги вычертить черной тушью или гелиевой ручкой журнал нивелирования (см. стр. 128).

2. Выписать в него исходные данные соответствующего варианта и проверить выписку (см. стр. 108-120).

3. Вычислить превышения передних связующих точек над задними

$$h' = a - b$$

$$h'' = a' - b'$$

где h' – превышения, вычисленные по отсчетам a и b при первом горизонте инструмента;

где h'' – превышения, вычисленные по отсчетам a' и b' при втором горизонте инструмента;

a и a' – отсчет по задней рейке;

b и b' – отсчет по передней рейке.

В приведенном примере на станции 1 превышение между репером 1 ПК 0 при первом горизонте инструмента будет равно:

$$h'_{ПК0} = 1524 - 1184 = +0340 \text{ мм};$$

при втором горизонте:

$$h''_{ПК0} = 1475 - 1135 = +0340 \text{ мм};$$

Расхождения в полученных превышениях между одними и теми же точками при двух положениях инструмента допускается не более ± 5 мм. Если разница получилась допустимой, то обе вычисленные значения превышения записывают в графу 6 журнала, затем из этих значений превышения вычисляют среднее арифметическое и записывают его в графу 8.

В том, случае, если задний отсчет меньше переднего, превышения получаются отрицательные и их записывают в графах 7 и 9. Таким способом вычисляют превышения между пикетными точками на всех станциях.

Превышения, вычисленные по отсчетам при первом горизонте инструмента (в мм).

$$H_{\text{ПК1}} = 2166 - 0615 = + 1551;$$

$$h_{\text{ПК2}} = 0955 - 1136 = - 0181;$$

$$h_{\text{ПКX}} = 1785 - 3921 = - 2136;$$

$$h_{\text{ПК3}} = 1272 - 3875 = - 2603;$$

$$h_{\text{ПК4}} = 2864 - 1986 = + 0878;$$

$$h_{\text{ПК5}} = 3225 - 1063 = + 2162;$$

$$h_{\text{Рп2}} = 0862 - 0729 = + 0133.$$

Превышения, вычисленные по отсчетам при втором горизонте (в мм):

$$h_{\text{ПК1}} = 2100 - 0547 = + 1553;$$

$$h_{\text{ПК2}} = 1060 - 1243 = - 0183;$$

$$h_{\text{ПКX}} = 1720 - 3854 = - 2134;$$

$$h_{\text{ПК3}} = 1283 - 3890 = - 2607;$$

$$h_{\text{ПК4}} = 2793 - 1913 = + 0880;$$

$$h_{\text{ПК5}} = 3120 - 0956 = + 2164;$$

$$h_{\text{Рп2}} = 0929 - 0798 = + 0131.$$

Вычисленные значения превышенной записывают в графах 6 (со знаком плюс) и 7 (со знаком минус).

4. Определить среднее превышение (в мм)

$$h_{\text{ПК0}} = \frac{+0340 + 0340}{2} = +0340;$$

$$h_{\text{ПК1}} = \frac{+1551 + 1553}{2} = +1552;$$

$$h_{\text{ПК2}} = \frac{-0181 + (-0183)}{2} = -0182;$$

$$h_{\text{X}} = \frac{-2136 + (-2134)}{2} = -2135;$$

$$h_{Rp2} = \frac{+0133 + 0131}{2} = +0132.$$

и т.д. до Rp2.

Полученные средние превышения записывают в графы 8 (со знаком плюс) и 9 (со знаком минус).

5. Для контроля правильности вычислений в журнале выполняют постраничный контроль. С этой целью на каждой странице необходимо суммировать отсчеты по рейкам (кроме пятой графы), превышения (вычисленные и средние) т.е. графы 3, 4, 6, 7, 8 и 9. Суммы записать как итог каждой графы на каждой странице. Результаты должны удовлетворять следующим условиям (это называется постраничный контроль):

$$\frac{\Sigma' 3 - \Sigma' 4}{2} = \frac{\Sigma' 6 + \Sigma' (-7)}{2} = \Sigma' 8 + \Sigma' (-9) = \Sigma' h_{cp} \quad (1) \text{ на первой странице, (III.1)}$$

$$\frac{\Sigma'' 3 - \Sigma'' 4}{2} = \frac{\Sigma'' 6 + \Sigma'' (-7)}{2} = \Sigma'' 8 + \Sigma'' (-9) = \Sigma'' h_{cp} \quad (2) \text{ на второй странице}$$

и т.д.

В нашем примере на первой странице журнала нивелирования имеем следующие значения постраничного контроля (см. стр.128).

$$\Sigma' 3 = 1524 + 1475 + 2166 + 2100 + 0955 + 1060 + 1785 + 1720 + 1272 + 1283 + 2864 + 2793 + 3225 + 3120 + 0862 + 0929 = 29133$$

$$\Sigma' 4 = 1184 + 1135 + 0615 + 0547 + 1136 + 1243 + 3921 + 3854 + 3875 + 3890 + 1986 + 1913 + 1063 + 0956 + 0729 + 0798 = 28845$$

$$\Sigma' 6 = 0340 + 0340 + 1551 + 15530878 + 0880 + 2162 + 2164 + 0133 + 0131 = 10132$$

$$\Sigma' 7 = -0181 - 0183 - 2136 - 2134 - 2603 - 2607 = -9844$$

$$\Sigma' 8 = 0340 + 1552 + 0879 + 2163 + 0132 = 5066$$

$$\Sigma' 9 = -0182 - 2135 - 2605 = -4922$$

Подставляя в формуле (1) имеем:

$$\Sigma' h_{cp} = \frac{29133 - 28845}{2} = \frac{+10132 + (-9844)}{2} = +5066 + (-4922) = +144 \text{ мм.}$$

Точно также на второй странице журнала нивелирования выполним постраничный контроль.

При постраничном контроле могут быть незначительные расхождения в $1 \div 2$ мм, получающиеся за счет округления средних значений превышений, не превышающие погрешности отсчета по рейке, а поэтому им можно пренебречь.

6. Суммировать средние превышения полученные в результате постраничного контроля

$$\sum' h + \sum'' h + \dots + \sum^n h = \sum h_{cp},$$

$\sum h_{cp}$ - алгебраическая сумма превышений по всей трассе

В нашем примере

$$\sum h_{cp} = \sum' h + \sum'' h = -425 + 569 = +144 \text{ мм.}$$

Результат записать в конце журнала нивелирования.

7. Подсчитать невязку хода по формуле

$$f_h = \sum h_{cp} - (H_n - H_o), \quad (\text{III.2})$$

где H_n и H_o – исходные отметки конечного и начального реперов.

Отметки начального и конечного реперов вычисляются по формуле, которая приведена в графе 2, (см. стр. 121) в соответствии с вариантом.

Например в нашем примере

$$H_{Rp1} = 87,563_{\text{м}} + n \cdot 0,341_{\text{м}}, \quad (\text{III.3})$$

$$H_{Rp2} = H_{Rp1} + 0,156 + m_{\text{мм}},$$

где: n – порядковый номер фамилии студента по журналу (для заочного образования по шифру, как указано ранее); m – количество букв в фамилии студента.

Пусть $n=10$, фамилия студента Ахмедов, тогда $m=7$, тогда по формулам (III.3):

$$H_{Rp1} = 87,563_{\text{м}} + 10 \cdot 0,341_{\text{м}} = 90,973_{\text{м}},$$

$$H_{Rp2} = 90,973_{\text{м}} + 0,156_{\text{м}} + 0,007 = 91,136_{\text{м}}.$$

Подставляя в формулу (III.2) получим невязку:

$$f_h = +0,144_{\text{м}} - (91,136_{\text{м}} - 90,973_{\text{м}}) = +0,144_{\text{м}} - 0,163_{\text{м}} = -0,019 = -19 \text{ мм.}$$

8. Определить предельную, допустимую невязку хода по формуле:

$$пред.f_h = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L_{\text{км}}} \quad (\text{III.4})$$

где $L_{\text{км}}$ – длина хода в километрах (расстояния между Рр1-ПК0 и Рр2-ПК5 брать по 100 м).

В нашем примере: $L_{\text{км}} = 700 \text{ м} = 0,7 \text{ км}$, то по формуле (III.4) $пред.f_h = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L_{\text{км}}}$ получим:

$$пред.f_h = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{0,7 \text{ км}} = \pm 42 \text{ мм}.$$

9. Если $f_h \leq пред.f_h$, то в середине значения превышений вводят поправки со знаком, с обратным знаку знаком невязки. Поправку вводить поровну (с округлением до целых миллиметров) во все превышения. Если невязка невелика (число миллиметров в невязке меньше количества превышений), то некоторые превышения в начале и конце хода оставляют без поправок. Убедившись, что сумма всех поправок равняется невязке с обратным знаком, поправки записывают в графах 8 и 9 сверху над средними значениями превышений.

В нашем примере:

$$f_h \leq пред.f_h, \quad \text{то есть} \quad -19 \text{ мм} < \pm 42 \text{ мм}.$$

Невязку $f_h - 19$ мм распределим поровну во все превышения (см. стр.127).

Вычислить отметки связующих точек хода по формуле:

$$H_{k+1} = H_k + h,$$

где H_{k+1} и H_k - отметки последующей и данной точек, т.е.:

$$H_{\text{ПК0}} = H_{\text{Рр1}} + h_{\text{ПК0}} + (h)_1$$

$$H_{\text{ПК1}} = H_{\text{ПК0}} + h_{\text{ПК1}} + (h)_2$$

$$H_{\text{ПК2}} = H_{\text{ПК1}} + h_{\text{ПК2}} + (h)_3$$

$$H_X = H_{\text{ПК2}} + h_X + (h)_4$$

$$H_{\text{ПК3}} = H_X + h_{\text{ПК3}} + (h)_5$$

$$H_{\text{Рр2}} = H_{\text{ПК5}} + h_{\text{Рр2}} + (h)_6,$$

где $(h)_1, (h)_2, \dots (h)_6$ - поправки в средние превышения, записанные в графах 8 и 9.

Отметка точки последующей точки равна отметке точки предыдущей плюс соответствующее исправленное превышение между этими точками.

Следует помнить, что отметки выражаются в метрах, а вычисленные в журнале превышения получаются в миллиметрах поэтому при вычислении отметок превышения необходимо выражать в метрах.

В нашем примере:

$$H_{ПК0} = 90,973 + 0,340 + 0,002 = 91,315 м$$

$$H_{ПК1} = 91,315 + 1,552 + 0,002 = 92,869 м$$

$$H_{ПК2} = 92,869 + (-0,182) + 0,002 = 92,689 м$$

$$H_X = 92,689 + (-2,135) + 0,002 = 90,556 м$$

$$H_{ПК3} = 90,556 + (-2,605) + 0,002 = 87,953 м$$

$$H_{ПК4} = 87,953 + 0,879 + 0,003 = 88,835 м$$

$$H_{ПК5} = 88,835 + 2,163 + 0,003 = 90,001 м$$

$$H_{Rp2} = 90,001 + 0,132 + 0,003 = 91,136 м$$

Как видно, контролем правильности вычислений отметок является получение в конце хода известной отметки H_{Rp2} конечной точки.

Вычисление отметки связующих точек записывать в журнал нивелирования графы 11 (см. стр.128).

С 1 по 10 варианты выполняется аналогично для вариантов с 2 по 25, где нивелирование трассы выполнены двусторонними рейками.

11. Вычислить отметки плюсовых точек и точек поперечников. Отметки этих точек определяют методом горизонта инструмента.

Горизонтом инструмента называется высота луча визирования над уровнем поверхности или отметка луча визирования.

Горизонт инструмента вычисляется по формуле:

$$ГИ = H_A + a,$$

где H_A – отметка заднего пикета; a – отсчет по рейке на этот пикет взятый при втором горизонте, при односторонних рейках или отсчет по черной стороне рейки при двусторонних рейках.

Горизонт инструмента равен высоте точки плюс отсчет по рейке, стоящей на этой же точке. Горизонт инструмента вычисляется только в тех станциях, где имеются плюсовые или поперечные точки (где имеется запись в графе 5).

В нашем примере горизонт инструмента необходимо вычислить на станциях 2, 3 и 6.

$$ГИ_{ст.2}=91,315+2,100=93,415 \text{ м};$$

$$ГИ_{ст.3}=92,869+1,060=93,929 \text{ м};$$

$$ГИ_{ст.6}=87,953+2,793=90,746 \text{ м}.$$

Результаты вычислений записывать в графе 10 журнала нивелирования (см.стр.128).

12. Вычислить отметки промежуточных точек. Отметка промежуточной точки (плюсовых и поперечных) равна горизонту инструмента на данной станции минус отсчет по рейке, стоящей на этой промежуточной точке.

В нашем примере: Отметка точки ПК0+68 на 2 станции

$$H_{ПК0+68}=93,415-0,847=92,568 \text{ м};$$

На 3 станции, отметка точки Пр 6,5 равна:

$$93,929-2,380=91,549 \text{ м};$$

Отметка точки Пр 20 равна:

$$93,929-0,155=93,774 \text{ м};$$

Отметка точки Лев 5,2 равна:

$$93,929-0,916=93,013 \text{ м};$$

Отметка точки Лев 20 равна:

$$93,929-3,621=90,308 \text{ м};$$

Отметка точки ПК3+34 на 6 станции

$$H_{ПК3+34}=90,746-3,890=86,856 \text{ м}.$$

Результаты записывать в графе 11 против соответствующих точек (см.стр.128)

§ 9. ОБРАБОТКА ПИКЕТАЖНОГО ЖУРНАЛА

По радиусу круговой кривой R и величине угла поворота $\alpha_{\text{пр}}$ (поворот трассы на право) находят элементы горизонтальной круговой кривой: тангенс – Т, кривую – К, домер – Д, биссектрису – Б.

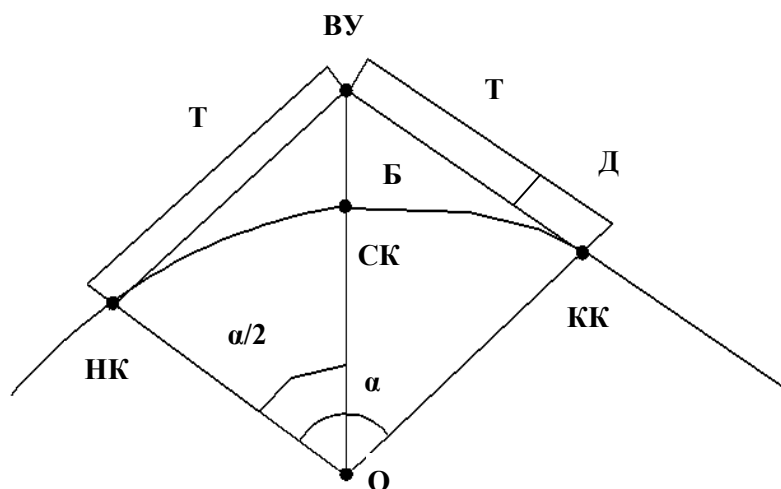


Рис. III.2.Элементы круговой кривой.

Определение элементов круговых кривых производят по формулам:

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad (\text{III.5})$$

$$K = \frac{\pi \cdot R \cdot \alpha}{180^\circ} = 0,017453 \cdot R\alpha \quad (\text{III.6})$$

$$Д = 2T - K \quad (\text{III.7})$$

$$Б = R \cdot \left(\frac{1}{\cos \alpha / 2} - 1 \right) \quad (\text{III.8})$$

Для выполнения РГР радиус круговой кривой R и угол поворота α студент определяет по формулам (заочники по шифру, как указывался выше):

$$R = 100_{\text{м}} + n_{\text{м}} + m_{\text{м}}, \quad (\text{III.9})$$

$$\alpha = 35^\circ + n^\circ m' \quad (\text{III.10})$$

где n – порядковый номер студента по журналу; m – количество букв в фамилии студента.

Пример: Пусть $n=10$ порядковый номер студента по журналу. Если фамилия студента Ахмедов, то $m=7$, тогда по формулам (III.9) и (III.10) определим:

$$R = 100_m + 10_m + 7_m = 117_m;$$

$$\alpha = 35^\circ + 10^\circ 07' = 45^\circ 07'.$$

Эти значения подставляя формулам (III.5), (III.6), (III.7) и (III.8) получим элементы круговой кривой.

$$T = 117 \cdot \operatorname{tg} \frac{45^\circ 07'}{2} = 117 \cdot \operatorname{tg} 22^\circ 33' 30'' = 117 \cdot 0,415407 = 48,60 \text{ м.}$$

Прежде чем вычислить K минутную часть угла поворота α необходимо перевести из шестеричной системы в десятичную для этого минутную часть угла поворота α надо разделить на 6. В нашем примере $\alpha = 45^\circ 07' = 45^\circ,11667$, тогда

$$K = 0,017453 \cdot R \alpha = 0,017453 \cdot 117 \cdot 45,11667 = 92,13 \text{ м;}$$

$$D = 2T - K = 2 \cdot 48,60 - 92,13 = 97,20 - 92,13 = 5,07 \text{ м;}$$

$$B = R \cdot \left(\frac{1}{\cos \alpha / 2} - 1 \right) = 117 \cdot (1,08285 - 1) = 117 \cdot 0,08285 = 9,69 \text{ м.}$$

В практике строительства сооружений T , K , D , B находят по «Таблицам для разбивки круговых и переходных кривых» (авт. В.Н.Ганьшин, Л.С.Хренев, К.Будивельник, 1974) которые составлены по приведенным формулам (III.5), (III.6), (III.7) и (III.8), в зависимости от α и R .

$$T = 117 \cdot \operatorname{tg} \frac{45^\circ 07'}{2} = 117 \cdot \operatorname{tg} 22^\circ 33' 30'' = 117 \cdot 0,415407 = 48,60 \text{ м.}$$

14. Рассчитать пикетажные значения начала НК и конца КК кривой с обязательным контролем вычислений. Расчет следует произвести в пикетажном журнале справа от трассы, условно проведенной в виде прямой (см. рис.III.4, стр.125), где приводится пикетажный журнал варианта №1.

Если известны элементы круговой кривой, главные точки ее в пикетажном исчислении определяют по формулам:

НК – начало круговой кривой:

$$HK = BV - T \quad (\text{III.11})$$

КК – конец круговой кривой:

$$KK = HK + K \quad (\text{III.12})$$

контроль:

$$KK = BV + T - D \quad (\text{III.13})$$

ВУ – вершина угла поворота, которая равна ПКЗ, для всех студентов одинакова.

Пример: Т=48,60 м, К=92,13 м, Д=5,07 м, ВУ=ПКЗ

по формулам (III.11), (III.12) и (III.13)

$$\begin{array}{r} \text{ВУ ПКЗ} = 300,00 \\ - \quad \quad \quad \text{Т} = 48,60 \\ \hline \text{НК} = 251,40 = \text{НК ПК2} + 51,40 \text{ м,} \\ \\ + \text{НК ПК2} + 51,40 = 251,40 \\ \quad \quad \quad \text{К} = 92,13 \\ \hline \text{КК} = 343,53 + \text{ПКЗ} + 43,53 \text{ м.} \end{array}$$

Контроль:

$$\begin{array}{r} + \text{ВУ ПКЗ} = 300,00 \\ \quad \quad \quad \text{Т} = 48,60 \\ \hline \quad \quad \quad 348,60 \\ - \quad \quad \quad \text{Д} = 5,07 \\ \hline \text{КК} = 343,53 + \text{ПКЗ} + 43,53 \text{ м,} \end{array}$$

расхождение до 1 см считают допустимым.

15. По начальному азимуту трассы A_n вычислить румб первоначального направления и углом поворота α трассы вычислить румбы остальных прямых вставить трассы.

Угол ориентирования азимута трассы после поворота на угол α определяется по формулам:

При угле поворота α направо:

$$A_{\text{прав}} = A_n + \alpha_{\text{прав}} \quad (\text{III.14})$$

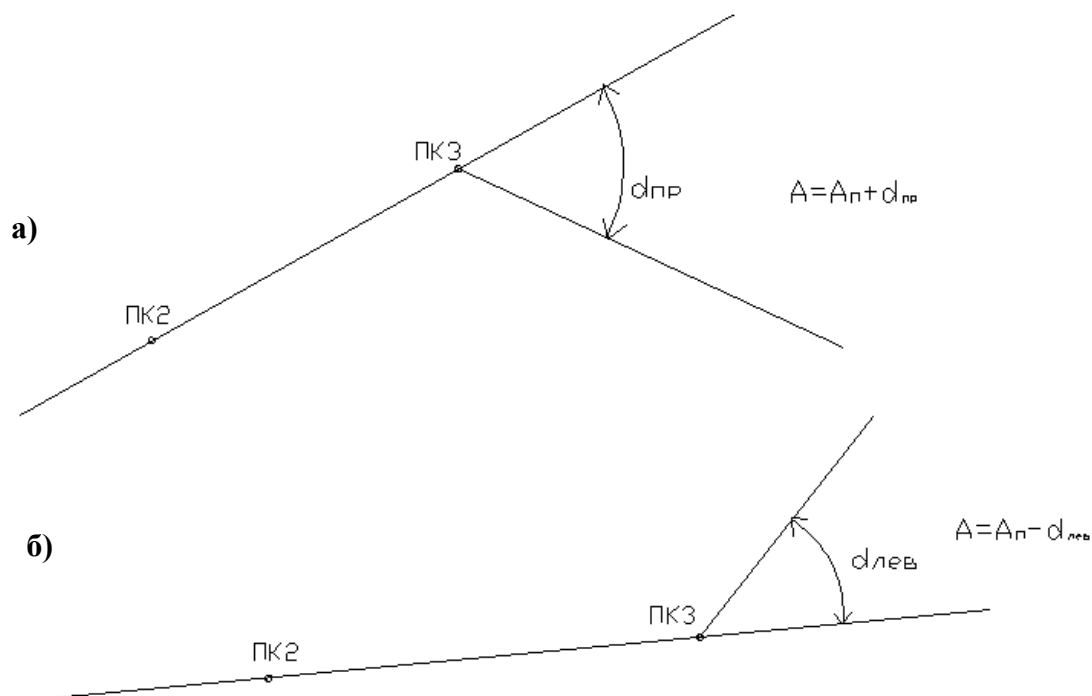


Рис. III.3. К определению азимута трассы.

При угле поворота α налево:

$$A_{лев} = A_n + \alpha_{лев}. \quad (\text{III.15})$$

В нашем примере $\alpha_{пр}=45^{\circ}07'$ (которая определена по формуле III.10).

По формуле:

$$A_n = 294^{\circ} + n^{\circ}m'. \quad (\text{III.16})$$

каждый студент определяет начальный азимут трассы своего варианта, где n – порядковый номер студента по журналу (по шифру студента); m – количество букв в фамилии студента.

при $n=10$ и $m=7$:

$$A_n = 294^{\circ} + 10^{\circ}07' = 304^{\circ}07'.$$

Так как угол поворота трассы в нашем примере на право, то по формуле (III.14) определим азимут трассы после поворота:

$$A = A_n + \alpha_{пр} = 304^{\circ}07' + 45^{\circ}07' = 349^{\circ}14'.$$

Румбы трассы до поворота и после поворота соответственно будут равны:

$$r_n = C3 : 55^{\circ}53';$$

$$r = C3 : 10^{\circ}46'.$$

Вычисленные значения румбов записывают в пикетажном журнале вдоль стрелок, указывающих повороты трассы (см. рис. III.4).

16. Составить пикетажный журнал заданного варианта.

Для составления пикетажного журнала пользоваться пикетажным журналом, который приводится на странице 125 и исходными данными таблицы (см. стр. 124).

В пикетажном журнале вместо контура №1, №2 и №3 соответственно нужно ставить ситуации лес хвойный, бурелом с порослью, залежь. На странице 128 (рис. III.5) приводится пикетажный журнал варианта №1 при $n=10$, $m=7$.

§ 10. ПОСТРОЕНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ТРАССЫ

Продольный профиль строят по данным пикетажного и нивелирного журналов в масштабе: горизонтальный 1:2000 и вертикальный 1:200.

Профиль строят на миллиметровой бумаге, на которой все размеры откладывают без измерителя.

Для построения профиля достаточно иметь лист миллиметровой бумаги размером 32х40 см. сначала профиль составить в карандаше, выполняя все необходимые построения тонкими линиями, закончив составление, профиль оформить в туши. На рис. III.5, стр. 130 приведен образец профиля составленного для варианта №1 при $n=10$, $m=7$.

Построение выполняют в такой последовательности.

17. Вычертить карандашом профильную сетку. Профильная сетка чертится в нижней левой части листа миллиметровой бумаги сверху вниз горизонтальными графами. Для данной работы рекомендуется расположение графы и их размеры взять согласно рис. III.4 (размеры в мм).

Верхняя линия профильной сетки называется линией условного горизонта.

1	Уклоны проектной линии		10
2	Проектные (красные) отметки		15
3	Черные отметки		15
4	Расстояния		10
5	Пикеты План прямых и кривых		30
6	План трассы		20

Рис. III.4. Образец профильной сетки

18. По данным пикетажного и нивелирного журналов (графа 2) заполнить графу расстояний профильной сетки. В масштабе 1:2000 отложить все пикетные (через 100 м) и плюсовые точки от ПК0 до ПК5. Плановое положение всех пикетов и плюсовых точек фиксируется вертикальными отрезками (ординатами). В этой графе вертикальные отрезки, обозначающие пикеты, в масштабе 1:2000 проводятся через 5 см. Подписывают расстояния между плюсовыми точками и ближайшими пикетами, причем сумма расстояний должна быть равна 100 м, иксовые точки не наносят. Под нижней линией графы расстояний, называемой линией пикетажа, подписывают номера пикетов (см. рис. III.6, стр. 130).

19. В графе «черные отметки» выписать из журнала нивелирования графа 11, отметки всех пикетов и плюсовых точек, округляя их значения до 0,01 м, подписи отметок ориентировать вертикально против соответствующих ординат (см. рис. III.6, стр. 130).

20. Построить линию продольного профиля. Для этого от линии условного горизонта отложить по ординатам отметки пикетов и плюсовых точек в масштабе 1:200. Чтобы профиль уместился на листе, линию условного горизонта (верхнюю линию сетки) принять не за 0, а с таким расчетом, чтобы его отметка на 4-5 см была ниже наименьшей отметки профиля, причем отметка эта должна соответствовать целому (лучше четному) числу метров.

В нашем примере при низкой отметке профиля 86,846 м условный горизонт удобно принять за 78 м, тогда последующие отметки через 1 см будут 78, 80, 82, ..., 92, 96.

От линии условного горизонта вверх по ординатам отложим отметки соответствующих пикетных и плюсовых точек и аккуратно наколим или наметим карандашом.

Для нанесения отметки 91,30 м от линии с оцифровкой 90 м надо отложить вверх 1,30 м, что в масштабе 1:200 (1 см=2 м, 1мм=0,2 м, 0,1мм=0,02 м) составит 6,5 мм (при построениях используется миллиметровая сетка бумаги). Для нанесения отметки 92,56 м (отметка ПК0+68) от линии с оцифровкой 92 м надо отложить вверх 0,56 м, что в масштабе 1:200 составит 0,28 мм и т.д.

Намеченные точки соединяем по линейке прямыми линиями. От точки до линии условного горизонта проведем ординаты (см. рис.Ш.6, стр.130).

21. Графу 5 заполнить по данным пикетажного журнала. Для этого по средней графе 5 провести прямую линию. В масштабе 1:2000 на линии пикетажа (графа 4) отложить пикетажные значения НК и КК от них опустить перпендикуляры на среднюю линию графы 5, изображающей ось строящегося сооружения. Вдоль перпендикуляров записать расстояния от начала и конца кривой до ближайших заднего и переднего пикетов (см. рис.Ш.6, стр.130).

Кривые условно обозначить скобами, обращенными при поворотах трассы вправо – выпуклостью вверх, а при поворотах ее влево – выпуклостью вниз. Под кривой записать значение шести ее элементов α , R, T, K, Д, Б. над серединой каждой прямой вставки трассы выписать ее длину, а под ней – ее румб.

В нашем примере прямая в начале трассы имеет длину 251,40, румб СЗ: 55°53'. После поворота трассы от КК до конца трассы длина прямой

равна 156, 47, которую можно определить по формуле (когда на трассе только один поворот).

$$d_{\text{прям}} = L - (HK + K),$$

где L – длина трассы, показанная на профиле.

Если $L=500$ м (т.к. число пикетов равен пяти)

$$HK = PK2 + 51,40 = 251,40 \text{ м};$$

$$K = 92,13 \text{ м},$$

то по формуле имеем:

$$d_{\text{прям}} = 500 - (251,40 + 92,13) = 156,47 \text{ м}.$$

Румб трассы после поворота равен СЗ: $10^{\circ}46'$.

Для изображения километрового указателя (на ПК0) от линии пикетажа (графа 5) опустить перпендикуляр длиной 17 мм, на конце которого вычертить окружность диаметром 5 мм и ее правую половину залить тушью.

22. Примерно в 1,5 см над линией профиля показать положение реперов. Для этого провести вертикальные отрезки длиной около 2 см, вдоль которых слева и справа записать прямоугольные координаты репера относительно трассы. На горизонтальной черте сверху указать номер репера и его отметку.

23. Заполнить графу 6 (план трассы) по данным пикетажного журнала. Для этого по середине графы 6 провести ось сооружения, условно развернутая в прямую линию и в масштабе 1:2000 строить план полосы местности, прилегающей к трассе. Вместо названий угодий их изображать условными знаками в соответствии с «Условными знаками для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500» М., Недра, 1973, ГУГК.

§ 11. НАНЕСЕНИЕ НА ПРОДОЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ ПРОЕКТНОЙ ЛИНИИ

Чтобы иметь представление о характере и размерах предстоящих земляных работ, а также для строительных целей необходимо на профиль нанести проектную линию будущего сооружения.

Для вычисления проектной отметки и нанесения ее на продольный профиль проектной линии и сходными данными является проектная отметка ПК0, уклоны и длина участка (см. стр.121, таблица №III.2, графы 3, 4, 5, 6 и 7).

24. В графу 2 «Проектные отметки» выписать заданную отметку ПК0 в соответствии с вариантом из таблицы №III.2, графа 3.

В нашем примере рассматривается вариант №1, поэтому за проектную отметку из таблицы №III.2, графы 3, берем отметку

$$H_{ПК0}^n = H_{ПК0} + 2,00 \quad (\text{III.17})$$

где $H_{ПК0}$ – черная отметка ПК0 которая берется из журнала нивелирования графы 11 или из продольного профиля трассы графа 3.

$H_{ПК0}=91,31$ подставляя это значение в (III.17) получим проектную отметку ПК0, т.е.:

$$H_{ПК0}^n = 91,31 + 2,00 = 93,31.$$

Полученные значения $H_{ПК0}^n = 93,31$ м запишем в графу 2 профильной сетки (см. стр.129).

25. Графу 1 «Уклоны проектной линии» ординатами разбить на участки, соответствующие длине уклонов, которая приводится для каждого варианта в таблице №III.2, графы 4 и 6.

В приводимом варианте №1 первая длина участка (см. стр.122 таблица №III.2, графа 4 и 6) равна от ПК0 до ПК3+34 (334 м), а вторая длина участка от ПК3+34 до ПК5 (166 м). Нанесение см. стр.130.

26. В разбитых участках (графа 1) показать уклоны в виде диагонали прямоугольника, направленной снизу – вверх при положительном уклоне и сверху – вниз при отрицательном.

Над диагональю подписать величину уклона без знаков \pm . Под диагональю записывается длина участка в метрах. Уклоны приведены в таблице №III.2 графы 5 и 7 для каждого варианта в отдельности. В рассматриваемом варианте №1 проектные уклоны для первого участка - 0,0135, а для второго участка +0,0072.

27. Вычислить проектные отметки всех последующих пикетов и плюсовых точек по формуле:

$$H_{K+1} = H_K + i \cdot d, \quad (\text{III.18})$$

где H_{K+1} и H_K – отметки последующей и данной точек; i – уклон; d – расстояние между точкой, отметка которой определяется и предыдущей точкой.

Во избежание лишних ошибок в вычислениях рекомендуется за предыдущую точку с отметкой H_K всегда брать начало данного элемента проектной линии, учитывая расстояние от этой начальной точки до точки, отметка которой вычисляется.

Например, для варианта №1 при $n=10$, $m=7$, проектная отметка $H_{ПК0}^n = 93,30$ м при длине участка 334 м. Уклон $i = -0,0135$ определим по формуле:

$$H_{ПК0+68}^n = H_{ПК0}^n + (-0,0135) \cdot 68 = 93,31 - 0,92 = 92,41 \text{ м}$$

$$H_{ПК1}^n = H_{ПК0}^n + (-0,0135) \cdot 100 = 93,31 - 1,35 = 91,96 \text{ м}$$

$$H_{ПК2}^n = H_{ПК0}^n + (-0,0135) \cdot 200 = 93,31 - 2,70 = 90,61 \text{ м}$$

$$H_{ПК3}^n = H_{ПК0}^n + (-0,0135) \cdot 300 = 93,31 - 4,05 = 89,26 \text{ м}$$

$$H_{ПК3+34}^n = H_{ПК0}^n + (-0,0135) \cdot 334 = 93,31 - 4,51 = 88,80 \text{ м}.$$

Проектная отметка $H_{ПК3+34}^n = 88,79 м$ будет служить начальной проектной отметкой для второго участка длина которого 166 м уклон $i = +0,0072$, так как первый участок заканчивается на точке ПК3+34.

Так же по формуле (III.18) определим.

$$H_{ПК4}^n = H_{ПК3+34}^n + 0,0072 \cdot 66 = 88,80 + 0,48 = 89,28 м;$$

$$H_{ПК5}^n = H_{ПК3+34}^n + 0,0072 \cdot 166 = 88,80 + 1,20 = 89,90 м.$$

28. Аналогично п^о20 отложить по ординатам проектные отметки пикетов и плюсовых точек.

29. Нанести проектную линию на профиль по начальной и конечной проектным (красным) отметкам каждого уклона.

В нашем примере $H_{ПК0}^n = 93,31 м$ и $H_{ПК3+34}^n = 88,80 м$ так же $H_{ПК3+34}^n = 88,80 м$ и $H_{ПК5}^n = 89,00 м$.

Контроль. Если вычисления, и построения пикетных и плюсовых точек выполнены верно, то эти точки, построенные по их проектным отметкам, должны точно попасть на проектную линию.

30. Вычислить рабочие отметки как разность проектных и черных отметок на каждом пикете и плюсовой точке профиля; положительные рабочие отметки (проектная линия идет по насыпи) подписать над проектной линией, отрицательные (выемка) – под проектной линией.

Пример вычисления рабочих отметок, вариант 1 при $n=10$, $m=7$ (см. стр.129):

$$r_{ПК0} = H_{ПК0}^n - H_{ПК0} = 93,31 - 91,31 = +2,00 м;$$

$$r_{ПК0+68} = H_{ПК0+68}^n - H_{ПК0+68} = 92,39 - 92,57 = -0,18 м$$

$$r_{ПК1} = H_{ПК1}^n - H_{ПК2} = 92,87 - 91,96 = -0,91 м$$

и т.д.

$$r_{ПК3} = H_{ПК3}^n - H_{ПК3} = 90,00 - 89,00 = +1,00 м.$$

31. Точка пересечения проектной линии с линией профиля (черной линией) называется точками нулевых работ (или переходными) записывают рабочие отметки 0,00.

Когда допущена погрешность при нанесении проектной линии точку нулевых работ легче обнаружить по следующему правилу: Точка нулевых работ всегда находится между рабочими отметками с противоположными знаками.

31-а. Вычислить расстояния до точек нулевых работ от ближайших пикетных или плюсовых точек по формулам:

$$S_o' = \frac{|r_1| \cdot d}{|r_1| + |r_2|} \quad \text{и} \quad S_o'' = \frac{|r_2| \cdot d}{|r_1| + |r_2|} \quad (\text{Ш.19})$$

где $|r_1|$ и $|r_2|$ - значения рабочих отметок, задней и передней, между которыми находится точка нулевых работ; d – расстояние между теми же ближайшими к точке нулевых работ точками профиля.

Вычисление расстояний S_o' и S_o'' контролируется соблюдением равенства

$$S_o' + S_o'' = d.$$

В нашем примере (см. стр.128) точка нулевых работ находятся между точками ПК0-ПК0+68, ПК2-ПК3 и ПК4-ПК5 соответственно между рабочими отметками $r_{i\hat{e}0} = +2,00 \div r_{i\hat{e}0+68} = -0,18$, $r_{ПК2} = -2,08 \div r_{ПК3} = +1,31$ и $r_{ПК4} = +0,46 \div r_{ПК5} = -1,00$.

По формуле (17) вычислим S_o' и S_o'' для точек нулевых работ между ПК0-ПК0+68

$$S_o' = \frac{|2,00| \cdot 68}{|2,00| + |-0,18|} = \frac{136}{2,18} = 62,39 \text{ м};$$

$$S_o'' = \frac{|-0,18| \cdot 68}{|2,00| + |-0,18|} = \frac{12,24}{2,18} = 5,61 \text{ м}.$$

Контроль

$$d = 62,39 + 5,61 = 68 \text{ м};$$

для точки нулевых работ между точками ПК2 и ПК3:

$$S_o' = \frac{|-2,08| \cdot 100}{|-2,08| + |1,31|} = \frac{208}{3,39} = 61,36 м;$$

$$S_o'' = \frac{|1,31| \cdot 100}{|-2,08| + |1,31|} = \frac{131}{3,39} = 38,64 м.$$

Контроль

$$d = 61,36 + 38,64 = 100 м,$$

для точки нулевых работ между точками ПК4 и ПК5:

$$S_o' = \frac{|0,45| \cdot 100}{|0,45| + |-1,00|} = \frac{45}{1,45} = 31,03 м;$$

$$S_o'' = \frac{|-1,00| \cdot 100}{|0,45| + |-1,00|} = \frac{100}{1,45} = 68,97 м.$$

Контроль

$$d = 31,03 + 68,97 = 100 м.$$

32. Вычисленные расстояния S_o' отложить от предыдущей пикетной (плюсовой) точки между которыми расположена точка нулевых работ, по горизонтальному масштабу. От найденной точки построить перпендикуляр к линии условного горизонта, если при построении продольного профиля и проведении проектной линии графические погрешности не допущены, то перпендикуляр точки совпадает пересечением проектной и черной линией. Расстояние S_o' и S_o'' записывают над линией условного горизонта слева и справа от перпендикуляра (ординаты).

33. Вычислить синие отметки (абсолютные отметки точек нулевых работ) от ближайших проектных отметок по формуле

$$H_c = H_{нк}^n + i \times S_o',$$

где H_c – синяя отметка (абсолютная отметка точек нулевых работ);

$H_{ПК}^n$ – ближайшая проектная отметка; S_o' – расстояние от ближайшей проектной отметки до точки нулевых работ; i – уклон в данном участке.

Пример. Вычислим синие отметки:

Для точки нулевых работ, расположенной между точками ПК2 ÷ ПК0+68, где $S_o' = 62,39 м$ ближайшая проектная отметка $H_{ПК}^n = 93,31 м$; $i = -0,0135$ тогда:

$$H_c = H_{ПК0}^n + (-0,0135) \cdot 62,39 = 93,31 - 0,84 = 92,47 м.$$

Для точки нулевых работ, расположенной между точками ПК2 ÷ ПК3, где $S_o' = 61,36 м$; $i = -0,0135$ $H_{ПК}^n = 90,61 м$; тогда:

$$H_c = H_{ПК2}^n + (-0,0135) \cdot 61,36 = 90,61 - 0,83 = 89,78 м.$$

Для точки нулевых работ, расположенной между точками ПК4 ÷ ПК5 где $S_o' = 31,03 м$ ближайшая проектная отметка $H_{ПК}^n = 89,28 м$; $i = 0,0072$ тогда:

$$H_c = H_{ПК4}^n + 0,0072 \cdot 31,03 = 89,28 + 0,22 = 89,50 м$$

34. Вычисление отметки H_c (синие отметки) записать вдоль перпендикуляров (ординат) нулевых работ (см. стр.130).

§ 12. ПОСТРОЕНИЕ ПОПЕРЕЧНОГО ПРОФИЛЯ

Поперечники вычерчивают так же как и продольный профиль, по отметкам точек и расстоянием между ними, только масштабы для вертикальных и горизонтальных линий принимают одинаковые 1:200.

Над пикетом продольного профиля, на котором был взят данный поперечник, прочерчивают ось поперечника (в нашем примере поперечник взят на ПК1) см. рис.III.6, стр.130.

Для поперечника подготавливают и заполняют только две графы: черная отметка и расстояние. От прочерченной оси поперечника откладывают в масштабе горизонтальные расстояния до пронивелированных точек (в разбираемом примере от оси вправо следует отложить 6,5 и 20 м, а влево 5,2 и 20 м) и подписывают расстояния между этими точками.

Над полученными точками надписывают вертикально их отметки, взятые из нивелирного журнала и откладывают их в том же масштабе от принятого для поперечника условного горизонта. Над поперечником подписывают его название «Поперечник на ПК». В разбираемом примере поперечник взят на ПК1 поэтому в название пишем «Поперечник на ПК1» см. стр.129. под чертежом указывают его масштаб.

§ 13. ОФОРМЛЕНИЕ ПРОФИЛЕЙ

Красной тушью оформляют проектную линию и все рабочие отметки (кроме нулевых), ось дороги в графе 6, все линии и цифры в графе уклонов, разделительную линию между графами 1 и 2, проектные отметки, все линии и надписи в графе 5 (кроме номеров пикетов).

Синей тушью показывают перпендикуляры из точек нулевых работ на линии условного горизонта, рабочие отметки 0,00, синие отметки (высоты) точек нулевых работ, горизонтальные расстояния S_o' и S_o'' , а также линию пикетажа (нижнюю линию графы 4).

Черной тушью выполняют все остальные линии, надписи и цифры. Насыпи раскрашивают красной краской (или карандашом), а выемки желтой.

Перед сдачей РГР все материалы следует подшивать в указанной последовательности:

- титульный лист (см. образец стр.127), на 11 формате;
- пикетажный журнал (см. образец стр.126), на 11 формате;
- журнал нивелирования (см. образец стр.128), на 11 формате;
- продольный и поперечный профиль оси строящегося сооружения, на 12 формате.

Приложение III. 1

Исходные данные к РГР для составления журнала нивелирования

Вариант 1				
№ станции	№ пикетов и плюсовых точек	Отсчеты по рейкам		
		задние	передние	Промежуточные
1	2	3	4	5
1	Rp1 ПК0	1524 1473	1184 1135	
2	ПК0 +68 ПК1	2166 2100	0615 0547	0847
3	ПК1 Пр.6,5 Пр.20 Лев.5,2 Лев.20 ПК2	0955 1060	1136 1243	2380 0155 0916 3621
4	ПК2 X	1785 1720	3921 3854	
5	X ПК3	1272 1283	3875 3890	
6	ПК3 +34 ПК4	2864 2793	1986 1913	3890
7	ПК4 ПК5	3225 3120	1063 0956	
8	ПК5 Rp2	0862 0929	0729 0798	

Вариант 2				
№ станции	№ пикетов и плюсовых точек	Отсчеты по рейкам		
		задние	передние	Промежуточные
1	2	3	4	5
1	Rp3 ПК0	0847 0882	0685 0718	
2	ПК0 ПК1	0794 0782	2156 2144	
3	ПК1 +72 ПК2	0322 0340	3456 3478	1762
4	ПК2 Пр.4,2 Пр.12,8 Пр.20 Лев.6,4 Лев.20 ПК3	1845 1890	3047 3092	0875 0412 0747 1353 0816
5	ПК3 +34 ПК3	1723 1800	0549 0629	1532
6	ПК4 X	2393 2438	0555 0602	
7	X ПК5	1038 1024	0284 0270	
8	ПК5 Rp2	0475 0411	0683 0620	

Продолжение приложения III.1

Вариант 3				
№ станций	№ пикетов и плюсовых точек	Отсчеты по рейкам		
		задние	передние	Промежуточные
1	2	3	4	5
1	Rp5 ПК0	0845 0892	0469 0518	
2	ПК0 +36 ПК1	1723 1800	0849 0924	1532
3	ПК1 X	0855 0904	2393 2438	
4	X ПК2	0284 0270	1938 1924	
5	ПК2 +42 +66 ПК3	0266 0370	0556 0658	3578 3596
6	ПК3 ПК4	2011 1908	0644 0541	
7	ПК4 Пр.8,6 Пр.20 Лев.12,4 Лев.20 ПК5	2880 2781	0255 0158	3676 1656 3564 1257
8	ПК5 Rp6	1424 1401	1217 1196	

Вариант 4				
№ станций	№ пикетов и плюсовых точек	Отсчеты по рейкам		
		задние	передние	Промежуточные
1	2	3	4	5
1	Rp7 ПК0	1423 1519	1187 1283	
2	ПК0 ПК1	1342 1448	1960 2062	
3	ПК1 X	0220 0229	2752 2763	
4	X ПК2	0802 0853	2389 2438	
5	ПК2 +26 +42 ПК3	1220 1339	1154 1271	2502 1984
6	ПК3 ПК4	2395 2485	0234 0322	
7	ПК4 Пр.8,6 Пр.12 Пр.20 Лев.10,2 Лев.20 ПК5	2473 2248	0675 0450	0938 1775 2115 1957 3856
8	ПК5 Rp8	1960 1862	1442 1344	

Продолжение приложения III.1

Вариант 5				
№ станций	№ пикетов и плюсовых точек	Отсчеты по рейкам		
		задние	передние	Промежуточные
1	2	3	4	5
1	Rp9 ПК0	1452 1500	1254 1298	
2	ПК0 +68 ПК1	1846 1792	0593 0541	1386
3	ПК1 ПК2	2856 2732	0479 0353	
4	ПК2 +36 +82 ПК3	1956 1983	0712 0741	0924 0537
5	ПК3 X	0990 1037	2721 2768	
6	X ПК4	0888 0920	2612 2648	
7	ПК4 Пр.12,4 Пр.20 Лев.5,8 Лев.20 ПК5	1662 1725	0966 1031	3108 2425 1883 0634
8	ПК5 Rp10	1205 1250	1328 1377	

Вариант 6				
№ станций	№ пикетов и плюсовых точек	Отсчеты по рейкам		
		задние	передние	Промежуточные
1	2	3	4	5
1	Rp11 ПК0	1305 1379	1520 1592	
2	ПК0 +28 ПК1	1018 1061	1012 1059	1722
3	ПК1 Пр.7,6 Пр.20 Лев.9,4 Лев.20 ПК2	2319 2401	0485 0571	1682 1706 1954 2485
4	ПК2 X	1598 1641	0118 0159	
5	X ПК3	2675 2728	0681 0732	
6	ПК3 +18 +72 ПК4	1812 1882	1553 1621	1896 1539
7	ПК4 ПК5	0830 0893	3037 3100	
8	ПК5 Rp12	1159 1317	1861 2021	

Продолжение приложения III.1

Вариант 7				
№ станций	№ пикетов и плюсовых точек	Отсчеты по рейкам		
		задние	передние	Промежуточные
1	2	3	4	5
1	Rp13 ПК0	1711 1675	1262 1224	
2	ПК0 ПК1	0867 0960	1501 1592	
3	ПК1 +24 +76 ПК2	1267 1337	1735 1803	2407 3248
4	ПК2 X	0677 0738	2542 2601	
5	X ПК3	0679 0620	2855 2798	
6	ПК3 +32 +80 ПК4	1481 1395	1081 0997	1785 1352
7	ПК4 Пр.6,2 Пр.20 Лев.7,6 Лев.12,8 Лев.20 ПК5	2356 2292	0421 0355	3318 1542 3681 1973 1215
8	ПК5 Rp14	1399 1470	1525 1596	

Вариант 8				
№ станций	№ пикетов и плюсовых точек	Отсчеты по рейкам		
		задние	передние	Промежуточные
1	2	3	4	5
1	Rp15 ПК0	1250 1095	1202 1045	
2	ПК0 ПК1	1719 1790	0461 0534	
3	ПК1 X	3003 2938	0212 0145	
4	X ПК2	3445 3367	1004 0922	
5	ПК2 +38 ПК3	0924 1041	2124 2239	0937
6	ПК3 +46 +78 ПК4	1811 1776	1178 1141	2532 1596
7	ПК4 Пр.3,2 Пр.20 Лев.3,8 Лев.7,6 Лев.20 ПК5	1914 1849	0320 0259	1956 3814 1908 2891 1653
8	ПК5 Rp16	1223 1190	1665 1634	

Продолжение приложения III.1

Вариант 9				
№ станций	№ пикетов и плюсовых точек	Отсчеты по рейкам		
		задние	передние	Промежуточные
1	2	3	4	5
1	Rp17 ПК0	1062 0994	2003 1933	
2	ПК0 +64 ПК1	0943 0828	2123 2008	2426
3	ПК1 X	0283 0306	2782 2801	
4	X ПК2	0248 0189	2718 2655	
5	ПК2 Пр.10,6 Пр.20 Лев.12,4 Лев.20 ПК3	1451 1499	3663 3711	2318 3424 1478 0159
6	ПК3 +12 +68 ПК4	1781 1687	0918 0822	2153 2007
7	ПК4 ПК5	2810 2782	0816 0788	
8	ПК5 Rp18	1792 1865	1203 1278	

Вариант 10				
№ станций	№ пикетов и плюсовых точек	Отсчеты по рейкам		
		задние	передние	Промежуточные
1	2	3	4	5
1	Rp19 ПК0	1932 1881	1848 1795	
2	ПК0 ПК1	1925 1939	0836 0850	
3	ПК1 X	2942 3037	0248 0341	
4	X ПК2	2638 2652	0120 0132	
5	ПК2 +32 +76 ПК3	2723 2700	0868 0843	2519 0918
6	ПК3 +58 ПК4	1608 1620	0596 0606	1596
7	ПК4 Пр.7,6 Пр.20 Лев.9,4 Лев.20 ПК5	0897 0905	2755 2767	1595 2790 1584 0391
8	ПК5 Rp20	0497 0509	1602 1610	

Продолжение приложения III.1

Вариант 11				
№ станций	№ пикетов и плюсовых точек	Отсчеты по рейкам		
		задние	передние	Промежу-точные
1	2	3	4	5
1	Rp21 ПК0	6727 1944	6546 1760	
2	ПК0 ПК1	6621 1837	5534 0748	
3	ПК1 X	7839 3054	5047 0260	
4	X +76,35 ПК2	7533 2750	5118 0332	0950
5	ПК2 ПК3	7520 2735	5566 0780	
6	ПК3 ПК4	6304 1520	5394 0608	
7	ПК4 +72,15 Пр.10,5 Пр.20 Лев.6,35 Лев.20 ПК5	5672 0886	7453 2667	1318 1607 2802 1596 0590
8	ПК5 Rp22	5194 0409	6400 1614	

Вариант 12				
№ станций	№ пикетов и плюсовых точек	Отсчеты по рейкам		
		задние	передние	Промежу-точные
1	2	3	4	5
1	Rp23 ПК0	5682 0897	5422 0635	
2	ПК0 ПК1	5529 0744	6992 2205	
3	ПК1 +72,3 ПК2	5158 0372	6189 1406	1812
4	ПК2 +36,53 Пр.8,38 Пр.20 Лев.12,81 Лев.20 ПК3	6580 1795	7883 3097	1535 1678 1068 1905 1727
5	ПК3 ПК4	6555 1773	5285 0499	
6	ПК4 +84,0 ПК5	7126 2343	5391 0605	
7	ПК5 X	6764 1979	5019 0234	
8	X Rp24	5212 0426	5518 0733	

Продолжение приложения III.1

Вариант 13				
№ станции	№ пикетов и плюсовых точек	Отсчеты по рейкам		
		задние	передние	Промежуточные
1	2	3	4	5
1	Rp25 ПК0	6418 1632	6068 1283	
2	ПК0 ПК1	5675 0889	6206 1422	
3	ПК1 +67,7 Пр.6,8 Пр.20 Лев.10 Лев.20 ПК2	5974 1188	6540 1756	2112 2340 2765 2120 2318
4	ПК2 X	5481 0698	7249 2463	
5	X +80,6 ПК3	5385 0600	7662 2876	1388
6	ПК3 ПК4	6285 1502	5783 1002	
7	ПК4 +76,0 ПК5	7061 2277	5200 0416	0885
8	ПК5 Rp26	6206 1420	6231 1446	

Вариант 14				
№ станции	№ пикетов и плюсовых точек	Отсчеты по рейкам		
		задние	передние	Промежуточные
1	2	3	4	5
1	Rp27 ПК0	5936 1151	5090 0303	
2	ПК0 ПК1	6506 1719	5135 0352	
3	ПК1 +86,15 Пр.12,0 Пр.20 Лев.10,0 Лев.20 ПК2	7790 3004	5098 0313	2515 2314 2402 2305 2366
4	ПК2 X	8231 3446	5690 0905	
5	X ПК3	5608 0825	6911 2125	
6	ПК3 ПК4	6598 1812	5864 1079	
7	ПК4 +46,38 ПК5	6601 1815	5107 0321	1985
8	ПК5 Rp28	6007 1224	6352 1566	

Продолжение приложения III.1

Вариант 15				
№ станций	№ пикетов и плюсовых точек	Отсчеты по рейкам		
		задние	передние	Промежуточные
1	2	3	4	5
1	Rp29 ПК0	5949 1163	6787 2004	
2	ПК0 ПК1	5731 0944	7009 2224	
3	ПК1 X	5169 0384	7569 2783	
4	X +68,12 ПК2	5034 0249	7604 2819	1212
5	ПК2 +76,38 Пр.10 Пр.20 Лев.8,45 Лев.20 ПК3	6343 1557	7447 2664	2895 1661 1740 1825 1445
6	ПК3 ПК4	6571 1785	5806 1019	
7	ПК4 +68,76 ПК5	7694 2911	5603 0817	2256
8	ПК5 Rp30	6578 1793	6091 1304	

Вариант 16				
№ станций	№ пикетов и плюсовых точек	Отсчеты по рейкам		
		задние	передние	Промежуточные
1	2	3	4	5
1	Rp31 ПК0	6038 1252	6002 1214	
2	ПК0 ПК1	6617 1830	5258 0473	
3	ПК1 +32,18 Пр.10,3 Пр.20 Лев.10,8 Лев.20 ПК2	7901 3115	5210 0424	2767 2314 2404 2305 2166
4	ПК2 X	8341 3557	5802 1016	
5	X +46,86 ПК3	5722 0936	7020 2236	2533
6	ПК3 ПК4	6708 1923	5966 1180	
7	ПК4 ПК5	6711 1926	5217 0432	
8	ПК5 Rp32	5122 1335	5461 1677	

Продолжение приложения III.1

Вариант 17				
№ станций	№ пикетов и плюсовых точек	Отсчеты по рейкам		
		задние	передние	Промежуточные
1	2	3	4	5
1	Rp33 ПК0	5680 0895	5205 0410	
2	ПК0 +36,28 ПК1	6457 1675	5685 0899	1582
3	ПК1 ПК2	5689 0905	7130 2343	
4	ПК2 X	5022 0237	6774 1986	
5	X ПК3	5502 0716	5190 0406	
6	ПК3 +76,15 ПК4	6747 1961	5479 0694	3143
7	ПК4 +38,19 Пр.12 Пр.20 Лев.8,65 Лев.20 ПК5	7816 3030	5088 0305	1815 2000 2910 3090 3123
8	ПК5 Rp34	6160 1374	6051 1267	

Вариант 18				
№ станций	№ пикетов и плюсовых точек	Отсчеты по рейкам		
		задние	передние	Промежуточные
1	2	3	4	5
1	Rp35 ПК0	6309 1523	5971 1183	
2	ПК0 ПК1	6128 1342	6845 2060	
3	ПК1 +42,18 X	5109 0328	7538 2752	2060
4	X ПК2	5583 0802	7274 2489	
5	ПК2 ПК3	6607 1820	5939 1154	
6	ПК3 +26,35 ПК4	7281 2495	5217 0434	2602
7	ПК4 +75,30 Пр.12,30 Пр.20 Лев.10 Лев.20 ПК5	7359 2573	5462 0675	2015 2402 2378 2676 2212
8	ПК5 Rp36	6753 1969	6328 1542	

Продолжение приложения III.1

Вариант 19				
№ станций	№ пикетов и плюсовых точек	Отсчеты по рейкам		
		задние	передние	Промежуточные
1	2	3	4	5
1	Rp37 ПК0	6550 1763	6050 1265	
2	ПК0 ПК1	6642 1857	5491 0704	
3	ПК1 +68,54 ПК2	7753 2967	7273 2490	3300
4	ПК2 ПК3	6753 1967	5608 0823	
5	ПК3 X	5886 1101	7516 2732	
6	X +36,15 ПК4	5686 0899	7508 2723	2099
7	ПК4 +72,35 Пр.7,30 Пр.20 Лев.12,51 Лев.20 ПК5	6556 1773	5763 0977	1700 1630 1800 1920 1516
8	ПК5 Rp38	5999 1216	6225 1439	

Вариант 20				
№ станций	№ пикетов и плюсовых точек	Отсчеты по рейкам		
		задние	передние	Промежуточные
1	2	3	4	5
1	Rp39 ПК0	6201 1416	6313 1531	
2	ПК0 ПК1	5715 0929	5908 1123	
3	ПК1 +72,16 ПК2	7216 2430	5282 0496	2957
4	ПК2 X	6394 1609	5116 0329	
5	X ПК3	7572 2786	5478 0692	
6	ПК3 ПК4	6609 1823	6448 1664	
7	ПК4 +38,53 Пр.12,85 Пр.20 Лев.8,15 Лев.20 ПК5	5727 0941	7233 2448	1825 3209 2536 1994 0745
8	ПК5 Rp40	5956 1170	6558 1772	

Продолжение приложения III.1

Вариант 21				
№ станций	№ пикетов и плюсовых точек	Отсчеты по рейкам		
		задние	передние	Промежуточные
1	2	3	4	5
1	Rp41 ПК0	5547 0761	5278 0492	
2	ПК0 +38,0 ПК1	5278 0492	7346 2561	1870
3	ПК1 X	6087 1301	7473 2689	
4	X ПК2	5083 0299	7758 2971	
5	ПК2 ПК3	7389 2604	5592 0806	
6	ПК3 ПК4	7592 2803	5246 0461	
7	ПК4 +73,10 Пр.12,3 Пр.20 Лев.10 Лев.20 ПК5	7587 2802	5615 0829	2815 2780 2800 2700 2234
8	ПК5 Rp42	5718 0934	6096 1311	

Вариант 22				
№ станций	№ пикетов и плюсовых точек	Отсчеты по рейкам		
		задние	передние	Промежуточные
1	2	3	4	5
1	Rp43 ПК0	7079 2294	5547 0761	
2	ПК0 ПК1	7346 2561	5278 0492	
3	ПК1 +24,54 ПК2	7473 2689	6087 1301	1786
4	ПК2 X	7758 2971	5083 0299	
5	X ПК3	5592 0806	7389 2604	
6	ПК3 ПК4	5246 0461	7591 2803	
7	ПК4 +59,10 Пр.12,3 Пр.20 Лев.10,56 Лев.20 ПК5	5616 0829	7587 2802	2628 2815 2780 2900 2567
8	ПК5 Rp44	6096 1311	5718 0934	

Продолжение приложения III.1

Вариант 23				
№ станций	№ пикетов и плюсовых точек	Отсчеты по рейкам		
		задние	передние	Промежуточные
1	2	3	4	5
1	Rp45 ПК0	7518 2729	5993 1207	
2	ПК0 ПК1	5716 0930	7504 2720	
3	ПК1 +26,17 ПК2	6017 1231	7310 2524	1714
4	ПК2 +38,75 ПК3	5216 0431	7432 2645	1412
5	ПК3 +76,18 Пр.8 Пр.20 Лев.11,45 Лев.20 ПК4	7207 2422	7469 2684	2638 2540 2800 2100 2676
6	ПК4 X	6057 1271	7050 2264	
7	X ПК5	6287 1501	5911 1128	
8	ПК5 Rp46	7314 2528	5159 0374	

Вариант 24				
№ станций	№ пикетов и плюсовых точек	Отсчеты по рейкам		
		задние	передние	Промежуточные
1	2	3	4	5
1	Rp47 ПК0	6487 1701	5935 1152	
2	ПК0 ПК1	5553 0767	6287 1501	
3	ПК1 +34,50 +78,30 ПК2	6052 1267	5363 0577	1332 1728
4	ПК2 X	5363 0577	7327 2542	
5	X ПК3	5465 0679	7538 2755	
6	ПК3 +36,6 +78,15 ПК4	6165 1381	5867 1081	2859 2456
7	ПК4 +81,20 Пр.6,12 Пр.20 Лев.10,56 Лев.20 ПК5	7142 2356	5106 0321	2110 2448 2583 2219 1869
8	ПК5 Rp48	6087 1299	6310 1525	

Продолжение приложения III.1

Вариант 25				
№ станций	№ пикетов и плюсовых точек	Отсчеты по рейкам		
		задние	передние	Промежуточные
1	2	3	4	5
1	Rp49 ПК0	6230 1443	5892 1107	
2	ПК0 +26,12 ПК1	5988 1202	6707 1920	2301
3	ПК1 X	5120 0335	7541 2757	
4	X ПК2	5499 0712	7184 2399	
5	ПК2 +28,53 +46,50 ПК3	5984 1200	5819 1034	2270 1406
6	ПК3 +35,88 Пр.9,6 Пр.20 Лев.10,31 Лев.20 ПК4	7119 2330	5421 0635	2415 2654 2867 2567 2612
7	ПК4 ПК5	7404 2620	5145 0359	
8	ПК5 Rp50	6606 1820	6187 1402	

Исходные данные

Радиус круговой кривой $R = 100_m + n_m + m_m$;

Угол поворота $\alpha = 35^\circ + n^\circ m'$;

Вершина угла поворота ВУ=ПК3;

Начальный азимут трассы $A_n = 294^\circ + n^\circ m'$;

где n – порядковый номер студента по журналу;

m – количество букв в фамилии студента.

Варианты	Отметки начального и конечного реперов, м. $H_{нач}$ и $H_{кон}$	Проектная отметка пикета ПК0	№ пикетов и плюсов (длина участка	Проектный уклон	№ пикетов и плюсов (длина участка	Проектный уклон
1	2	3	4	5	6	7
1	$H_{Rp1} = 87,563м + n \cdot 0,341м$	$H_{ПК0} + 2,00$	ПК0÷ПК3+34	-0,0135	ПК3+34÷ПК5	+0,0072
	$H_{Rp2} = H_{Rp1} + 0,156м + мм$					
2	$H_{Rp3} = 86,504м + n \cdot 0,341м$	$H_{ПК0} - 0,47$	ПК0÷ПК3	-0,0138	ПК3÷ПК5	+0,0078
	$H_{Rp4} = H_{Rp3} - 1,969м - мм$					
3	$H_{Rp5} = 89,692м + n \cdot 0,341м$	$H_{ПК0} + 1,04$	ПК0÷ПК2+42	-0,0130	ПК2+42÷ПК5	+0,0087
	$H_{Rp6} = H_{Rp5} + 1,956м + мм$					
4	$H_{Rp7} = 93,618м + n \cdot 0,341м$	$H_{ПК0} - 0,86$	ПК0÷ПК2+42	-0,0107	ПК2+42÷ПК5	0,0045
	$H_{Rp8} = H_{Rp7} + 0,055м + мм$					
5	$H_{Rp9} = 93,786м + n \cdot 0,341м$	$H_{ПК0} - 0,98$	ПК0÷ПК2+36	+0,0240	ПК2+36÷ПК5	-0,0098
	$H_{Rp10} = H_{Rp9} + 2,176м - мм$					
6	$H_{Rp11} = 95,607м + n \cdot 0,341м$	$H_{ПК0} - 1,19$	ПК0÷ПК3	+0,0187	ПК3÷ПК5	0

	$H_{Rp12} = H_{Rp11} + 2,460M + mmm$					
7	$H_{Rp13} = 95,683M + n \cdot 0,341M$	H _{ПК0} -0,53	ПК0÷ПК5	-0,0088	—	—
	$H_{Rp14} = H_{Rp13} - 2,470M + mmm$					
8	$H_{Rp15} = 86,217M + n \cdot 0,341M$	H _{ПК0} -1,67	ПК0÷ПК2	+0,0408	ПК2÷ПК5	-0,0025
	$H_{Rp16} = H_{Rp15} + 7,135M + mmm$					
9	$H_{Rp17} = 94,816M + n \cdot 0,341M$	H _{ПК0} +1,02	ПК0÷ПК3	-0,0313	ПК3÷ПК5	+0,0094
	$H_{Rp18} = H_{Rp17} - 5,861M - mmm$					
10	$H_{Rp19} = 86,875M + n \cdot 0,341M$	H _{ПК0} -1,76	ПК0÷ПК2+76	+0,0357	ПК2+76÷ПК5	+0,0007
	$H_{Rp20} = H_{Rp19} + 6,283M - mmm$					
11	$H_{Rp21} = 40,890M + n \cdot 0,341M$	H _{ПК0} -0,48	ПК0÷ПК3	+0,0291	ПК3÷ПК5	+0,0031
	$H_{Rp22} = H_{Rp21} + 6,380M - mmm$					
12	$H_{Rp23} = 47,270M + n \cdot 0,341M$	H _{ПК0} -0,83	ПК0÷ПК3	-0,0099	ПК3÷ПК5	+0,0113
	$H_{Rp24} = H_{Rp23} + 0,915M + mmm$					
13	$H_{Rp25} = 48,185M + n \cdot 0,341M$	H _{ПК0} +0,37	ПК0÷ПК3+50	-0,0137	ПК3+50÷ПК5	+0,0053
	$H_{Rp26} = H_{Rp25} - 2,465M - mmm$					
14	$H_{Rp27} = 45,720M + n \cdot 0,341M$	H _{ПК0} -1,27	ПК0÷ПК3	+0,0219	ПК3÷ПК5	+0,0081
	$H_{Rp28} = H_{Rp27} + 8,047M + mmm$					
15	$H_{Rp29} = 53,767M + n \cdot 0,341M$	H _{ПК0} +1,49	ПК0÷ПК3	-0,0374	ПК3÷ПК5	+0,0288
	$H_{Rp30} = H_{Rp25} - 5,096M - mmm$					
16	$H_{Rp31} = 48,911M + n \cdot 0,341M$	H _{ПК0} +0,05	ПК0÷ПК5	+0,0160	—	—

	$H_{Rp32} = H_{Rp31} + 7,239M + mmm$					
17	$H_{Rp33} = 56,150M + n \cdot 0,341M$	$H_{ПК0}+0$	$ПК0 \div ПК4$	-0,0021	$ПК4 \div ПК5$	+0,0180
	$H_{Rp34} = H_{Rp21} + 2,491M - mmm$					
18	$H_{Rp35} = 58,641M + n \cdot 0,341M$	$H_{ПК0}+1,22$	$ПК0 \div ПК2$	-0,0260	$ПК2 \div ПК5$	+0,0057
	$H_{Rp36} = H_{Rp35} + 0,579M - mmm$					
19	$H_{Rp37} = 59,220M + n \cdot 0,341M$	$H_{ПК0}-0,32$	$ПК0 \div ПК2$	+0,0097	$ПК2 \div ПК5$	-0,0088
	$H_{Rp38} = H_{Rp37} + 0,371M + mmm$					
20	$H_{Rp39} = 59,591M + n \cdot 0,341M$	$H_{ПК0}-1,98$	$ПК0 \div ПК3$	+0,0217	$ПК3 \div ПК5$	0
	$H_{Rp40} = H_{Rp39} + 3,076M - mmm$					
21	$H_{Rp41} = 62,667M + n \cdot 0,341M$	$H_{ПК0}-0,84$	$ПК0 \div ПК2$	-0,0205	$ПК2 \div ПК5$	+0,0113
	$H_{Rp42} = H_{Rp41} - 0,101M - mmm$					
22	$H_{Rp43} = 62,566M + n \cdot 0,341M$	$H_{ПК0}+0,70$	$ПК0 \div ПК3+30$	+0,0059	$ПК3+30 \div ПК5$	+0,0151
	$H_{Rp44} = H_{Rp43} + 1,941M + mmm$					
23	$H_{Rp45} = 63,507M + n \cdot 0,341M$	$H_{ПК0}-0,83$	$ПК0 \div ПК5$	-0,0116	—	—
	$H_{Rp46} = H_{Rp45} - 2,508M - mmm$					
24	$H_{Rp47} = 60,999M + n \cdot 0,341M$	$H_{ПК0}+0,45$	$ПК0 \div ПК2+70$	-0,0126	$ПК2+70 \div ПК5$	-0,0070
	$H_{Rp48} = H_{Rp47} - 1,434M - mmm$					
25	$H_{Rp49} = 59,565M + n \cdot 0,341M$	$H_{ПК0}+0$	$ПК0 \div ПК2+80$	-0,0193	$ПК2+80 \div ПК5$	+0,0182
	$H_{Rp50} = H_{Rp49} + 0,087M - mmm$					

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ
СИТУАЦИЯ ДЛЯ ЗАПОЛНЕНИЯ КОНТУРОВ ПЛАНА
(для всех вариантов)

№ студента по журналу	№ контуров		
	1	2	3
1	Лес лист. Дуб.	Огород	Чайная плантация
2	Редколесье	Заболоченный луг	Огород
3	Виноградник	Луг с кустарником	Пашня
4	Пашня	Солончак проходимый	Луг с кочками
5	Сад фруктовый	Пашня	Лес вырубленный
6	Залежь	Виноградник	Пашня засоренная каменьями
7	Галечник	Песок	Огород
8	Луг	Болото проходимое	Пашня
9	Луг с кустарником	Лес смешанный сосна, береза	Пашня
10	Лес хвойный	Бурелом с порослью	Залежь
11	Кустарники	Сад фруктовый	Огород
12	Лес вырубленный	Пашня	Пески
13	Пашня засоренная камнями	Луг с кочками	Огород
14	Криволесье	Травы расти. Выс. Более 1 м	Пашня
15	Залежь	Болото проходимое	Огород
16	Выгон	Виноградник	Галечник
17	Сад ягодный	Огород	Луг с кустарником
18	Пашня	Кустарник с камышами	Выгон
19	Виноградник	Саженные леса	Пашня
20	Огород	Кустарники на песке	Лес листв. Дуб
21	Шиповник	Кустарник на лугу	Лес листв. Дуб
22	Пашня	Гарь с порослью	Галечник
23	Огород	Вырубка с порослью	Камыши
24	Луг	Болото проходимое моховое	Сад ягодный
25	Саженные леса	Пески	Пашня засоренная каменьями

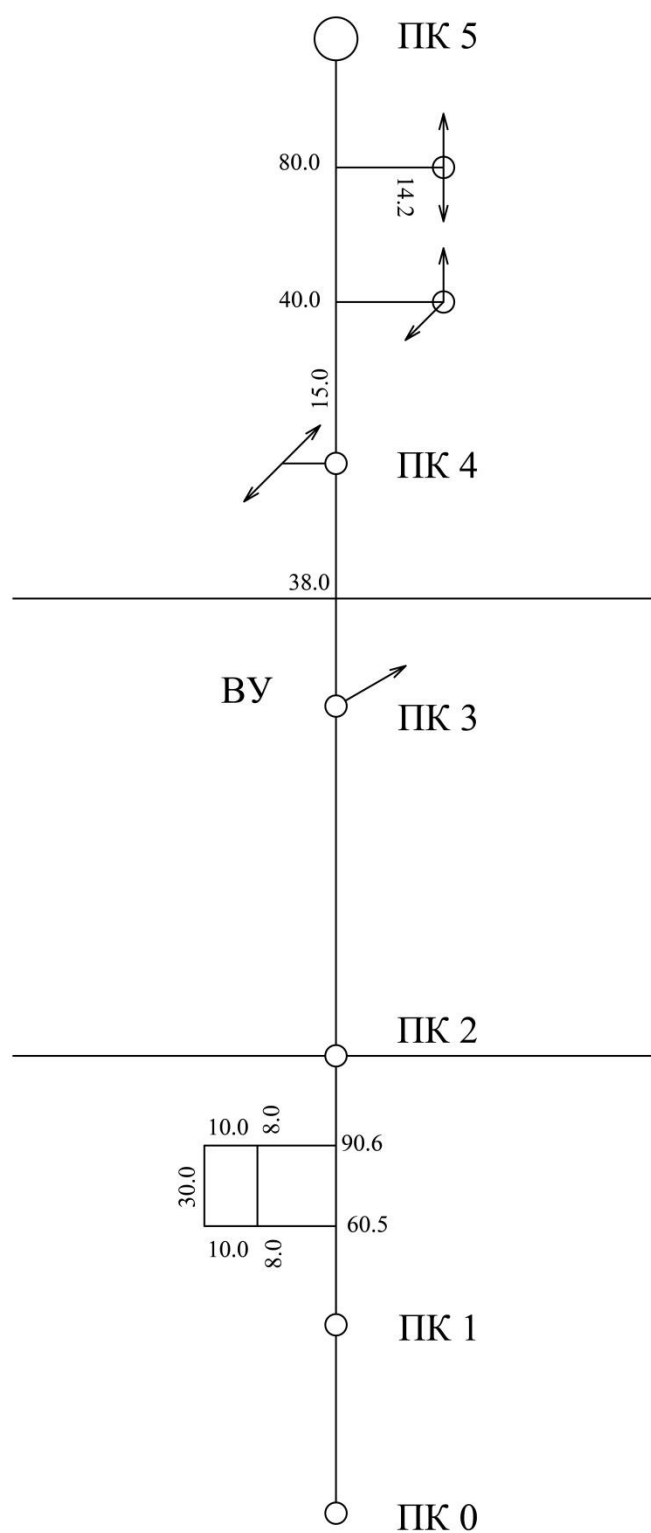


Рис. III.4. Пикетажный журнал.

ТАШКЕНТСКИЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ
ИНСТИТУТ

Кафедра «Геодезия и кадастр»

РАСЧЕТНО – ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА
ПО НИВЕЛИРОВАНИЮ ТРАССЫ

Выполнил ст. гр. _____

Принял _ : _____

Ташкент 20__

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ

№ станций	№ пикетов, промежуточных точек и реперов	Отсчеты по рейкам			Превышения, мм		Средние превышения, мм		Горизонт инструмента, м	Абсолютные отметки, м
		задние	передние	промежуточные	+	-	+	-		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Rp1	1524 1475			0340		⁺² 0340			90,973
	ПК0		1184 1135		0340					91,315
2	ПК0	2166 2100			1551		⁺² 1552		93,415	91,305
	+68			0847						92,568
	ПК1		0615 0547		1553					92,869
3	ПК1	0955 1060							93,929	92,869
	Пр.6,5			2380		0181				90,549
	Пр.20			0155				⁺² 0182		93,774
	Лев.5,2			0916						93,013
	Лев.20			3621						90,308
	ПК2		1136 1243			0183				92,689
4	ПК2	1785 1720						⁺² 2135		92,689
	X		3921 3854			2136 2134				90,556
5	X	1272 1283						⁺² 2605		90,556
	ПК3		3875 3890			2603 2607				87,953
6	ПК3	2864 2793			0878				90,746	87,953
	+34			3890			⁺³ 0879			86,856
	ПК4		1986 1913		0880					88,835
7	ПК4	3225 3120			2162		⁺³ 2163			88,835
	ПК5		1063 0956		2164					90,001
8	ПК5	0862 0929			0133		⁺³ 0132			90,001
	Rp2		0729 0798		0131					91,136
Общий контроль:		29133 28845 +288 +144			10132 9844 +288 +144		5066 4922 $\sum h = +144$			

$$\Delta h = \sum h - (H_{\text{кон}} - H_{\text{нач}}) = +144 - (91,126 - 90,963) = -19 \text{ мм};$$

$$\sum h = \sum h' + \sum h'' = +144;$$

$$\Delta h \leq \Delta h_{\text{дон}};$$

$$\Delta h_{\text{дон}} = \pm 50 \sqrt{L} = \pm 50 \sqrt{0,7} = \pm 42 \text{ мм}.$$

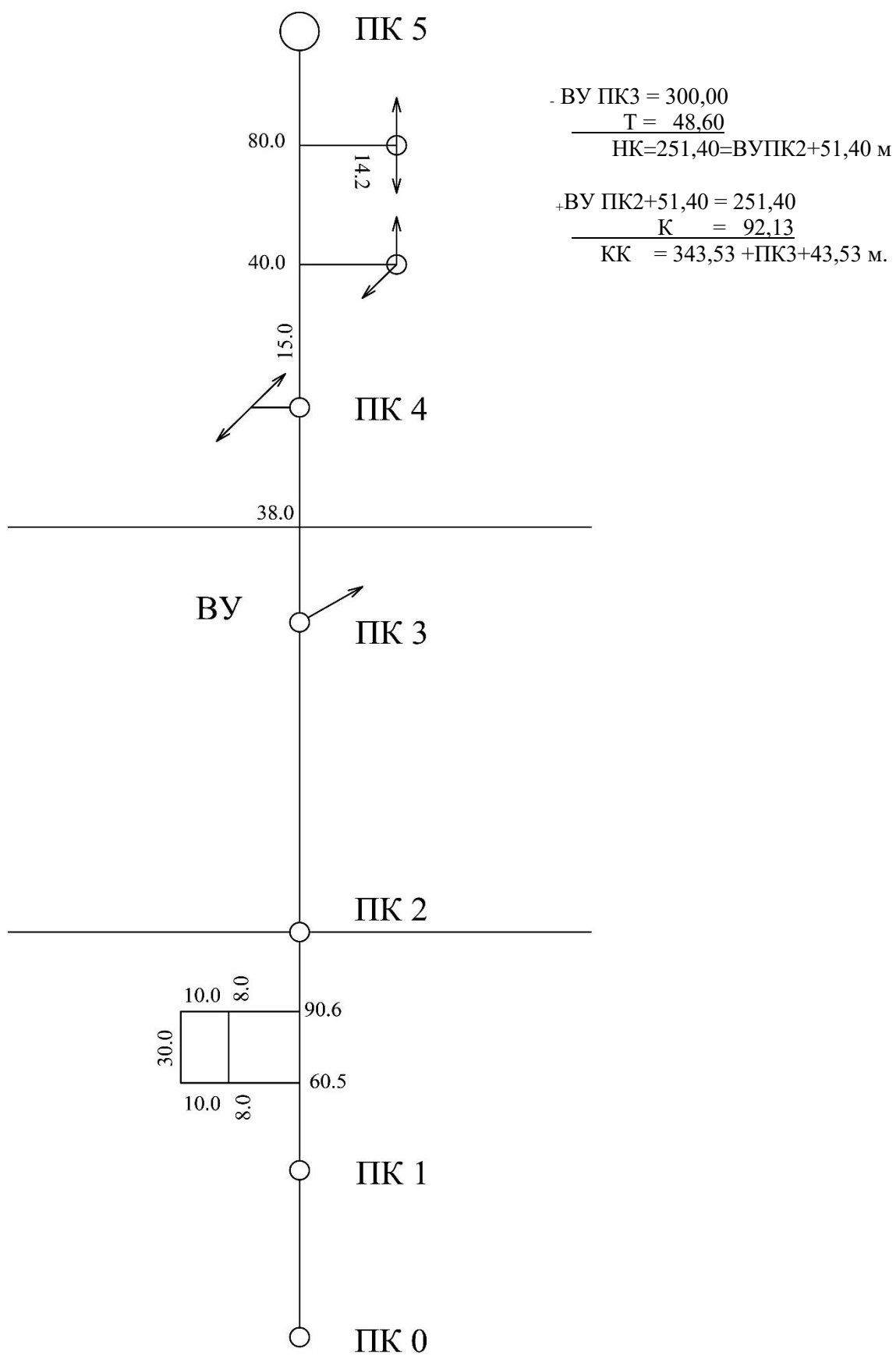


Рис. III.5. Пикетажный журнал по варианту.

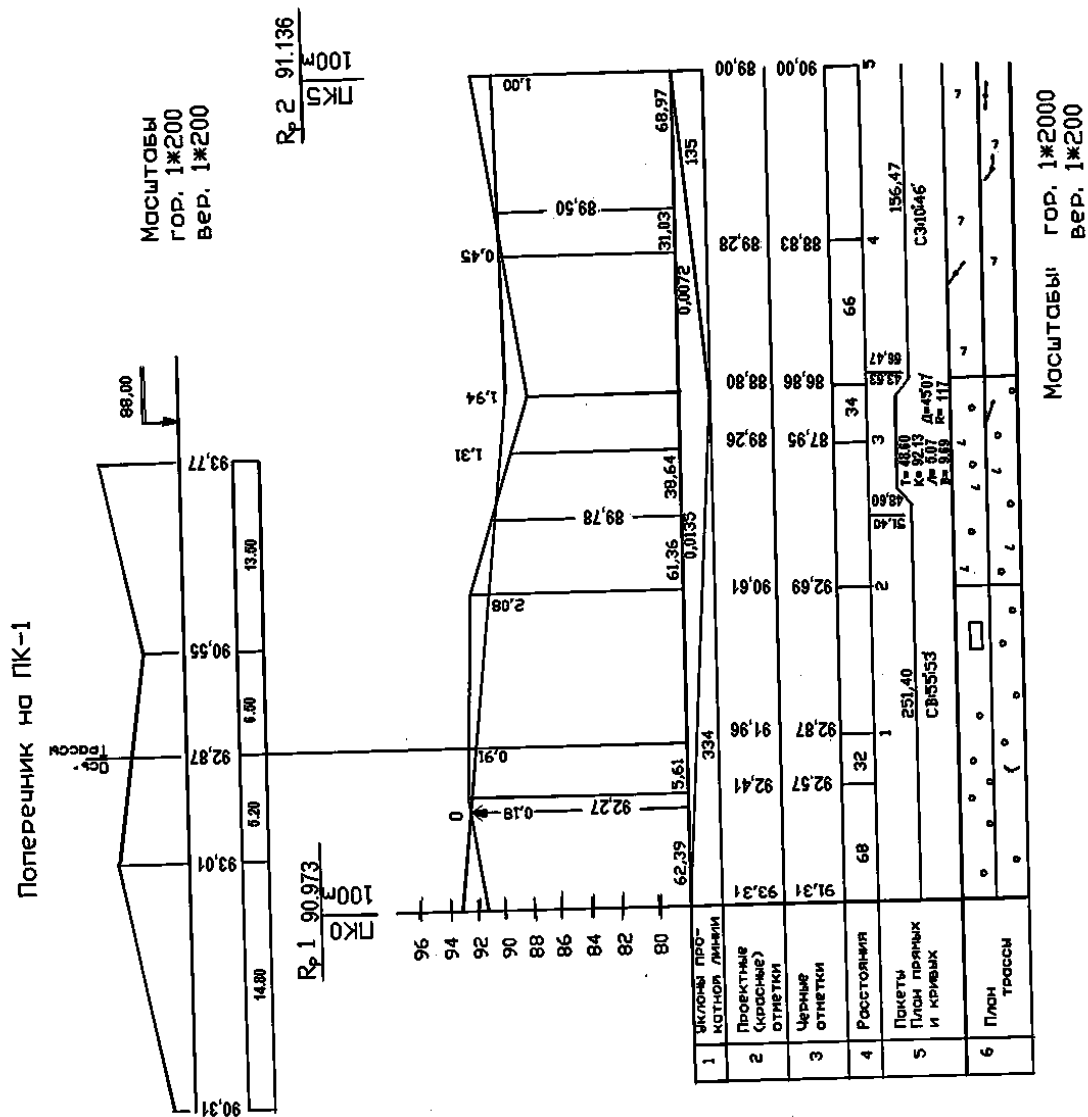


Рис. III.6. Продольный и поперечный профиль трассы.

Глава IV. НИВЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ И СОСТАВЛЕНИЕ ПРОЕКТА ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛАНИРОВКИ.

§ 14. Общие сведения

Для выполнения расчетно-графической работы (РГР) необходимо изучить:

- 1) Цель нивелирования поверхности;
- 2) Методы нивелирования поверхности и области их применения;
- 3) Порядок полевых работ при нивелировании поверхности по квадратам;
- 4) Порядок камеральных работ при построении топографического плана по результатам нивелирования поверхности по квадратам;
- 5) Цель производства вертикальной планировки топографической поверхности;
- 6) Расчет проектной отметки горизонтальной площадки;
- 7) Вычисление рабочих отметок в вершинах квадратов;
- 8) Порядок определения положения нулевых работ на плане;
- 9) Вычисление объемов земляных работ в границах целых квадратов и квадратах расчлененных линией нулевых работ;
- 10) Картограмма земляных работ;

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ :

- 1) Обработка журнала нивелирования поверхности по квадратам по заданному журналу нивелирования и условной отметки одной из вершин квадрата.
 - а) Определение горизонта инструмента;
 - б) Вычисление условных отметок вершин квадратов.
- 2) Составление топографического плана стройплощадки.
 - а) Построение на бумаге в заданном масштабе сетки квадратов и выписывание около каждой вершины ее отметок;
 - б) Проведение горизонталей путем интерполирования;
 - в) Нанесение на план ситуацию по данным кроки;

- г) Оформление плана.
- 3) Составление проекта вертикальной планировки.
 - а) Расчет проектной отметки горизонтальной площадки;
 - б) Вычисление рабочих отметок вершин квадратов;
 - в) Проведение линий нулевых работ;
 - г) Вычисление объемов земляных работ (выемок и насыпей);
 - д) Контроль соблюдения баланса земляных работ.

Для выполнения РГР задаются:

- 1. Кроки;
- 2. Журнал нивелирования со сторонами квадратов 20м;
- 3. Условная отметка одной из вершин квадратов, принятая за репер.

$$H_{гр} = N + n \cdot 0.N + m \cdot 0.N, \quad (IV.1)$$

где N – номер группы; n – порядковый номер; m – количество букв в фамилии студента.

Для студентов заочного образования:

N– последние цифры шифра; m–количество букв в фамилии студента.

Представление к сдаче РГР содержит следующие материалы:

- 1. Кроки;
- 2. Обработанный журнал нивелирования;
- 3. Топографический план стройплощадки в масштабе 1:500 с сечением рельефа 0,25 м;
- 4. Картограмма земляных работ;
- 5. Ведомость вычисления объемов земляных работ.

§ 15. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ.

1. Обработка журнала нивелирования поверхности:

а) на плотной бумаге формата 11 строят сеть квадратов данного варианта в масштабе 1:500 и выписывают около каждой вершины ее отсчеты по рейке, полученные в результате нивелирования (рис. IV.1)

	2584	1987	0545	1118
102.313				
2493	1326	0156	0681	
2334	1362	1290	2025	
	2047	2162	2533	
		2782	2990	

Рис.IV.1. Журнал нивелирования.

б) По формуле (IV.1) студент получает свой вариант – условную отметку вершины квадрата 1а.

Пример: Студент группы 101-ГКК Фазилов С.Т. в журнале группы имеет порядковый номер 6, т.е. для данного студента $N = 101$, $n=6$

и $m=7$. Тогда условная отметка вершины квадрата a_1 по формуле (IV.1) будет:

$$H_{RP} = 101 + 6 \cdot 0,101 + 7 \cdot 0,101 = 101 + 0,606 + 0,707 = 102,313.$$

Условную отметку H_{rp} записывают внизу отсчета вершины квадрата a_1 (рис. IV.1).

а) Вычисляют горизонт инструмента по формуле:

$$ГИ = H_{RP} + a,$$

где $ГИ$ – горизонт инструмента; H_{RP} – условная отметка точки; a – отсчет по черной стороне рейки, установленной на вершине квадрата.

Для нашего примера $H_{RP} = 102,313$ м; $a = 2584$ мм;

$$ГИ = 102,313 + 2584 = 104,897.$$

г) Вычисляют отметки всех вершин квадратов по формуле:

$$H_i = ГИ - v_i,$$

где H_i – отметка определенной вершины сетки квадратов; $ГИ$ – горизонт инструмента; v_i – отсчет по рейке, установленной на определенной вершине сетки квадратов.

Для данного примера:

$$H_{a2} = 104,897 - 1,987 = 102,910 \text{ м}$$

$$H_{a3} = 104,897 - 0,545 = 104,352 \text{ м}$$

$$H_{a4} = 104,897 - 1,118 = 104,779 \text{ м}$$

$$H_{b1} = 104,897 - 2,493 = 102,40 \text{ м}$$

$$H_{b2} = 104,897 - 1,326 = 103,571 \text{ м}$$

$$H_{b3} = 104,897 - 0,156 = 104,741 \text{ м}$$

$$H_{b4} = 104,897 - 0,681 = 104,216 \text{ м}$$

$$H_{c1} = 104,897 - 2,334 = 102,563 \text{ м}$$

$$H_{c2} = 104,897 - 1,382 = 103,515 \text{ м}$$

$$H_{c3} = 104,897 - 1,290 = 103,607 \text{ м}$$

$$H_{c4} = 104,897 - 2,025 = 102,872 \text{ м}$$

$$H_{d2} = 104,897 - 2,047 = 102,850 \text{ м}$$

$$H_{d3} = 104,897 - 2,162 = 102,735 \text{ м}$$

$$H_{d4} = 104,897 - 2,533 = 102,364 \text{ м}$$

$$H_{e3} = 104,897 - 2,782 = 102,115 \text{ м}$$

$$H_{e4} = 104,897 - 2,990 = 101,907 \text{ м}.$$

Вычисленные фактические отметки выписывают у соответствующих вершин квадратов под отсчетами, взятыми по рейкам.

Журнал нивелирования оформляется черной тушью. (см.рис.IV.1 стр.133)

§ 16. ПОСТРОЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ.

Для составление топографического плана участка по результатам нивелирования поверхности по квадратам на плотной бумаги формата 11 строят сеть квадратов в заданном масштабе. Около каждой вершины квадрата выписывают их отметки, округленные до сотых долей метров, после чего на плане изображают рельеф местности при помощи горизонталей. Высоту сечения рельефа принимают равным 0,25 м. Горизонтالي можно провести способами аналитического и графического интерполирования.

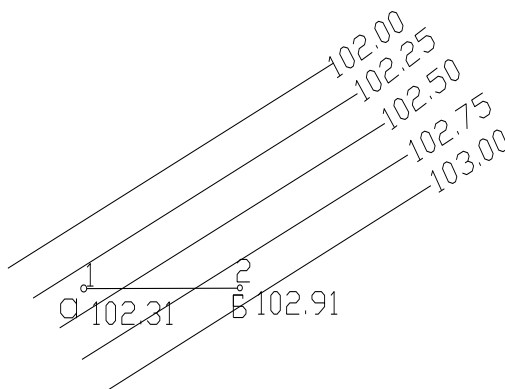


Рис. IV.2. К схеме графической интерполяции.

Один из способов графической интерполяции состоит в следующем.

На листе прозрачной бумаги (восковке) проводят параллельные линии, отстоящие одна от другой на произвольных, но равных расстояниях (обычно берут 5 мм) (рис. IV.2). Подписывают эти линии отметками, кратными высоте сечения рельефа, от самой малой до самой большой. В рассматриваемой нами варианте самая малая краткая отметка 101,75, самая большая – 105,00. Для интерполяции по стороне квадрата а1-а2 (рис. IV.2), изготовленную таким образом палетку накладывают на план так, чтобы одна из точек, например а2, заняла положение между параллельными

линиями восковки соответственно своей отметке 102,91. Проколов осторожно восковку в намеченной точке и удерживая острие иглы измерителя в ней, поворачивают восковку вокруг иглы так, чтобы точка а1, видимая через кальку, расположилась между линиями 102,25 и 102,50 восковки и заняла положение, соответствующее ее отметке 102,31.

Закрепив в этом положении палетку, перекалывают иглой измерителя на план точки пересечения линий восковки с линией а1-а2 плана и подписывают их отметки равные отметкам соответствующих параллельных линий. Аналогично производится интерполяция по всем остальным сторонам квадрата и по их диагоналям. Точки с одинаковыми отметками соединяют плавными линиями и таким образом получают горизонтали.

Накладку ситуации производят в масштабе 1:500 по кроки (см. стр.146)

Съёмка ситуации выполнена относительно вершин квадратов, поэтому при нанесении их на план измерения выполняют относительно вершин квадратов. По данным таблицы № IV.1, которая берется соответственно порядковому номеру студента по журналу, контура № 1, № 2 и № 3 заполняют «условными знаками» ситуаций.

ОФОРМЛЕНИЕ ПЛАНА:

Сеть квадратов – синей, а отметки их вершин показывают черной тушью.

Все контуры и рельеф, изображенные на плане, вычерчивают тушью в соответствии с «Условными знаками» для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. При этом необходимо тщательно выдерживать очертания и размеры, а также порядок размещения значков, приведенные в «Условных знаках».

Для вычерчивания элементов рельефа горизонтали проводят коричневой тушью (жженой сиеной), толщина горизонталей 0,1 мм.

Отметки горизонталей, кратные четырем сечениям рельефа (1 м), подписываются в разрывах горизонталей; при этом верх цифры должен быть обращен в сторону повышения ската местности. Отметки также показываются жженой сиеной. Горизонтالي с отметками, кратными десяти сечениям рельефа (2,5 м), утолщают в 2,5 раза.

Над северной стороной рамки плана выполняют заглавную надпись: под южной – указывают численный масштаб плана и высоту сечения рельефа.

§ 17. СОСТАВЛЕНИЕ ПРОЕКТА ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛАНИРОВКИ.

Задачей вертикальной планировки является преобразование существующей топографической поверхности для нужд строительства и благоустройства гражданских и промышленных сооружений.

Преобразование существующей топографической поверхности в проектную осуществляется оформляющими плоскостями (иногда поверхностями различного порядка). Студентами в качестве оформляющей принимается горизонтальная плоскость.

Для решения задачи используются фактические отметки вершин квадратов, полученные в результате нивелирования поверхности участка по квадратам.

а) На листе бумаги формата 11 строят сеть квадратов и выписывают около каждой вершины их отметки, округленные до сотых долей метров. Определяют проектную отметку горизонтальной площадки по формуле:

$$H_n = \frac{\sum H_1 + 2\sum H_2 + 3\sum H_3 + 4\sum H_4}{4n}, \quad (IV.2)$$

где $\sum H_1$ – сумма условных отметок вершин, принадлежащих только одному квадрату; $\sum H_2$, $\sum H_3$, $\sum H_4$ – соответственно суммы условных отметок вершин, общих для двух, трех и четырех квадратов; n – число квадратов.

Если на сети квадратов отсутствуют вершины, общие для трех квадратов, то формула (IV.2) примет следующий вид:

$$H_n = \frac{\sum H_1 + 2 \sum H_2 + 3 \sum H_3 + 4 \sum H_4}{4n}, \quad (IV.3)$$

Для рассматриваемого нами примера имеем :

$$\sum H_1 = H_{a1} + H_{a4} + H_{b1} + H_{c2} + H_{d3} + H_{d4} = 102,31 + 104,78 + 102,56 + 102,85 + 102,12 + 101,91 = 616,53;$$

$$\sum H_2 = H_{a2} + H_{a3} + H_{b1} + H_{b4} + H_{c4} + H_{c4} = 102,91 + 104,35 + 102,40 + 104,22 + 102,87 + 102,36 = 619,11;$$

$$\sum H_3 = H_{b2} + H_{c3} = 103,52 + 102,74 = 206,26;$$

$$\sum H_4 = H_{b2} + H_{b3} + H_{c3} = 103,57 + 104,74 + 103,61 = 311,92.$$

$$n = 9$$

Представляя полученные результаты в (IV.2), определим проектную отметку горизонтальной площадки.

$$H_n = \frac{616,53 + 2 \times 619,11 + 3 \times 206,26 + 4 \times 311,92}{4 \times 9} = 103,37.$$

Полученную проектную отметку выписывают под фактическими отметками у каждой вершины сети квадратов (стр.150).

б) Пользуясь величиной H_n и значением фактических отметок H_{cp} вершин квадратов вычисляют рабочие отметки h по формуле:

$$h = H_{cp} - H_n$$

$$h_{a1} = H_{a1} - H_n = 102,31 - 103,37 = -1,06\text{м}$$

$$h_{a2} = 102,91 - 103,37 = -0,46\text{м}$$

$$h_{a3} = 104,35 - 103,37 = +0,98\text{м}$$

$$h_{a4} = 104,78 - 103,37 = +1,41\text{м}$$

$$h_{b1} = 102,40 - 103,37 = -0,97\text{м}$$

$$h_{b2} = 103,57 - 103,37 = +0,20\text{м}$$

$$h_{b3} = 104,74 - 103,37 = +1,37\text{м}$$

$$h_{b4} = 104,22 - 103,37 = +0,85\text{м}$$

$$h_{c1} = 102,56 - 103,37 = -0,81\text{м}$$

$$h_{c2} = 103,52 - 103,37 = +0,15\text{м}$$

$$h_{c3} = 103,61 - 103,37 = +0,24\text{м}$$

$$h_{c4} = 102,87 - 103,37 = -0,50\text{м}$$

$$h_{d2} = 102,85 - 103,37 = -0,52\text{м}$$

$$h_{d3} = 102,74 - 103,37 = -0,63\text{м}$$

$$h_{24}=102,36-103,37=-1,01\text{м}$$

$$h_{03}=102,12-103,37=-1,25\text{м}$$

$$h_{04}=101,91-103,37=-1,46\text{м}$$

Числовые значения рабочих отметок показывают у соответствующих вершин квадратов (см.стр.150).

в) Определяется положение линии нулевых работ (линии пересечения проектной плоскости с топографической поверхностью участка). Для этого строят сеть квадратов в заданном масштабе и выписывают у ее вершин соответствующие рабочие отметки. Предварительно находят положение точек нулевых работ на тех сторонах квадратов, вершины которых имеют рабочие отметки с противоположными знаками.

Положение точек нулевых работ квадратов определяется величиной отрезков l и l' , определяемых по формулам:

$$l = \frac{d \cdot |h_1|}{|h_1| + |h_2|}; \quad l' = \frac{d \cdot |h_2|}{|h_1| + |h_2|},$$

где d – длина стороны квадрата; h_1 и h_2 – абсолютные значения рабочих отметок двух соседних вершин квадрата.

Отрезок l – есть расстояние от вершины квадрата, рабочая отметка которой равна h_1 и точкой нулевых работ, а l' между вершиной квадрата, имеющий рабочую отметку h_2 и точкой нулевых работ, то есть сумма отрезков l и l' должна равняться d – длине стороны квадрата.

Например, в нашем примере положение точки нулевых работ на стороне квадрата а2-а3 будет определено, если от вершины а2 к вершине а3 отложить отрезок, равный

$$l = \frac{0.46 \cdot 20}{0.46 + 0.98} = 6.39 \text{ м}; \quad l' = \frac{0.98 \cdot 20}{0.46 + 0.98} = 13,61\text{м}.$$

От вершины а3 к вершине а2

$$\text{Контроль: } l + l' = 6,39 + 13,61 = 20,00 = d$$

Соединив все смежные точки нулевых работ, получают положение линии нулевых работ.

СПОСОБ ТРЕУГОЛЬНЫХ ПРИЗМ ВЫЧИСЛЕНИЯ ОБЪЕМА
ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ. Подсчитывают объемы земляных работ для выемки
и насыпи отдельно в ведомости вычислений объемов земляных работ
(стр.145). Для этого предварительно пересекаемые линией нулевых работ
квадраты расчленяют на треугольники и пронумеровывают образованные
фигуры и целые квадраты.

В целых квадратах, не пересекаемых линией нулевых работ, объем
земляных работ подсчитывают по формуле :

$$V = Sh_{cp} = \frac{(d)^2}{4} \sum h_i, \quad i=1,2,....$$

где S – площадь квадрата; d – длина стороны квадрата; $h_{cp} = \sum \frac{h_i}{4}$ –
средняя рабочая отметка $\sum h_i$ – сумма рабочих отметок вершин данного
квадрата.

Например, для квадрата, порядковый номер фигур которого 9,
имеем:

$$\text{Площадь квадрата -} \quad S = d^2 = 20^2 = 400 \text{ м}^2;$$

средняя рабочая отметка:

$$h_{cp} = \frac{\sum h_i}{4} = \frac{0.98 + 1.41 + 1.37 + 0.85}{4} = 1,15 \text{ м.}$$

Объем насыпи:

$$V = Sh_{cp} = 400 * 1,15 = 460,00 \text{ м}^3.$$

Объем земляной призмы, основанием которой является
треугольник, вычисляется по формуле:

$$V = Sh_{cp} = S \frac{\sum h_i}{3} \quad i=1, 2, 3.$$

Где S – площадь треугольника; $\sum h_i$ – сумма рабочих отметок его вершин ;

$h_{cp} = \sum \frac{h_i}{4}$ – средняя рабочая отметка; $h_{cp} = \sum \frac{h_i}{3}$ – средняя рабочая
отметка.

Рассмотрим для нашего примера вычисление объемов земляных призм квадрата, состоящего из четырех треугольных призм 1,2,3,4 (см. рис.IV.3).

$$V1 = S1 \cdot \frac{\sum h_i}{3} = \frac{20.0 \cdot 13.94}{2} \cdot \frac{(-1.06 + 0.46 + 0)}{3} = 139.40 \cdot (-0.51) = -71.09 \text{ м}^3$$

$$V2 = S2 \cdot \frac{\sum h_i}{3} = \frac{20.0 \cdot 20.0}{2} \cdot \frac{(-1.06 + (-0.97) + 0)}{3} = 200.0 \cdot (-0.98) = -136.00 \text{ м}^3$$

$$V3 = S3 \cdot \frac{\sum h_i}{3} = \frac{16.58 \cdot 6.06}{2} \cdot \frac{(-0.97 + 0 + 0)}{3} = 50.24 \cdot (-0.32) = -16.08 \text{ м}^3$$

$$V4 = S4 \cdot \frac{\sum h_i}{3} = \frac{3.42 \cdot 6.06}{2} \cdot \frac{(+0.206 + 0 + 0)}{3} = 10.36 \cdot 0.07 = +0.72 \text{ м}^3.$$

После вычисления объемов земляных работ треугольных призм, входящих в один квадрат, производят контроль площади. Сумма площадей треугольников, входящих в один квадрат должна равняться площади данного квадрата, т.е.400 м². Для рассмотренного выше квадрата имеем :

$$\sum S_i = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 = 139,40 + 200,0 + 50,24 + 10,36 = 400 \text{ м}^2.$$

Аналогичным образом вычисляют объемы земляных работ всех фигур параллельно контролируя площади квадратов и результаты вычислений заносят в ведомость.

Контролем правильности вычислений служит равенство суммы площадей всех фигур общей площади планируемого участка, т.е.

$$S = n \times d^2 = \sum S_i \quad i=1,2,3...,k.$$

Где k – количество фигур; n – количество квадратов в сети.

$$S = 9 \cdot 400 = 3600 \text{ м}^2, \quad \sum S_i = 3600 \text{ м}^2, \quad i=1$$

Кроме того производят контроль баланса (равенства) объемов насыпи $\sum V_H$ и выемки $\sum V_B$. Погрешность $\Delta V = |\sum V_H| - |\sum V_B|$ не должна превышать 2% общего объема земляных работ, т.е.

$$\Delta = \Delta V\% = \frac{\Delta V \cdot 100\%}{|\sum V_H| + |\sum V_B|} \leq 2\%.$$

В рассматриваемом варианте:

$$\sum V_H = 1100,18, \quad \sum V_B = 1093,13;$$

$$\Delta V = |\sum V_H| - |\sum V_B| = 7,05;$$

$$Д = \Delta V\% = \frac{7.05 \cdot 100\%}{2191.31} = 0.3\% \leq 2\%.$$

Объемы выемки и насыпей и контрольные вычисления приводят в ведомость вычисления объемов земляных работ (см. см.стр.145).

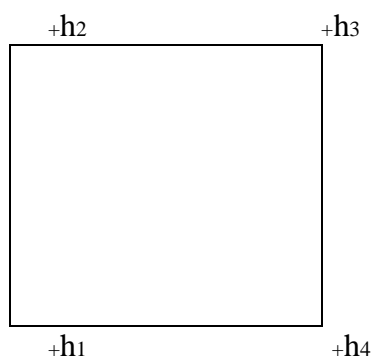
д) Оформляют картограмму земляных работ. На картограмме земляных работ показывают тушью: черной – сетку квадратов, расстояние до нулевых работ; черной пунктирной – линии, разделяющие квадрат на треугольники; синей – рабочие отметки; красной – линию нулевых работ; оранжевым – насыпь; светло-зеленым – выемку.

ОБЫЧНЫЙ СПОСОБ ВЫЧИСЛЕНИЯ ОБЪЕМА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ.

При подсчете объема земляных работ этим способом могут образоваться четыре комбинации рабочих отметок как с плюсом, так и с минусом.

Формулы вычисления объема для них имеют вид:

а) Фигура, знаки рабочих отметок одинаковые

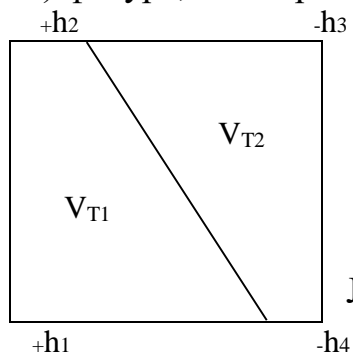


$$V_{кв} = 0,25 \cdot d^2 \cdot (h_1 + h_2 + h_3 + h_4).$$

В нашем примере фигура №5

$$V_{кв} = 0,25 \cdot 400 \cdot (0,98 + 1,41 + 1,37 + 0,85) = 461 \text{ м}^2$$

б) фигура, знаки рабочих отметок попарно разные.



$$V_{T1} = S \cdot \frac{h_1 + h_2}{4} = \frac{a_1 + a_2}{2} \cdot \frac{d(h_2 + h_1)}{4},$$

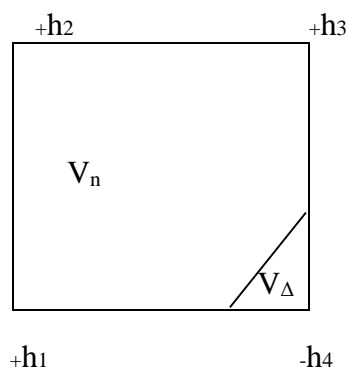
$$V_{T2} = S \cdot \frac{h_3 + h_4}{4} = \frac{b_1 + b_2}{2} \cdot \frac{d(h_3 + h_4)}{4},$$

В нашем примере V_{T1} фигура №7, V_{T2} фигура №6 (рис.IV.3).

$$V_{T1} = \frac{3.42 + 3.12}{2} \cdot \frac{20(0.20 + 0.15)}{4} = 5,89 \text{ м}^3,$$

$$V_{T2} = \frac{16.58 + 16.88}{2} \cdot \frac{20(-0.97 - 0.81)}{4} = 147.22 \text{ м}^3.$$

в) фигура, с одним отличающимся знаком рабочих отметок



$$V_{\Delta} = S_{\Delta} \frac{h}{3} = \frac{b \cdot c}{2} \cdot \left(\frac{h_4}{3} \right);$$

$$V_n = \frac{[d^2 - bc]}{2} \cdot \frac{h_1 + h_2 + h_3}{5}.$$

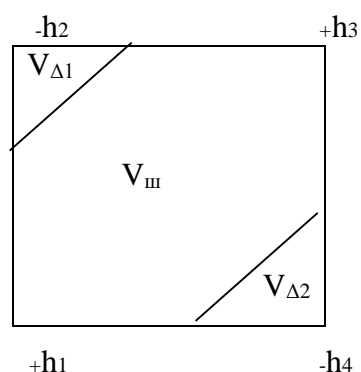
В нашем примере V_n фиг. №1, V_{Δ} фиг. №2

$$V_{\Delta} = \frac{6.06 \cdot 3.42}{2} \cdot \frac{(-0.20)}{3} = 10.36 \cdot 0.07 = 0.72 \text{ м}^3;$$

$$V_{\Delta} = \frac{6.06 \cdot 3.42}{2} \cdot \frac{(-0.20)}{3} = 10.36 \cdot 0.07 = 0.72 \text{ м}^3;$$

$$V_n = \frac{[400 - 6.06 \cdot 3.42]}{2} \cdot \frac{-0.97 - 1.06 - 0.46}{5} = 389.64 \cdot (-0.50) = 194.82 \text{ м}^3.$$

г) фигура с диагональю симметричными знаками рабочих отметок.



$$V_{об} = S_{ш} \frac{h_1 + h_3}{6} = (d^2 - (S_{\Delta 1} + S_{\Delta 2})) \frac{h_1 + h_3}{6}.$$

В формулах d – размер сетки квадрата;
 h_1, h_2, h_3, h_4 – размер отметки; V – объем (кв – квадрата, Δ треугольника, T – трапеции, $ш$ – шестиугольника) S – площадь фигуры

Вид объема определяет знаки рабочих отметок : «+» – насыпь, «-» – выемка.

Дебаланс определяется по формуле:

$$Д = \Delta V\% = \frac{\Delta V \cdot 100\%}{|\sum V_H| + |\sum V_B|} \leq 5\%,$$

где $\Delta V = |\sum V_H| - |\sum V_B|$.

КАРТОГРАММА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

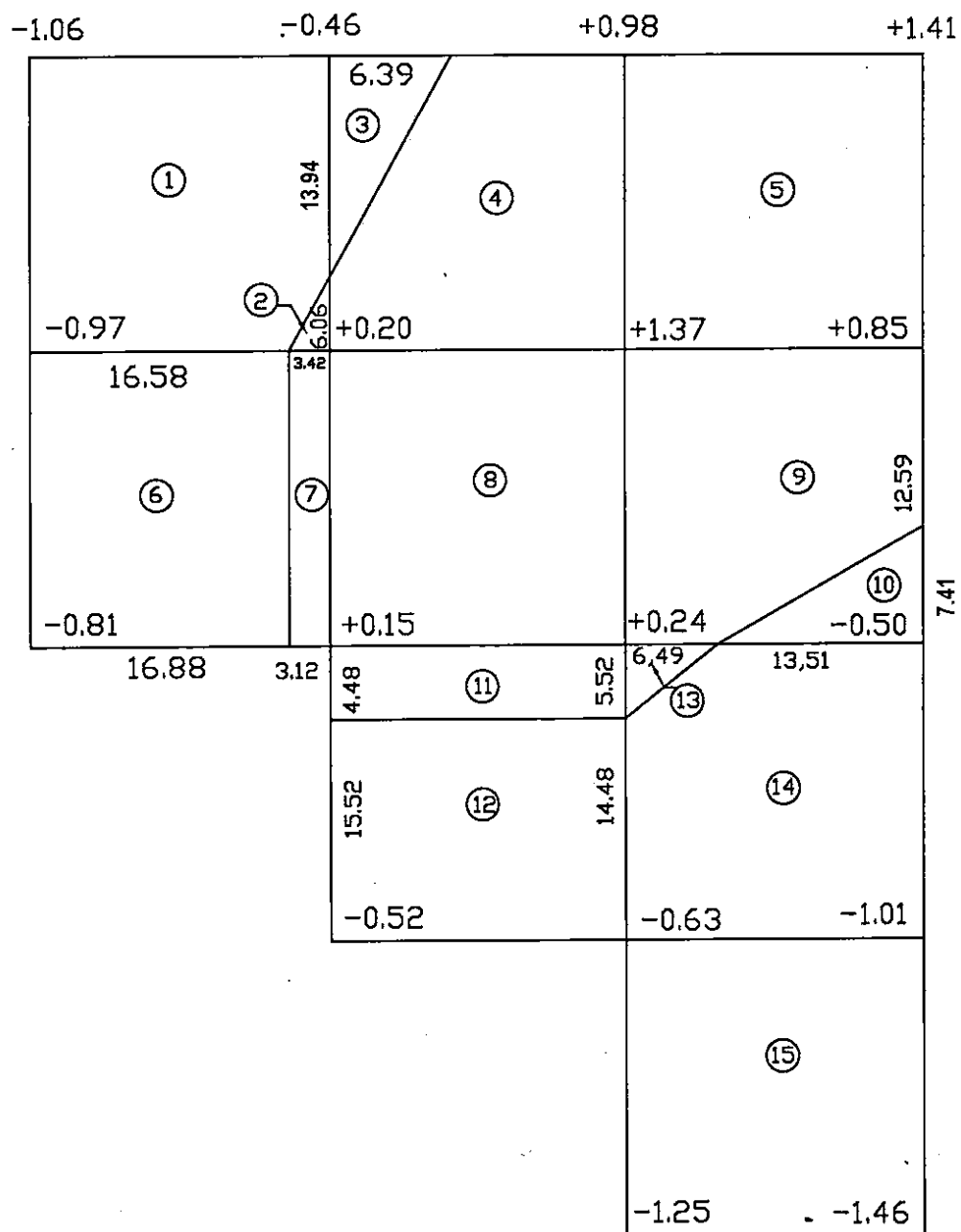


Рис.IV.3. Картограмма земляных работ.

ВЕДОМОСТЬ ВЫЧИСЛЕНИЯ ОБЪЕМОВ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

№ фигуры	Площадь фигуры, м²	Средняя рабочая отметка, м	Объем выемки (-) м³	Объем насыпи (+) м³
1	389.64	- 0,50	194.82	-
2	10.36	+ 0.07	-	0.72
3	44.54	- 0.15	6,68	-
4	355.46	+ 0.51	-	181.28
5	400	+1.15	-	460
6	334.60	- 0.44	147.22	-
7	65.40	+0.09	-	5.89
8	400	+0.49	-	196
9	349.95	+ 0.49	-	171.48
10	50.05	- 0.17	8.51	-
11	100	+ 0.10	-	10
12	300	- 0.29	87	-
13	17.91	+ 0.08	-	1.43
14	382.09	- 0.43	164.30	-
15	400	- 1.09	436	-

$$\sum V_B = 1044.53 \quad \sum V_H = 1026.80$$

$$V_{общ.} = |\sum V_H| + |\sum V_B| = 2071.33 \text{ м}^3;$$

$$\Delta V = |\sum V_H| - |\sum V_B| = |1026.80| - |1044.53| = - 17.73;$$

$$D = \frac{\Delta V \cdot 100\%}{|\sum V_H| + |\sum V_B|} = \frac{17.73}{2071.33} = 0.8\% \leq 5\%.$$

Ташкентский архитектурно – строительный институт

Кафедра: « Геодезия и кадастр»

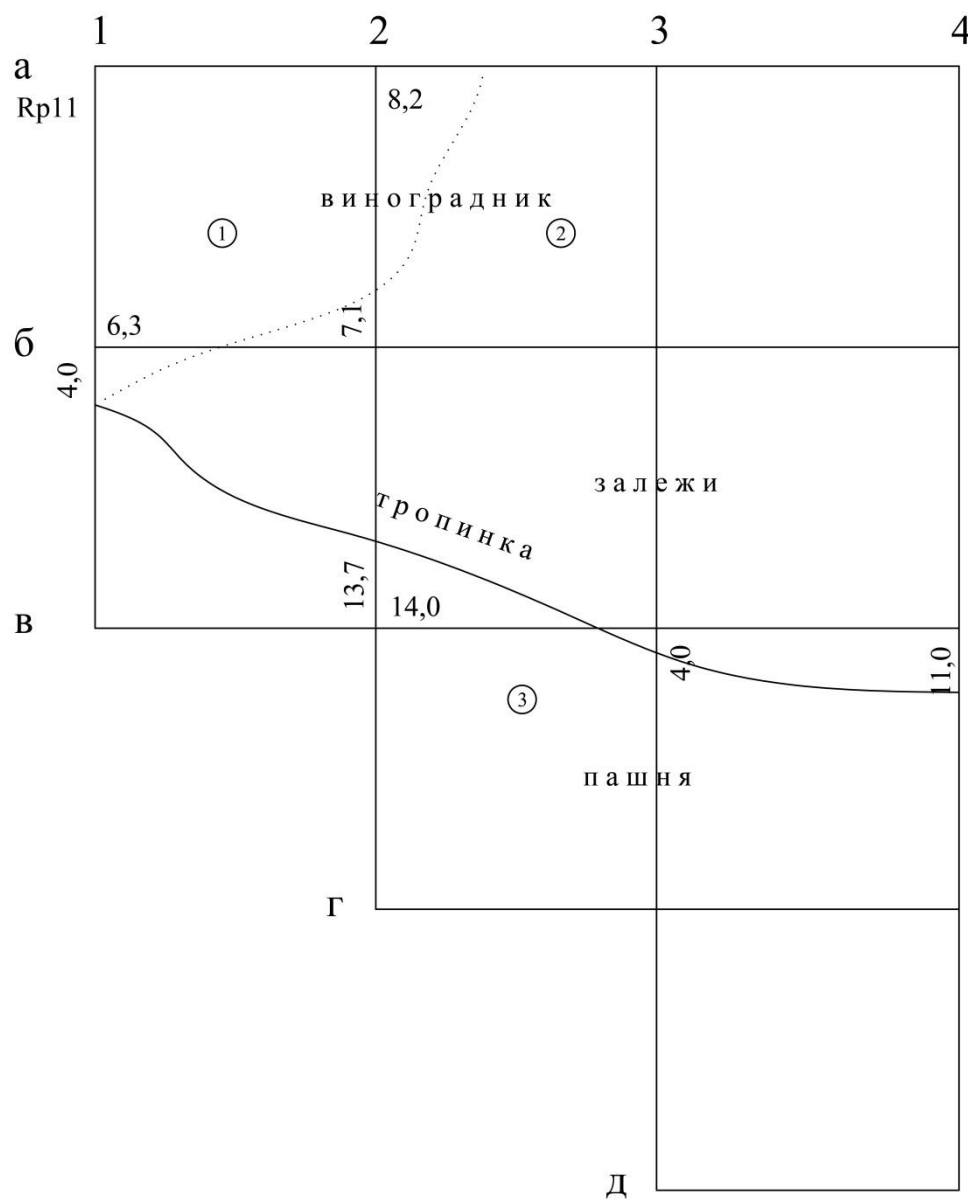
**Расчетно – графическая работа
по нивелированию поверхности и составлению проекта вертикальной
планировки.**

Выполнил ст-т гр. _____

Принял _____

Ташкент – 2019г.

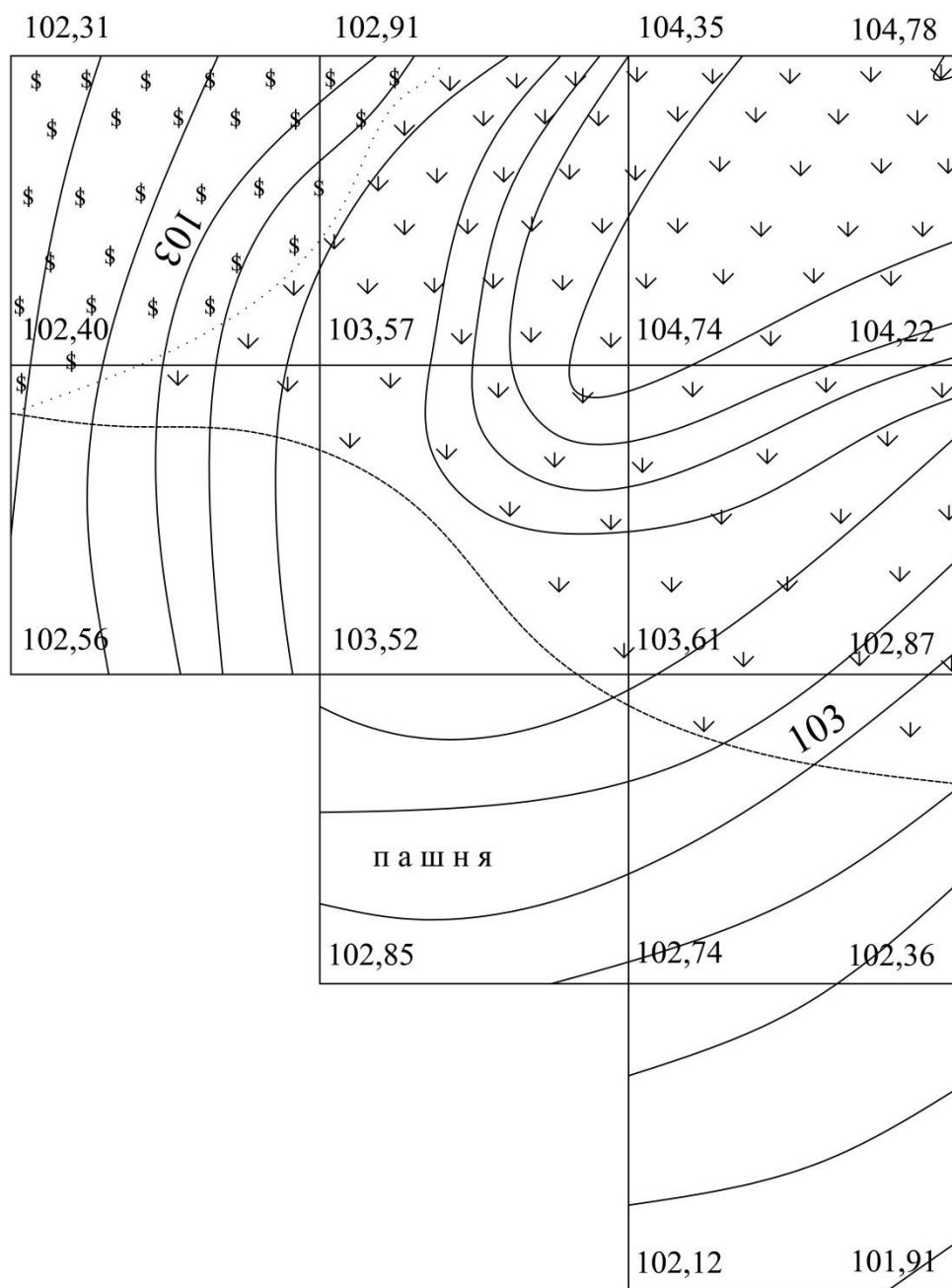
КРОКИ



ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ

2584	1987	0545	0118
102,313	102,910	104,352	104,779
2493	1326	0156	0681
102,404	103,571	104,741	104,216
2334	1382	1290	2025
102,563	103,515	103,607	102,872
	2047	2162	2533
	102,850	102,735	102,364
		2782	2990
		102,115	101,907

ПЛАН СТРОЙПЛОЩАДКИ

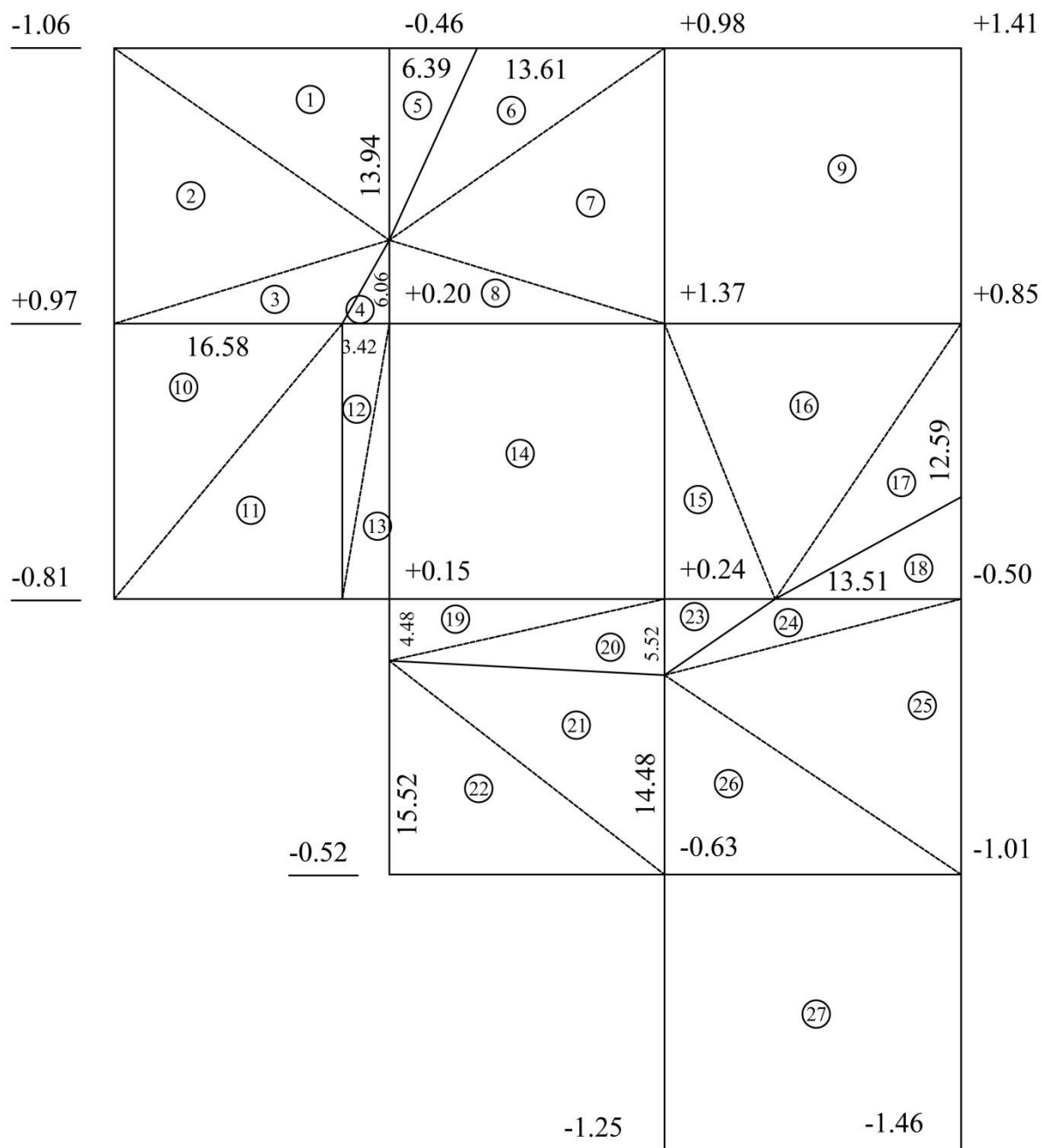


M 1:500

Вычисления рабочих отметок строительной площадки

<u>-1.06</u>	102.31	-0.46	102.91	+0.98	104.35	+1.41	104.78
	103.37		103.37		103.37		103.37
<u>-0.97</u>	102.40	+0.20	103.57	+1.37	104.74	+0.85	104.22
	103.37		103.37		103.37		103.37
<u>-0.81</u>	102.40	+0.15	103.52	+0.24	103.61	-0.50	102.87
	103.37		103.37		103.37		103.37
		<u>-0.52</u>	102.85	-0.63	102.74	-1.01	102.36
			103.37		103.37		103.37
				<u>-1.25</u>	102.12	-1.46	101.91
					103.37		103.37

КАРТОГРАММА ЗЕМЕЛЬНЫХ РАБОТ



ВЕДОМОСТЬ ВЫЧИСЛЕНИЯ ОБЪЕМОВ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ.

Номер квадратов	Номер фигуры	Площадь Фигуры м ²	Средняя рабочая отметка м	Объем насыпи (+) м ³	Объем выемки, (-) м ³
1	2	3	4	5	6
1	1	139,40	- 0,51		71,09
	2	200,00	- 0,68		136,0
	3	50,24	- 0,32		16,08
	4	10,36	+ 0,07	0,72	
2	5	44,54	- 0,15		6,68
	6	94,60	+ 0,33	31,30	
	7	200,00	+ 0,78	156,0	
	8	60,60	+ 0,52	31,51	
3	9	400,00	+ 1,15	460	
4	10	165,80	- 0,59		97,82
	11	168,80	- 0,27		45,58
	12	34,20	+ 0,07	2,39	
	13	31,20	+ 0,12	3,74	
5	14	400,00	+ 0,49	196	
6	15	54,90	+ 0,54	35,04	
	16	200,00	+ 0,74	148,00	
	17	85,04	+ 0,28	23,81	
	18	50,06	- 0,17		8,51

Номер квадратов	Номер фигуры	Площадь Фигуры м ²	Средняя рабочая отметка м	Объем насыпи (+) м ³	Объем выемки, (-) м ³
1	2	3	4	5	6
7	19	44,80	+ 0,13	5,82	
	20	55,20	+ 0,08	4,42	
	21	144,80	- 0,21		30,41
	22	155,20	- 0,38		58,98
8	23	17,91	+ 0,08	1,43	
	24	37,29	- 0,17		6,34
	25	200,00	- 0,50		100,00
	26	144,80	- 0,55		79,64
9	27	400	- 1,09		436

$$\sum V_H 1100,18 \quad \sum V_B 1093,13$$

$$V_{общ.} = |\sum V_H| + |\sum V_B| = 2191,31 \text{ м}^3$$

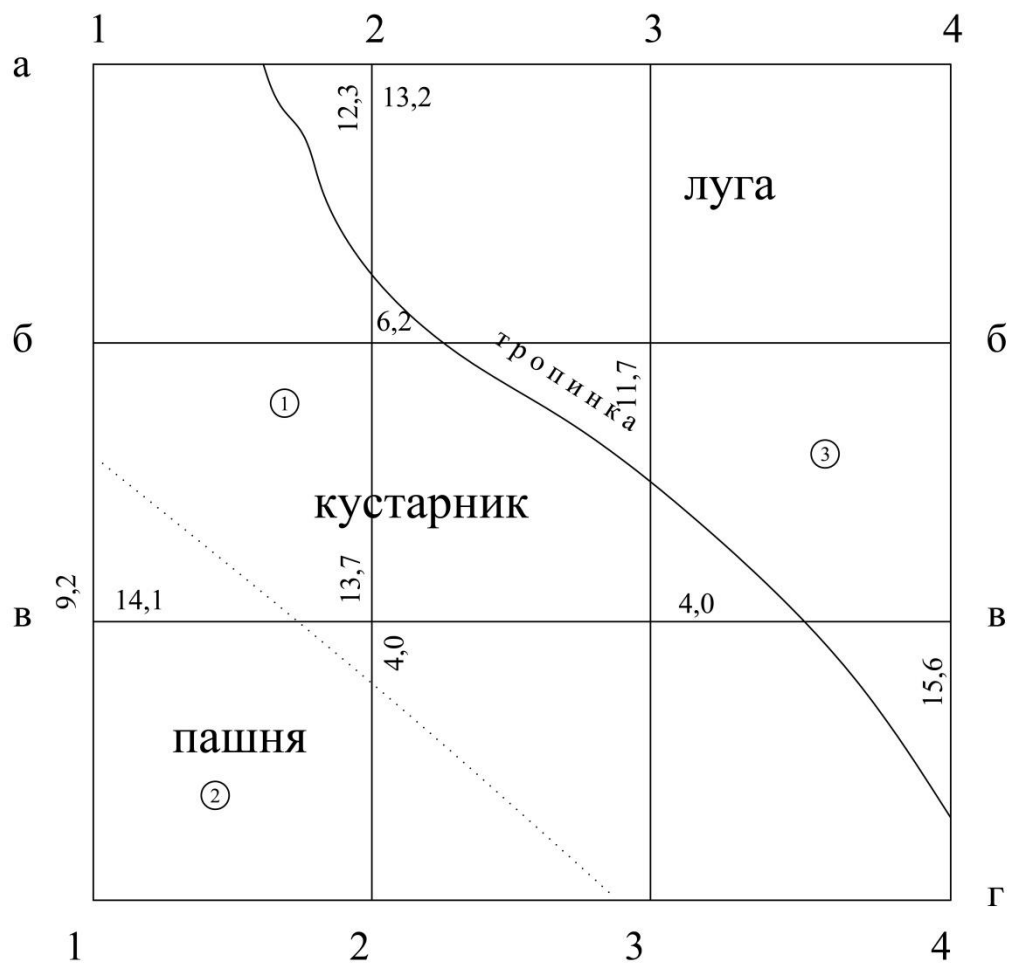
$$\Delta V = |\sum V_H| - |\sum V_B| = |1100,18| - |1093,13| = +7,05$$

$$D = \frac{\Delta V \cdot 100\%}{|\sum V_H| + |\sum V_B|} = \frac{7,15 \cdot 100\%}{2193,31} = 0,3\% \leq 5\%$$

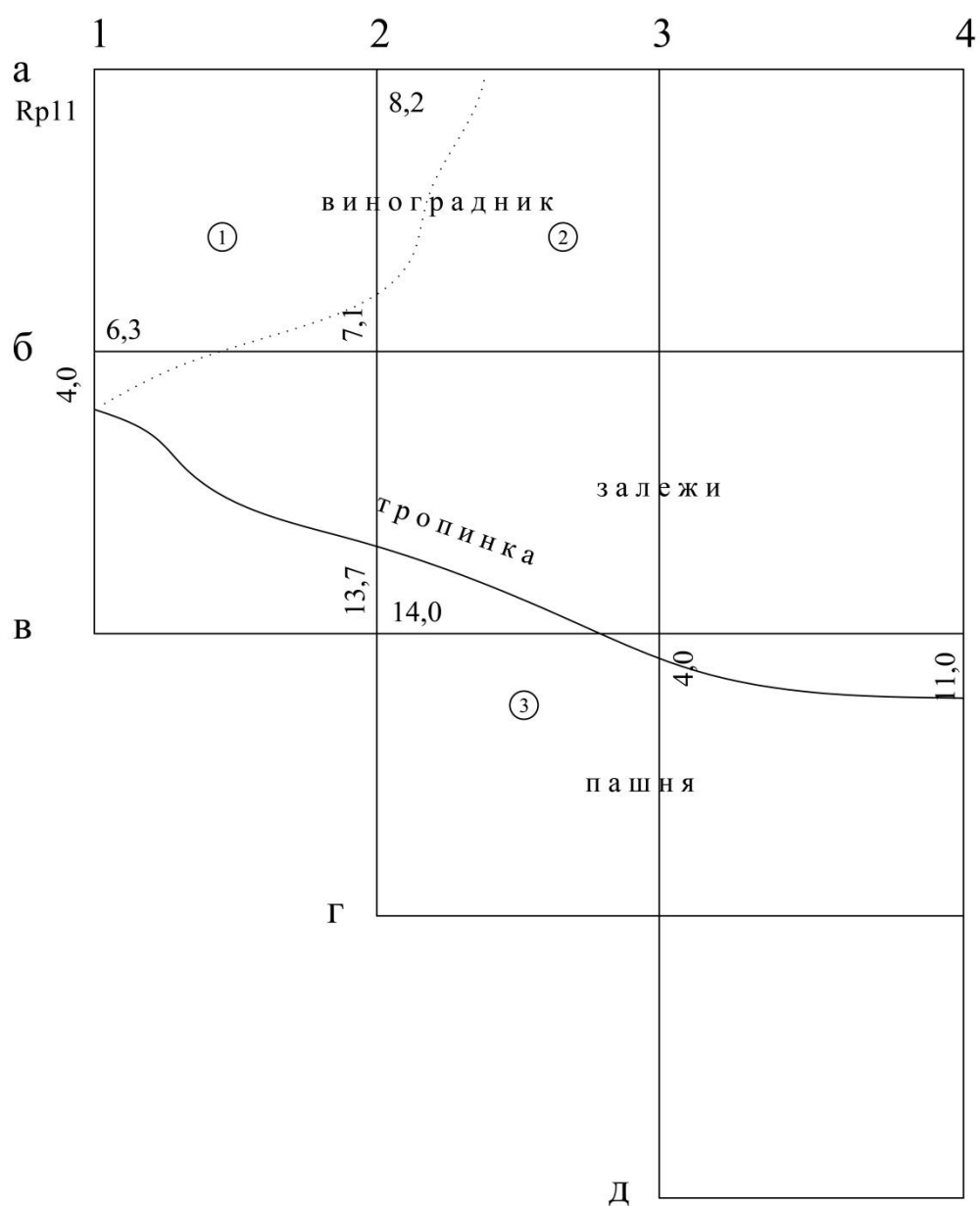
ЗАДАНИЯ

(Исходные данные для выполнения РГР)

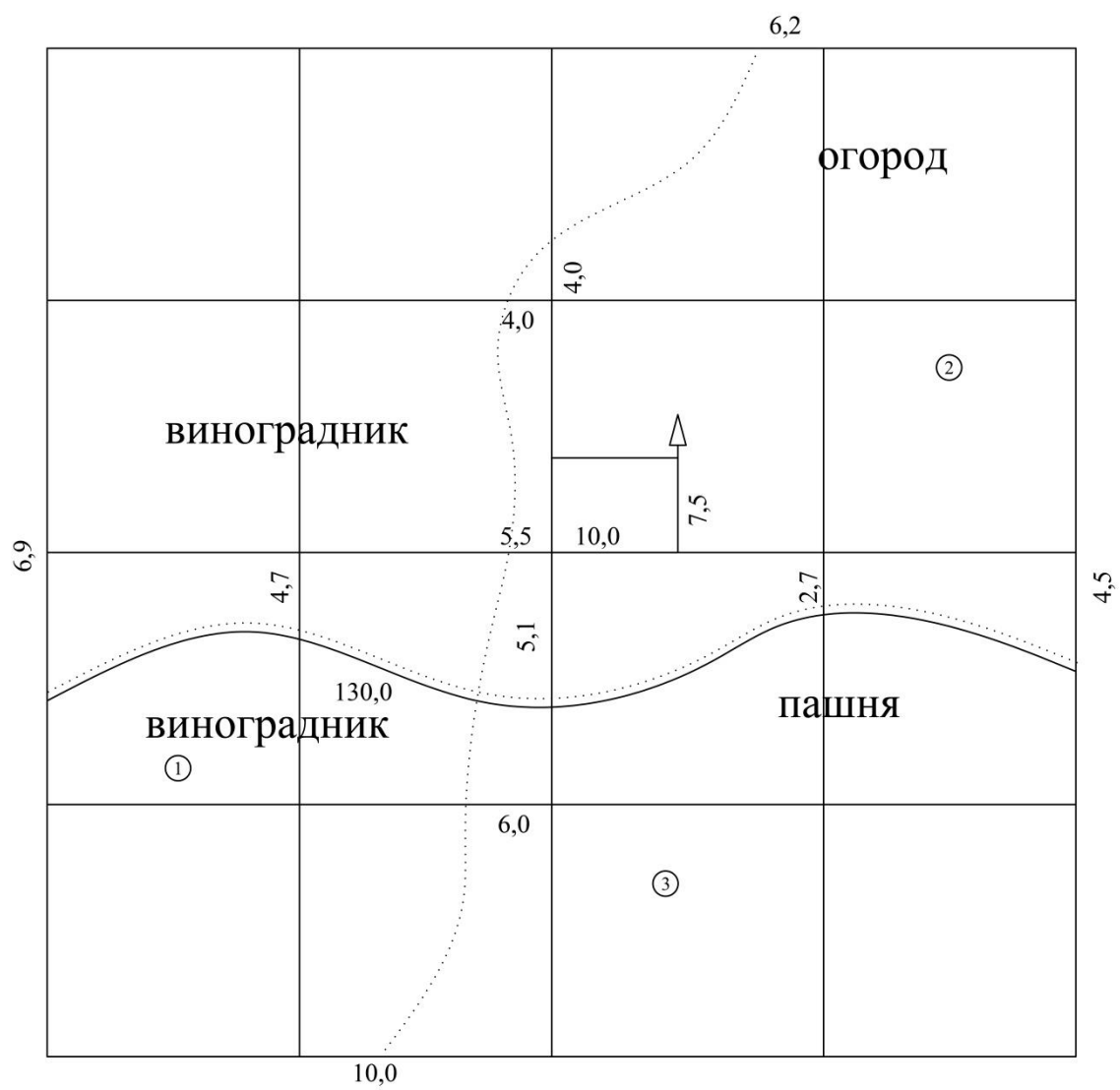
КРОКИ 1-5



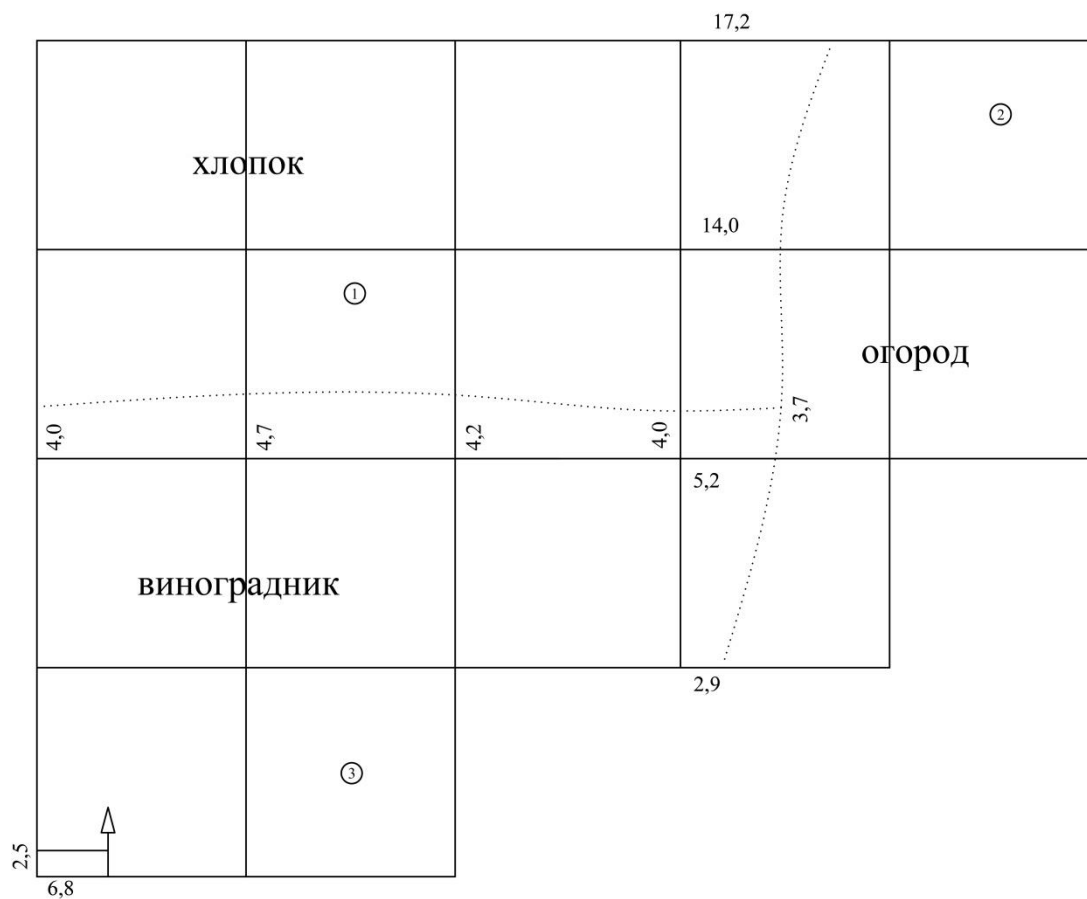
КРОКИ 6-10



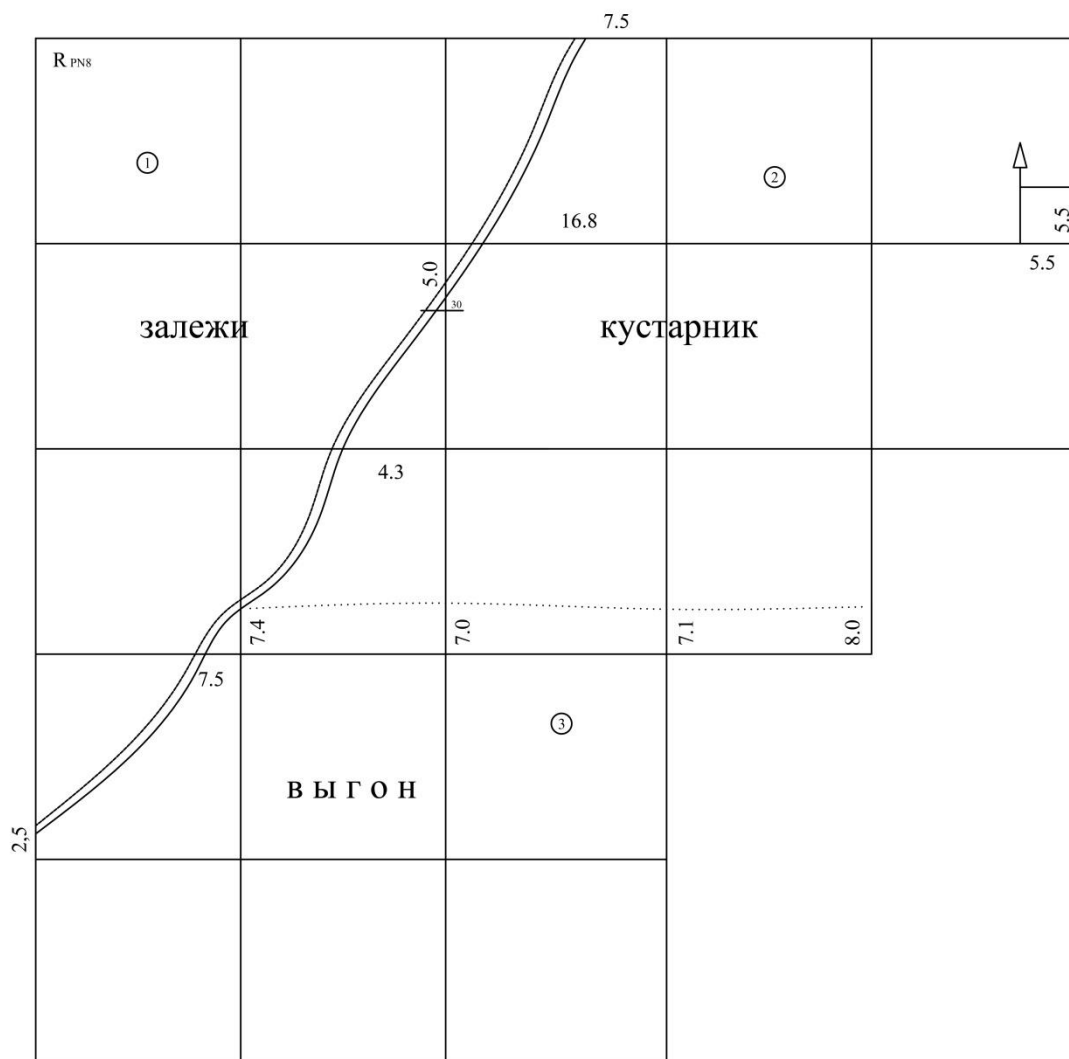
КРОКИ 11-15



КРОКИ 16-20



КРОКИ 20-25



ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.
СИТУАЦИЯ ДЛЯ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ КОНТУРОВ ПЛАНА СТРОЙПЛОЩАДКИ.
(для все вариантов).

№ студентов по журналу	№ контуров (по кроки)		
	1	2	3
1	Кустарник	пашня	дуга
2	Виноградник	огород	пашня
3	Хлопок	огород	виноградник
4	Залежи	кустарник	выгон
5	Сенокос	пустырь	галечники
6	Виноградник	залежи	пашня
7	Такыры	залежи	огород
8	Пашня	ягоды(малина)	выгон
9	Глинистые поверхности	пашня, засоренная камнями	луг
10	Луг засоренный камнями	залежи	галечники
11	Пашня	залежи	виноградник
12	Кустарник	луг	выгон
13	Ягоды(смородина)	огороды	глинистые поверхности
14	Хлопок	виноградник	огород
15	Огород	хмель	пашня
16	Каменистые рассыпа	виноградник	пашня
17	Пески	такыры	залежи
18	Сенокос	залежи	огород
19	Пашня	выгон	луг
20	Кустарник на лугу	пашня	луг
21	Галечники	пустырь	сенокос
22	Пашня	огород	кустарник
23	Полукустарник полынь	пашня	виноградник
24	Луг	кустарник	огород
25	Выгон	пашня	виноградник
26	Луг	пашня	сенокос
27	Выгон	выгон	луг
28	Пески залеж	залежи	такыры
29	Пески	глинистые поверхности	пустырь
30	Огород	пашня засоренная камнями	виноградник
31	Пашня	хлопок	хлопок

Строительная площадка №1

1815	1054	0443	0972
2301	1360	1019	0570
2804	2563	1512	0961
2860	2708	2067	1402

Строительная площадка №2

2851	2630	2139	0938
2737	2166	1515	0534
2130	1740	0238	0154
2021	1540	0499	0201

Строительная площадка №3

2939	2769	1961	1093
2811	1776	1188	0249
2610	1209	0524	0188
2026	2713	2084	0838

Строительная площадка №4

0223	0705	1267	2129
0628	2016	2607	0981
1194	2951	1080	0586
0107	0917	0259	0309

Строительная площадка № 5

0175	0618	1566	2397
0414	1460	2625	2923
0067	0495	1265	2491
0119	0758	2033	2866

Строительная площадка №6

2466	2013	1691	1314
2105	1594	0928	0614
2542	2157	1074	0576
	2470	2165	1514
		2492	2099

Строительная площадка №7

2522	1925	1488	0058
2432	1266	0092	1358
2275	1327	1254	2432
	1983	2107	1489
		2726	1745

Строительная площадка №7

2584	1987	0545	0118
2493	1326	0156	0681
2334	1384	1290	2055
	2047	2162	2533
		2782	2990

Строительная площадка №8

1025	1293	1902	2746
0008	0607	1532	2489
0147	0453	1584	2140
	0948	2001	1978
		2711	1864

Строительная площадка №9

2042	1591	1270	0891
1683	1175	0509	0198
2126	1734	0655	0158
	2054	1721	1090
		2074	1671

Строительная площадка №10

1714	1596	0935	1292	2331
2340	2186	1631	2426	2875
2630	2536	2706	2353	1852
2314	1365	1596	1367	0789
1746	1235	0201	0416	0225

Строительная площадка №11

0046	0204	0233	0095	0159
0706	1944	2560	1543	0274
0789	2041	2941	1526	0274
2847	0885	1824	0459	0246
0148	0112	0273	0136	0098

Строительная площадка №12

2503	2451	2402	2124	1046
2132	1607	1742	1951	1215
1544	0531	1123	2004	2151
1962	2144	1963	0995	1716
2086	1604	1113	0707	1593

Курилиш майдони №13

2621	2442	2020	2134	2512
2443	1817	1503	1591	2083
2033	1009	0409	0873	2164
2141	1570	1362	1923	2195
2472	2165	1927	2514	2826

Строительная площадка №14

2811	2764	2443	1335	1032
2323	2264	2237	1900	0983
1812	1485	1821	1761	0831
1776	1314	0962	1353	0450
1712	1054	0490	0210	0147

Строительная площадка № 15

0485	1171	1453	2072	2634	2235
0173	0554	1124	1613	2021	2425
0481	1090	1516	1932	2395	2843
1402	1473	2163	2206	2514	
1877	1991	2563			

Строительная площадка № 16

2483	2015	0401	0913	1434	1909
2332	1893	0721	0573	0852	1571
1891	1476	1053	0967	2304	2021
1604	1034	1055	1371	1887	
1380	0901	1433			

Строительная площадка № 17

2678	2214	1708	1593	2132	0272
2301	1758	0667	1172	2236	2745
2241	1260	0695	1237	2172	2618
2112	1597	1763	2141	2604	
2656	2233	2600			

Строительная площадка № 18

2721	2364	1802	0363	1754	2275
2387	1874	0956	0391	1989	2789
1650	0917	0403	1196	2161	2263
0221	0391	1303	1720	2234	
1464	1747	2183			

Строительная площадка № 19

0961	0583	0706	1014	1551	0213
2050	1172	1937	2003	1959	1494
1071	2084	1662	1133	1724	2045
2130	2242	0989	0685	0591	
1696	0095	0749			

Строительная площадка № 20

0792	0238	0614	0663	0703	1232
0522	0607	0691	0724	1731	2120
0287	4403	1732	0815	1693	1812
2163	2045	1895	0861	1116	
2730	1253	0108	1424		
2265	1204	0796	1653		

Строительная площадка № 21

0342	0724	1096	1275	1622	0801
6646	1263	1820	2831	2264	1033
1662	1714	2791	1762	1115	0771
0111	2102	1610	1246	0832	
0723	1805	2060	0771		
0590	1236	1082	0806		

Строительная площадка № 22

2505	2121	1574	1021	0545	0632
1364	1330	1066	0655	1457	0933
0427	0334	0612	0986	0742	0561
0041	0505	1043	1792	1907	
1434	0631	1420	2862		
1514	0576	1372	1957		

Строительная площадка № 23

0481	1833	1534	2010	2375	1503
0943	1396	2051	2452	1494	1092
1423	2917	2503	1921	1453	0631
2090	2433	2075	1317	0620	
2332	2114	1398	1046		
1998	1354	1122	0388		

Строительная площадка № 24

0284	1753	2332	2715	3003	3044
1543	2062	2602	2231	2376	2781
1570	2020	2132	1621	2030	2721
1313	1585	1363	1252	2191	
0924	1262	0941	0692		
0873	0814	0334	0262		

**Глава V. РАСЧЕТ РАЗБИВОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
ПЕРЕНЕСЕНИЯ ПРОЕКТА ЗДАНИЯ В НАТУРУ И СОСТАВЛЕНИЕ
РАЗБИВОЧНОГО ЧЕРТЕЖА**

§ 18. ПЕРЕНЕСЕНИЯ ПРОЕКТА ЗДАНИЙ В НАТУРУ

Задание. Требуется определить разбивочные элементы перенесения проектных точек 1 и 2 здания В от ближайших пунктов опорной геодезической сети 8,9 или 10 способом полярных координат. При этом точки 1 и 2 должны лежать в створе угловых точек М и N существующих зданий А и С и в одинаковых от них расстояниях (см. рис V.1).

Для решения задачи предварительно произведена привязка точек М и N к опорной геодезической сети путем приложения одиночных висячих теодолитных ходов 9-8-М и 9-10- N, где измерены правые по ходу углы β_8 и β_9 и расстояния d_{8-M} и d_{10-N} .

Данные привязки, а также прямоугольные координаты пунктов опорной сети 8,9,10 и проектная длина стороны здания В – d_{1-2} являются исходными данными для выполнения расчётно-графических работ. Они приведены в приложении.

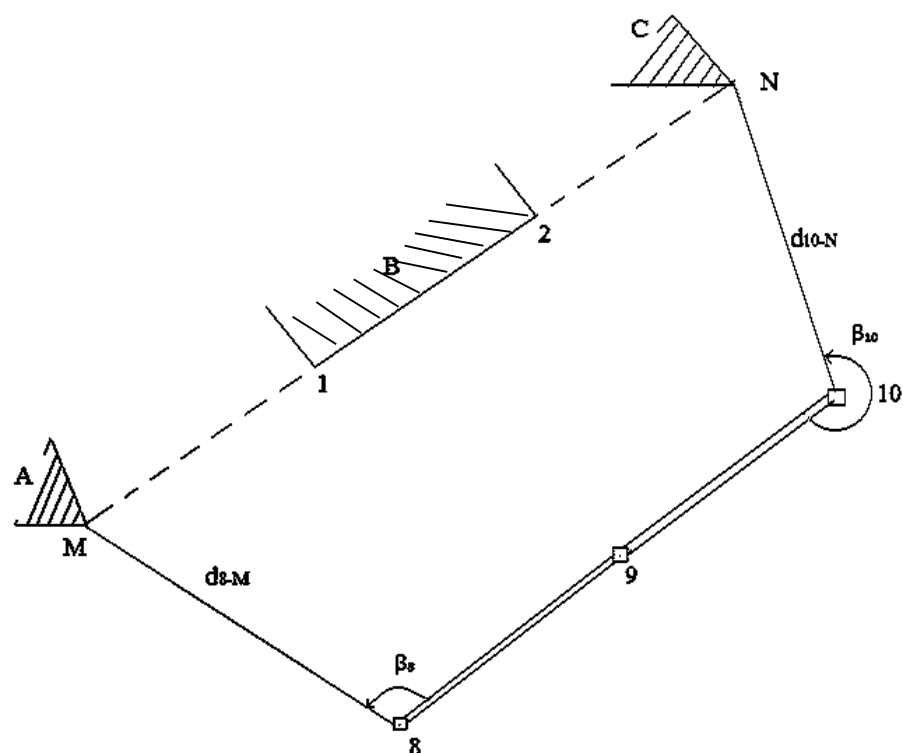


Рис.V.1. Схема размещения зданий и привязки точек *M* и *N* к пунктам опорной геодезической сети.

§ 19. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЁТА ЭЛЕМЕНТОВ ПЕРЕНЕСЕНИЯ ПРОЕКТНЫХ ТОЧЕК

Пример расчета элементов перенесения проектных точек 1 и 2 рассмотрим при следующих исходных данных:

Координаты пунктов опорной сети		
№ точек	X	Y
8	641,50	403,94
9	685,08	445,12
10	729,43	485,45

Данные привязки точек *M* и *N*

$\beta_8 = 113^\circ 31,4'$ $d_{8-M} = 34,60$ м

$\beta_{10} = 216^\circ 00,0'$ $d_{1-N} = 54,38$ м

Проектная длина сторона здания

$d_{1-2} = 70,00$ м

1. Определение дирекционных углов прямого и обратного направлений 8-9 и 9-10 опорной сети воспользуемся формулой:

$$tgr_{ij} = \frac{y_j - y_i}{x_j - x_i} = \frac{\Delta y_{ij}}{\Delta x_{ij}}.$$

Где, tgr_{ij} - румб линии с конечными точками *I* и *j*

Δx_{ij} и Δy_{ij} - разности координат конечных точек линии.

$$tgr_{8-9} = \frac{y_9 - y_8}{x_9 - x_8} = \frac{+41,18}{+43,58} = +0,9449;$$

$$tgr_{8-9} = \text{СВ: } 43^\circ 22,7'.$$

Переход от румбов к дирекционным углам осуществляется в зависимости от знака разностей координат по данным таблицы.

$$\alpha_{8-9} = 43^\circ 22,8',$$

дирекционный угол обратного направления

$$\alpha_{9-8} = \alpha_{8-9} + 180^\circ = 223^\circ 22,7'.$$

Действуя аналогично находим:

$$tgr_{9-10} = \frac{y_{10} - y_9}{x_{10} - x_9} = \frac{+40,33}{+44,35} = +0,9094;$$

$$tgr_{9-10} = \text{СВ: } 42^\circ 16,9';$$

$$\alpha_{9-10} = 42^\circ 16,9';$$

$$\alpha_{10-9} = 222^\circ 16,9'.$$

Таблица V.1

Дирекционные углы	0°-90°	90° -180°	180° -270°	270° -360°
Румбы	$r = \alpha$	$r = 180^\circ - \alpha$	$r = \alpha - 180^\circ$	$r = 360^\circ - \alpha$
Название румбов	СВ	ЮВ	ЮЗ	СЗ
Δx	+	-	-	+
Δy	+	+	-	-

2. Определение координат точек М и N

К углам существующих зданий М и N проложены одиночные висячие теодолитные ходы твердых точек опорной 8 и 10. Координаты точек М и N находим отдельно, решая прямую геодезическую задачу. Рассмотрим пример расчета для точки М.

Находим дирекционный угол линии 8-М по измеренному горизонтальному углу β_8 и вычисленному в п.1 α_{9-8} .

$$A_{8-M} = \alpha_{9-8} + 180^\circ - \beta_8 = 223^\circ 22,7' + 180^\circ - 113^\circ 31,4' = 289^\circ 51,3',$$

тогда румб линии 8-М будет

$$r_{8-M} = C3:70^{\circ}08,7'.$$

Вычисление приращений координат Δx_{8-M} и Δy_{8-M} производим по формулам :

$$\Delta x_{8-M} = d_{8-M} \cdot \cos r_{8-M} = +11,75 \text{ м},$$

$$\Delta y_{8-M} = d_{8-M} \cdot \sin r_{8-M} = -32,54 \text{ м}.$$

Тогда координаты точки М будут:

$$X_M = X_8 + \Delta X_{8-M} = 641,50 \text{ м} + 11,75 \text{ м} = +653,25,$$

$$Y_M = Y_8 + \Delta Y_{8-M} = 403,94 \text{ м} + (-32,54 \text{ м}) = +371,40.$$

Аналогично определяют координаты точки N по дирекционному углу твердой стороны 9-10 и данным привязки β_{10} и d_{10-N} .

Результаты вычислений проводим в таблица (приложение).

3. Определение дирекционного угла и длины линии MN.

Дирекционный угол линии MN находим по координатам её концов используя формулу:

$$tgr_{MN} = \frac{y_N - y_M}{x_N - x_M} = \frac{+120,00}{+130,23} = +0,9214;$$

$$tgr_{MN} = CB: 42^{\circ}39,5';$$

$$\alpha_{MN} = 42^{\circ}39,5'.$$

Длина линии MN определим по формулам:

$$d_{ij} = \frac{|\Delta x_{ij}|}{\cos r_{ij}} = \frac{|\Delta y_{ij}|}{\sin r_{ij}}$$

То есть

$$d_{MN} = \frac{|x_N - x_M|}{\cos r_{MN}} = \frac{|y_N - y_M|}{\sin r_{MN}} = \frac{130,23}{0,7354} = \frac{120,00}{0,6776} = 177,09 \text{ м}.$$

Двукратное определенные d_{MN} служит контролем её правильности.

4. Определение расстояний от точек М и N до проектируемых точек 1 и 2.

Для симметричного расположения здания В между точками М и N условием задания требуется равенство d_{M-1} и d_{N-2} . Поэтому,

$$d_{M-1} = d_{N-2} = \frac{d_{MN} - d_{1-2}}{2} = \frac{177,09 - 70,00}{2} = 53,55 \text{ м.}$$

5. Вычисление координат точек 1 и 2.

Координаты точек 1 и 2 находим решая прямую геодезическую задачу. В данном случае определяемые точки 1 и 2 лежат на линии MN, дирекционный угол и координаты концов известны. Поэтому в используемых формулах:

$$\Delta X = d \cdot \cos r_{MN} \text{ и } \Delta Y = d \cdot \sin r_{MN}.$$

Величина r_{MN} остается постоянной для отрезков M-1, 1-2 и 2- N. Поставляя поочередно в значения d_{M-1} , d_{1-2} и d_{N-1} получим соответствующие приращения координат. Далее исходя из точки M вычислим координаты точек 1,2 и N. Получение координат точки N служит контролем вычислений.

Результаты вычислений приводим в таблице (приложение V).

6. Составление разбивочного чертежа для выноса в натуру здания В.

Разбивочный чертеж составляется на миллиметровой бумаге формата 11 или 12 в масштабе 1:1000. Составление разбивочного чертежа начинают с построения координатной сетки со сторонами 10 см. построенную сетку подписывают по осям X и Y в соответствии с принятым масштабом. Для этой цели выбирают такие значения координат, чтобы точки, подлежащие построению не вышли за пределы координатной сетки. С помощью циркуля-измерителя и масштабной линейкой наносят на сетку пункты опорной сети 8,9 и 10 и угловые точки зданий M, N, 1 и 2 по их координатам. Рядом с нанесенными на сетку точками в дроби показывают их координаты: в числителе – абсциссы, в знаменателе – ординаты.

Разбивочный чертеж оформляют черной гелиевой ручкой.

7. Вычисление элементов перенесения проектных точек 1 и 2 в натуру и составление схема выноса здания

Вычисление разбивочных элементов-углов расстояний, производят относительно ближайших пунктов геодезической опорной сети. Из разбивочного чертежа определим, какие пункты сети находятся ближе к разбивочным точкам 1 и 2. В рассматриваемом нами примере проектную точку 1 удобно разбить с пункта 9, а точку 2 с пункта 10. Следует сказать, что обе проектные точки могут быть разбиты и с одного из пунктов опорной сети. Например с пункта 9. Вопрос выбора пунктов сети, подлежащих привязке с проектными точками решается студентом самостоятельно исходя из взаимного расположения проектных и опорных точек по разбивочному чертежу.

Разбивочными элементами перенесения проектных точек 1 и 2 являются углы β_1 и β_2 и расстояния d_1 и d_2 (рис. V.2). Как следует из рис. углы β_1 и β_2 находятся как разность между дирекционными углами сторон опорной сети и линий на разбиваемые точки, то есть

$$\beta_1 = \alpha_{9-1} - \alpha_{9-8};$$

$$\beta_2 = \alpha_{10-2} - \alpha_{10-9}.$$

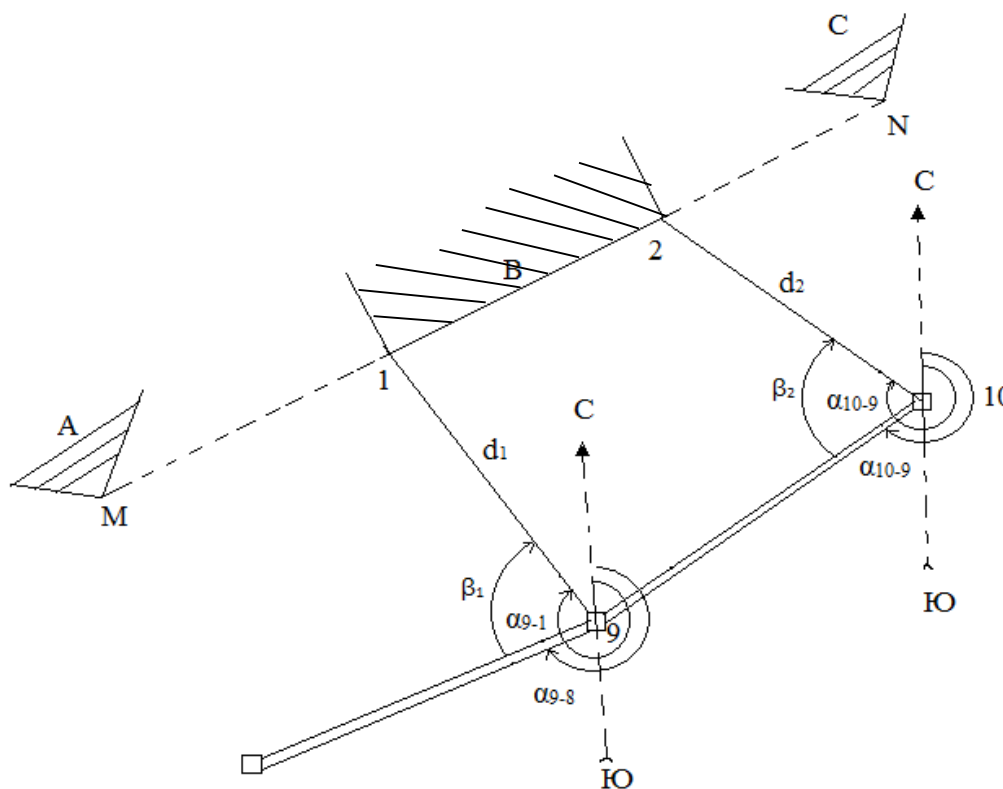


Рис.V.2. Перенесение проектных точек.

Значения α_{9-1} и α_{10-2} в (на рис.V.2) находим по формуле

$$tgr_{9-1} = \frac{y_1 - y_9}{x_1 - x_9} = \frac{-37,44}{+7,55} = -4,9589;$$

$$tgr_{9-1} = \text{C3: } 78^\circ 35,9'; \alpha_{9-1} = 281^\circ 24,1';$$

$$tgr_{10-2} = \frac{y_2 - y_{10}}{x_2 - x_{10}} = \frac{-30,34}{+14,67} = -2,0682;$$

$$tgr_{10-2} = \text{C3: } 64^\circ 11,7'; \alpha_{10-2} = 295^\circ 48,3'.$$

Тогда проектные углы β_1 и β_2 согласно, будут:

$$\beta_1 = 281^\circ 24,1' - 223^\circ 22,7' = 58^\circ 01,4';$$

$$\beta_2 = 295^\circ 48,3' - 222^\circ 16,9' = 73^\circ 31,4'.$$

Проектные отрезка d_1 и d_2 вычислим по формулам:

$$d_1 = \frac{|x_1 - x_9|}{\cos r_{9-1}} = \frac{|y_1 - y_9|}{\sin r_{9-1}} = \frac{7,55}{0,1977} = \frac{37,44}{0,9803} = 38,19 \text{ м};$$

$$d_2 = \frac{|x_2 - x_{10}|}{\cos r_{10-2}} = \frac{|y_2 - y_{10}|}{\sin r_{10-2}} = \frac{14,67}{0,4353} = \frac{30,34}{0,9003} = 33,70 \text{ м}.$$

По полученным данным разбивочных элементов составляют в произвольном масштабе схема, которая является рабочим чертежом перенесения проекта здания в натуру (см. приложение V.2)

Приложение V.1

Варианты

1. Элементы привязки точек М и N к опорным геодезическим пунктам:

$$\beta_1 = 75^\circ 00' + 2 \cdot N^\circ \Phi'; \beta_1 = 192^\circ 00' + 2 \cdot N^\circ \Phi', d_1 = 34,00 \text{ м} + 0,5 \cdot N \text{ м}, d_1 = 51,00 \text{ м} - 0,5 N \text{ м}.$$

2. Проектная длина стороны 1-2 здания $d_{1-2} = 70,00 \text{ м} - N \text{ м}$

3. Масштаб составления разбивочного чертежа 1:1000

4. Прямоугольные координаты опорных точек: $X_{10}=400,00 \text{ м};$
 $Y_{10}=310,00 \text{ м}.$

Таблица V.2.

№№ вариантов	Координаты геодезических опорных пунктов:			
	8		9	
	X	Y	X	Y
1	2	3	4	5
1	400,00+Н-Ф	190,00+Н	400,00+Н	250,00 +Н-Ф
2	417,80+Н-Ф	191,50+Н	408,70+Н	251,10+Н-Ф
3	437,20+Н-Ф	195,50+Н	419,00+Н	253,00+Н-Ф
4	458,60 +Н-Ф	205,40+Н	429,40+Н	257,50+Н-Ф
5	481,90+Н-Ф	223,00+Н	441,15+Н	266,00+Н-Ф
6	495,50+Н-Ф	237,30 +Н	448,00+Н	273,65 +Н-Ф
7	506,25+Н-Ф	254,40 +Н	452,15+Н	282,30+Н-Ф
8	512,30+Н-Ф	269,90+Н	456,35+Н	289,50+Н-Ф
9	517,00+Н-Ф	285,20+Н	459,30+Н	297,60+Н-Ф
10	518,50+Н-Ф	300,60+Н	460,00+Н	305,40+Н-Ф
11	518,00+Н-Ф	321,15 +Н	459,70+Н	316,00+Н-Ф
12	517,20+Н-Ф	335,00+Н	458,75+Н	322,25+Н-Ф
13	514,15+Н-Ф	346,30+Н	457,20+Н	327,75 +Н-Ф
14	508,00+Н-Ф	362,10+Н	454,45+Н	336,00+Н-Ф
15	497,25+Н-Ф	449,00+Н	449,00+Н	345,00+Н-Ф
16	486,15+Н-Ф	395,35+Н	442,70+Н	351,65+Н-Ф
17	472,05+Н-Ф	406,45+Н	336,15+Н	358,00+Н-Ф
18	456,35+Н-Ф	416,15+Н	428,10+Н	362,90+Н-Ф

Продолжение таблицы V.2.

1	2	3	4	5
19	438,70+Н-Ф	423,00+Н	419,95+Н	366,80+Н-Ф
20	420,15+Н-Ф	429,10+Н	419,32+Н	366,70+Н-Ф
21	400,00+Н-Ф	430,25+Н	408,70+Н	369,75+Н-Ф

22	382,50+Н-Ф	428,00+Н	391,20+Н	359,00+Н-Ф
23	363,15+Н-Ф	423,45+Н	381,85+Н	367,00+Н-Ф
24	341,25+Н-Ф	415,00+Н	371,35+Н	362,65+Н-Ф
25	317,80+Н-Ф	397,75+Н	359,00+Н	354,25+Н-Ф
26	304,00+Н-Ф	382,15+Н	352,15+Н	346,60+Н-Ф
27	293,25+Н-Ф	365,90+Н	346,35+Н	338,10+Н-Ф
28	286,60+Н-Ф	350,00 +Н	343,10+Н	322,55+Н-Ф
29	281,70+Н-Ф	335,00+Н	341,00+Н	314,15+Н-Ф
30	280,50+Н-Ф	318,85+Н	339,95+Н	303,95+Н-Ф
31	280,00+Н-Ф	297,00+Н	340,00+Н	297,20+Н-Ф
32	283,10+Н-Ф	285,15+Н	341,15+Н	291,55+Н-Ф
33	285,00+Н-Ф	273,25+Н	342,65+Н	293,60+Н-Ф
34	292,00+Н-Ф	257,30+Н	346,05+Н	274,10+Н-Ф
35	303,15+Н-Ф	234,40+Н	351,95+Н	267,35+Н-Ф
36	315,05+Н-Ф	225,65+Н	357,20+Н	261,60+Н-Ф
37	328,70+Н-Ф	241,50+Н	364,35+Н	267,00+Н-Ф
38	344,40+Н-Ф	204,54+Н	372,25+Н	253,00+Н-Ф
39	361,00+Н-Ф	196,60+Н	380,60+Н	251,15 +Н-Ф
40	380,00+Н-Ф	192,40+Н	390,00+Н	248,15+Н-Ф

Примечание: Обозначения «Н» и «Ф» означают соответственно порядковый номер студента по журналу и количество букв в фамилии студента. Для заочной обучения последней два номера шифр «Н» и «Ф» количество букв в фамилии студента.

Ташкентский архитектурно-строительный институт

Кафедра «Геодезии и кадастра»

РАСЧЕТНО – ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

По расчету разбивочных элементов перенесения проекта здания в натуру и
составление разбивочного чертежа

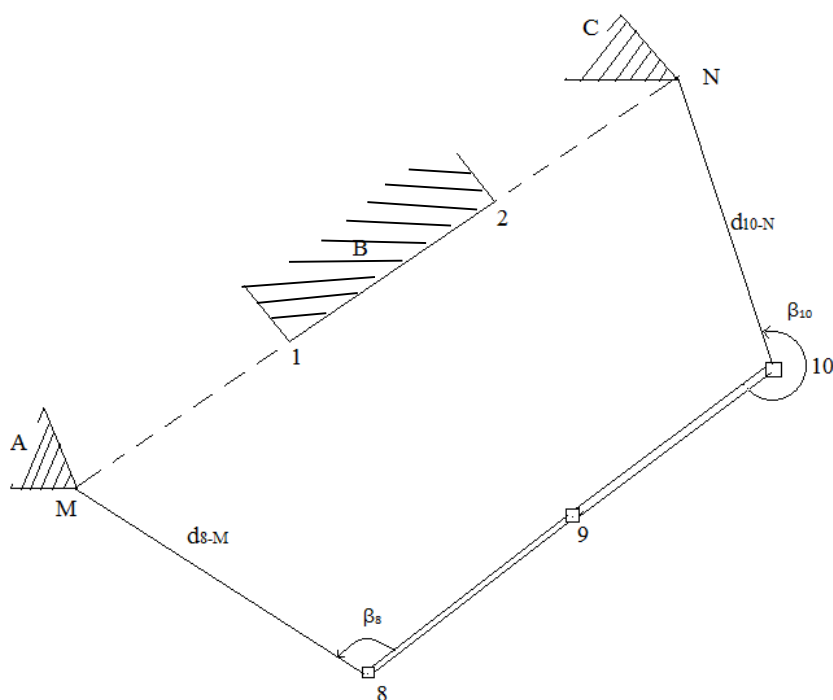
Выполнил: _____
Принял: _____

Ташкент-2019

Исходные данные

Вариант № 41

- 1) Схема и данные привязки точек М и N к пунктам опорной сети 8 и 10



$$\begin{aligned} \beta_8 &= 113^\circ 31,4' & d_{8-M} &= 34,60 \text{ м} \\ \beta_{10} &= 216^\circ 00,0' & d_{1-N} &= 54,38 \text{ м} \end{aligned}$$

- 2) Проектная длина сторона здания $d_{1-2}=70,00$ м.
3) Координаты пунктов опорной сети

№ точек	X	Y
8	641,50	403,94
9	685,08	445,12
10	729,43	485,45

Решение.

- 1) Определение дирекционных углов α_{8-9} и α_{9-10} опорной сети

$$\begin{aligned} tgr_{8-9} &= \frac{y_9 - y_8}{x_9 - x_8} = \frac{+41,18}{+43,58} = +0,9449; \\ tgr_{8-9} &= \text{CB: } 43^\circ 22,7'; \alpha_{8-9} = 43^\circ 22,8'; \alpha_{9-8} = \alpha_{8-9} + 180^\circ = 223^\circ 22,7' \\ tgr_{9-10} &= \frac{y_{10} - y_9}{x_{10} - x_9} = \frac{+40,33}{+44,35} = +0,9094; \\ tgr_{9-10} &= \text{CB: } 42^\circ 16,9'; \\ \alpha_{9-10} &= 42^\circ 16,9'; \\ \alpha_{10-9} &= 222^\circ 16,9'. \end{aligned}$$

2) Определение координат точек М и N

№№ точек	Горизонтальные углы β_i	Дирекционные углы α_i	Румбы сторон r_i	Расстояния d_i	Приращение координат		Координаты	
					Δx	Δy	X	Y
9								
8	113°31,4'	223°22,7'	СЗ:				641,50	403,94
М		289°51,3'	70°08,7'	34,60	+11,75	-32,54	653,25	371,40
9								
10	216°00,00'	42°16,9'	СВ:					
		6° 16,9'	6° 16,9'	54,38	+54,05	+5,95	729,43	485,45
N							783,48	491,40

3. Определение дирекционного угла и длины линий:

$$tgr_{MN} = \frac{y_N - y_M}{x_N - x_M} = \frac{+120,00}{+130,23} = +0,9214;$$

$$tgr_{MN} = \text{СВ: } 42^\circ 39,5';$$

$$\alpha_{MN} = 42^\circ 39,5';$$

$$d_{MN} = \frac{|x_N - x_M|}{\cos r_{MN}} = \frac{|y_N - y_M|}{\sin r_{MN}} = \frac{130,23}{0,7354} = \frac{120,00}{0,6776} = 177,09 \text{ м.}$$

4. Определение расстояний d_{M-1} и d_{N-2} :

$$d_{M-1} = d_{N-2} = \frac{d_{MN} - d_{1-2}}{2} = \frac{177,09 - 70,00}{2} = 53,55 \text{ м.}$$

5. Вычисление координат точек 1 и 2.

№№ точек	Румб линии MN	Расстояния $d, \text{м}$	Приращения координат		Координаты	
			$\Delta x \text{ м,}$	$\Delta y \text{ м,}$	X, м	Y, м
M	СВ:42°39,5'	53,55	+39,38	+36,28	653,25	371,40
1					692,63	407,68
2	СВ:42°39,5'	53,55	+51,47	+47,43	744,10	455,11
	СВ:42°39,5'	53,55	+39,38	+36,28	783,48	491,39
N						
1						

6. Вычисление разбивочных элементов перенесения проектных точек 1 и 2 в натуру

$$tgr_{9-1} = \frac{y_1 - y_9}{x_1 - x_9} = \frac{-37,44}{+7,55} = -4,9589;$$

$$tgr_{9-1} = C3: 78^\circ 35,9'; \alpha_{9-1} = 281^\circ 24,1';$$

$$\beta_1 = 281^\circ 24,1' - 223^\circ 22,7' = 58^\circ 01,4';$$

$$d_1 = \frac{|x_1 - x_9|}{\cos r_{9-1}} = \frac{|y_1 - y_9|}{\sin r_{9-1}} = \frac{7,55}{0,1977} = \frac{37,44}{0,9803} = 38,19 \text{ м}$$

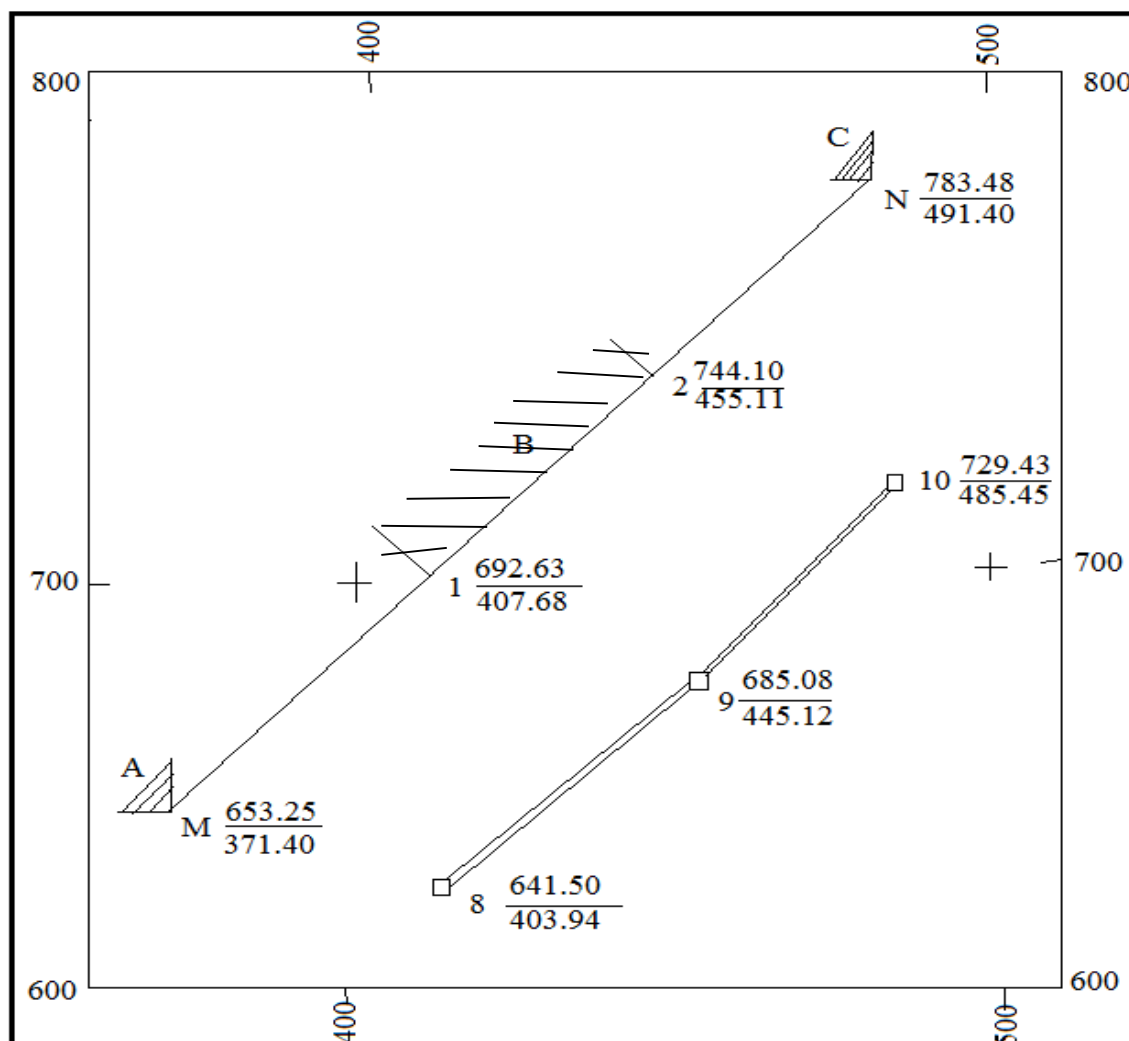
$$tgr_{10-2} = \frac{y_2 - y_{10}}{x_2 - x_{10}} = \frac{-30,34}{+14,67} = -2,0682$$

$$tgr_{10-2} = C3: 64^\circ 11,7'; \alpha_{10-2} = 295^\circ 48,3'$$

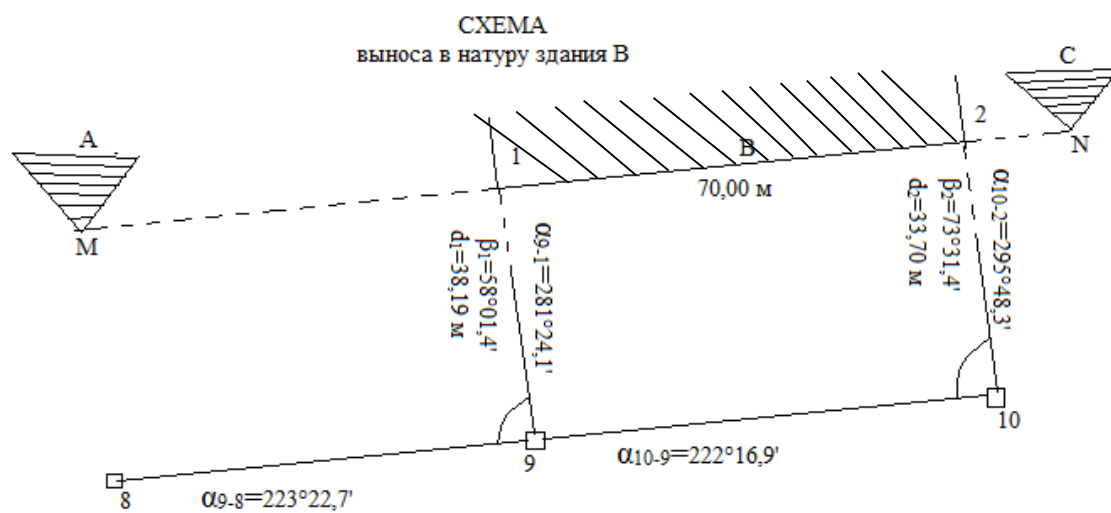
$$\beta_2 = 295^\circ 48,3' - 222^\circ 16,9' = 73^\circ 31,4'$$

$$d_2 = \frac{|x_2 - x_{10}|}{\cos r_{10-2}} = \frac{|y_2 - y_{10}|}{\sin r_{10-2}} = \frac{14,67}{0,4353} = \frac{30,34}{0,9003} = 33,70 \text{ м}$$

Разбивочный чертеж для выноса в натуру здания В



1:1000



Глава VI. ПЛАНОВАЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНАЯ СЪЕМКА КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

§20. Общие сведения

Цель: научиться обрабатывать результаты плановой исполнительной съемки и составлять исполнительный чертеж.

При исполнительных съёмках определяют положение конструкций здания в пространстве, вычисляют их отклонения от проектного положения и составляют исполнительный чертеж. По результатам исполнительной съемки оценивают качество монтажных работ и принимают решение о пригодности конструкций здания к эксплуатации. Исполнительной съемке подвергают наиболее ответственные конструкции зданий и сооружений.

В зависимости от вида контролируемых отклонений различают плановую и высотную исполнительные съемки.

§ 21. Плановая исполнительная съемка колонн здания.

В этом виде исполнительной съемки определяют отклонения оси колонны от проектной оси здания. Отклонения определяют отдельно в направлении продольной (буквенной) и поперечной; (цифровой) осей здания в нижнем и верхнем сечениях колонны. Последнее позволяет вычислить наклон колонны в направлении соответствующей оси здания.

Исполнительную съемку колонн обычно осуществляют методом бокового нивелирования. Для этого от точек K и M (рис. VI.1) закрепления оси $A—A$ откладывают по перпендикуляру к оси равные отрезки $KK'=MM'=a$. Над одной из точек параллели $K'M'$, например, над точкой K' , устанавливают теодолит и визируют на точку M' . Далее по горизонтально установленным рейкам берут отсчеты в верхнем $b_в$ и нижнем $b_н$ сечениях колонны. Отсчеты производят по черной $b^ч$ и красной $b^к$ сторонам рейки, а контроль правильности отсчетов осуществляют вычислением разности $PO = b^к - b^ч$ и сравнением результата с

теоретическим значением PO_T . Работу завершают измерением ширины колонны l_1 и l_2 с двух сторон.

Все результаты измерений записывают в миллиметрах в журнал исполнительной съемки (рис.VI.1). Отсчеты по черной и красной сторонам рейки в верхнем сечении колонны выписывают над чертой, в нижнем сечении колонны — под чертой, например, $b_B^Ч=0195$, $b_B^К=4980$, $b_H^Ч=0201$ и $b_H^К=4987$.

Обработку результатов плановой исполнительной съемки начинают с составления схемы. Для этого на листе чертежной бумаги в произвольном масштабе наносят оси здания и колонны. Колонны целесообразно увеличить в размерах, что позволит в последующем более свободно и наглядно нанести на чертеж графический и цифровой материал.

По результатам измерений, приведенным в журнале исполнительной съемки, вычисляют среднюю ширину колонны $l = 0,5 (l_1 + l_2)$, отклонения оси колонны от оси здания в верхнем Δ_B и нижнем Δ_H сечениях по черной $\Delta^Ч$ и красной $\Delta^К$ сторонам рейки:

$$\Delta_B^Ч = a - b_B^Ч - 0,5l;$$

$$\Delta_B^К = a - b_B^К - PO_T - 0,5l;$$

$$\Delta_H^Ч = a - b_H^Ч - 0,5l;$$

$$\Delta_H^К = a - b_H^К - PO_T - 0,5l.$$

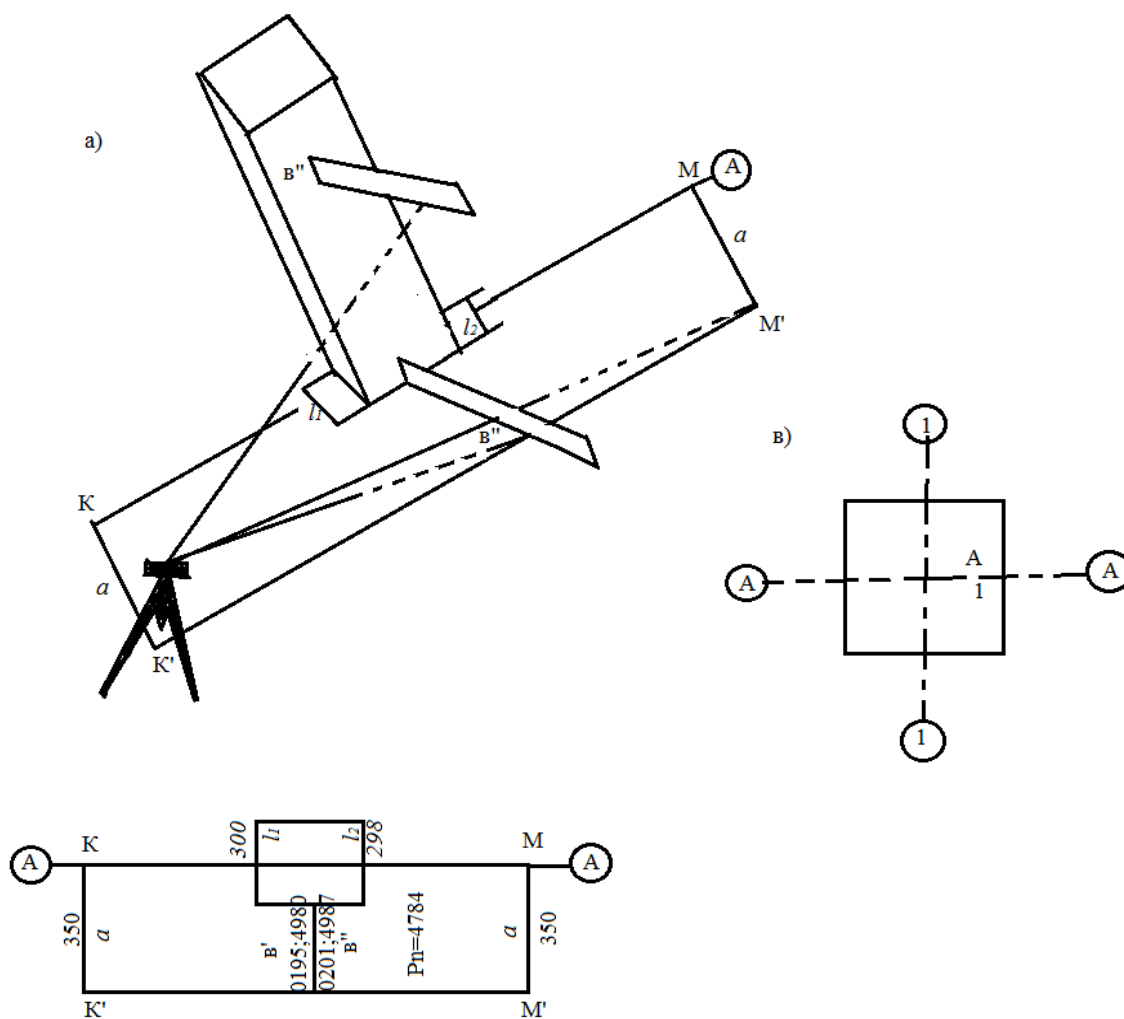


Рис. VI.1 Плановая исполнительная съемка
а- схема съемки; б- журнал съемки;
в- исполнительный чертеж

Расхождения в отклонениях по черной и красной сторонам рейки в данном сечении не должно превышать 5 мм. Если условие не соблюдается, то необходимо проверить правильность вычислений и осуществить контроль правильности отсчетов по рейке путем вычисления разности нулей. Если условие соблюдается, то за окончательное значение принимают среднее из отсчетов по обеим сторонам рейки:

$$\Delta_B = 0,5(\Delta_B^Ч - \Delta_B^K);$$

$$\Delta_H = 0,5(\Delta_H^Ч - \Delta_H^K).$$

В рассматриваемом примере:

$$l = 0,25 \cdot (300 + 298) = 149,5 \text{ мм};$$

$$\Delta_B^q = 350 - 195 - 149.5 = \pm 5.5 \text{ мм};$$

$$\Delta_B^K = 350 - (4980 - 4784) - 149.5 = \pm 4.5 \text{ мм};$$

$$\Delta_H^q = 350 - 201 - 149.5 = -0.5 \text{ мм};$$

$$\Delta_H^K = 350 - (4987 - 4784 - 149.5) = -2.5 \text{ мм}.$$

Так как расхождения в отсчетах по черной и красной сторонам рейки составляют 1,0 и 2,0 мм, то вычисляем средние значения:

$$\Delta_B = 0.5 (+5.5 + 4.5) = +5 \text{ мм};$$

$$\Delta_H = 0.5 (-0.5 - 2.5) = -1.5 \text{ мм} \approx -2 \text{ мм}.$$

Знак «плюс» у отклонения означает, что ось колонны смещена с проектной оси по направлению к параллели $K'M'$, а знак «минус» — смещение от нее.

Полученные отклонения выписывают на исполнительный чертеж (рис. VI.1,а). Отклонение в верхнем сечении колонны выписывают над стрелкой, показывающей направление отклонения, в нижнем сечении — под стрелкой. В рассматриваемом примере отклонение верха колонны +5 мм подписано над стрелкой, направленной к параллели $K'M'$, а отклонение —2 мм подписано под стрелкой, направленной от параллели.

При анализе результатов исполнительной съемки вычисляют наклон колонны по формуле

$$\Delta_{\text{накл}} = \Delta_B - \Delta_H$$

Знак $\Delta_{\text{накл}}$, как и отклонение от проектной оси, показывает направление наклона. В нашем примере $\Delta_{\text{накл}} = +5 - (-2) = +7 \text{ мм}$, т.е. верх колонны наклонен на 7 мм в направлении к параллели оси $K'M'$.

Аналогичным образом вычисляют и выписывают на исполнительный чертеж отклонения колонн по всему ряду (оси А—А).

Определение и обработка результатов при исполнительной съемке отклонений от поперечных осей здания производится, как и для продольных осей.

Образец оформления исполнительного чертежа приведен в

приложении VI.

Задание. Обработать журнал исполнительной съемки колонн здания (рис. VI.2) и составить исполнительный чертеж.

Примечание: выносками из центров колонн на рис. VI.2. Обозначены результаты измерений, которые в следующем задании используются при высотной исполнительной съемке.

§ 22. ВЫСОТНАЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНАЯ СЪЕМКА КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

Цель: научиться обрабатывать результаты высотной исполнительной съемки и составлять исполнительный чертеж.

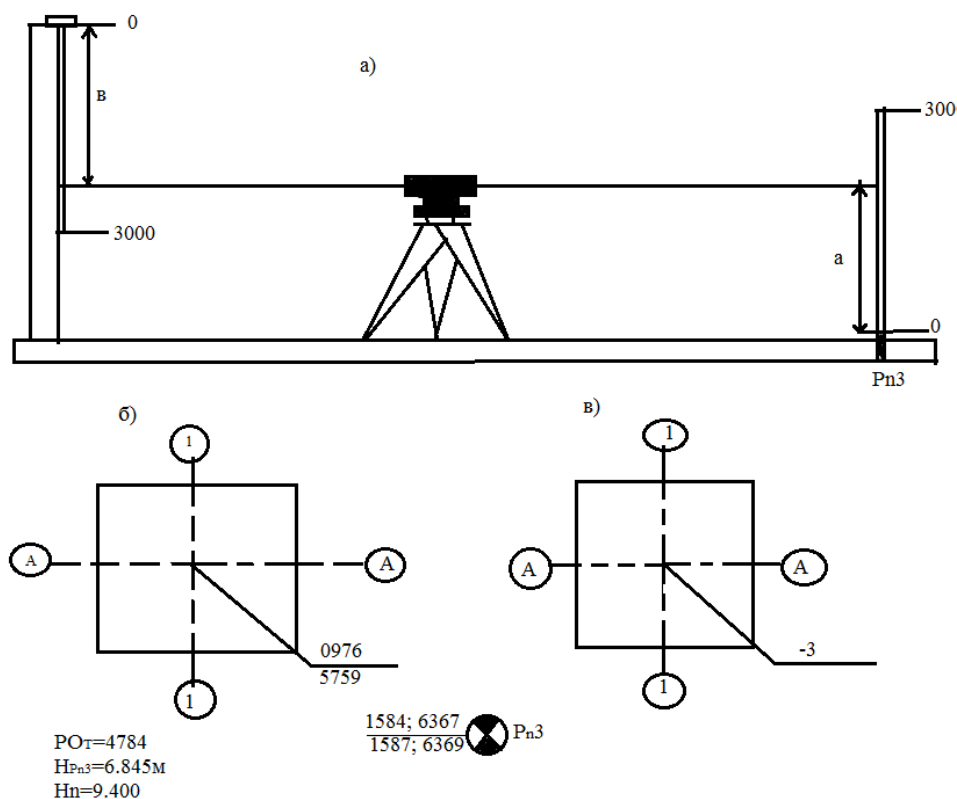


Рис. VI.2 Высотная исполнительная съемка
колонн здания:
а- схема съемки; б- журнал съемки; в-
исполнительный чертеж

При высотной исполнительной съемке определяют отметки

опорных поверхностей несущих конструкций, вычисляют отклонения этих поверхностей от проектного положения и выписывают отклонения на исполнительный чертеж,

Отметки опорных поверхностей определяют геометрическим нивелированием от рабочего репера на монтажном горизонте. На каждой нивелирной станции работу начинают и завершают отсчетами по рейке, установленной на репере (рис. VI.2, а). Отсчеты по черной $a_n^ч$ и красной $a_n^к$ сторонам рейки в начале наблюдений записывают в журнал исполнительной съемки у обозначения репера в числителе, а отсчеты $a_k^ч$ и $a_k^к$ записывают в конце работы на станции — в знаменателе. Так, в журнале исполнительной съемки (рис. VI.2. б) отсчеты:

$$a_n^ч = 1584, a_n^к = 6367, a_k^ч = 1587, a_k^к = 6369$$

Если опорные конструкции расположены выше горизонта прибора, то рейку со специальным кронштейном подвешивают на опорной поверхности пяткой вверх (см. рис VI.2, а). Отсчеты по черной $b_i^ч$ и красной $b_i^к$ сторонам рейки на данной конструкции. Записывают в журнал исполнительной съемки на выноске у соответствующей конструкции. Так, на рис. VI.2, б отсчеты $b_{A1}^ч = 0976$ и $b_{A1}^к = 5759$ выписаны у колонн А1. Контроль правильности отсчетов осуществляют вычислением разности нулей рейки $PO = b^к - b^ч$ и сравнением полученного результата с PO_T .

Обработку результатов измерений производят следующим образом.

1. Вычисляют горизонт прибора по черной и красной сторонам рейки

$$ГП^ч = H_{Pn} + 0,5(a_n^ч + a_k^ч);$$

$$ГП^к = H_{Pn} + 0,5(a_n^к + a_k^к),$$

где H_{Pn} — отметка рабочего репера.

В нашем примере $ГП^к = 6845 + 0,5 (1584 + 1587) = 8430,5$ - 8430 мм;
 $ГП^ч = 6845 + 0,5 (6367 + 6369) = 13213$ мм.

2. Для каждой конструкции (колонны) вычисляют отметку опорной поверхности по черной и красной сторонам рейки

$$H_i^ч = ГП_i^ч + b_i^ч;$$

$$H^к = ГП^к + b_i^к - 2PO_{\text{т.}}$$

Если значения отметок $H^ч$ и $H^к$ различаются существенно (более 5 мм), значит в вычислениях допущена ошибка. При исправлении ошибки предварительно осуществляют повторный контроль правильности отсчетов по разности нулей рейки, а затем вычисления отметок повторяют.

Если расхождение в значениях отметок допустимое, то вычисляют среднее значение

$$H = 0,5 (H^ч + H^к).$$

В рассматриваемом примере $H_{A1}^ч = 8430 + 0976 = 9406$ мм; $H_{A1}^к = 13213 + 5758 - 2 \cdot 4784 = 9403$ мм.

Так как расхождение составляет 3 мм, то $H_{A1} = 0,5 (9406 + 9403) = 9404,5$ мм.

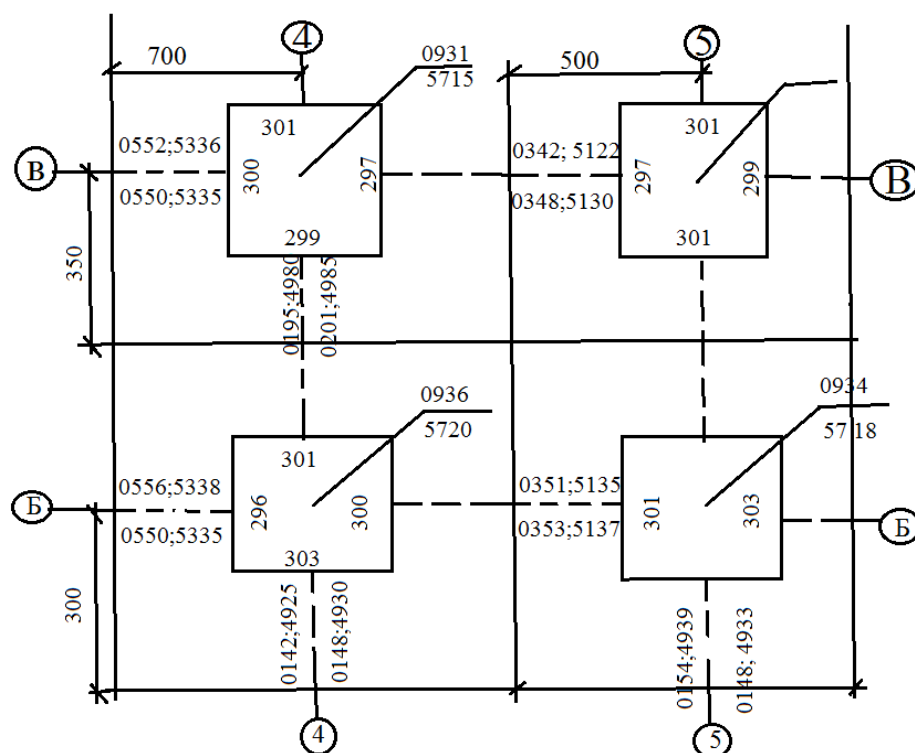
3. Для каждой из конструкций вычисляют отклонения опорной поверхности от проектного положения

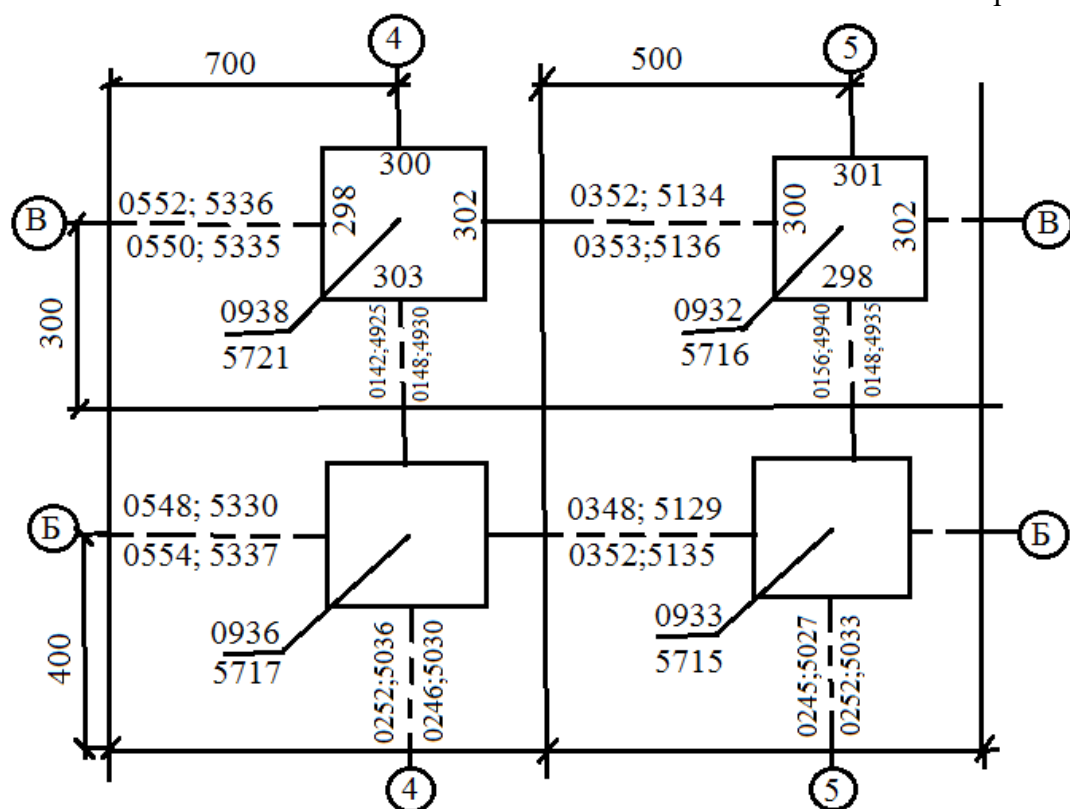
$$\Delta_i = H_{\text{п}} - H_i,$$

где $H_{\text{п}}$ — проектная отметка опорной поверхности.

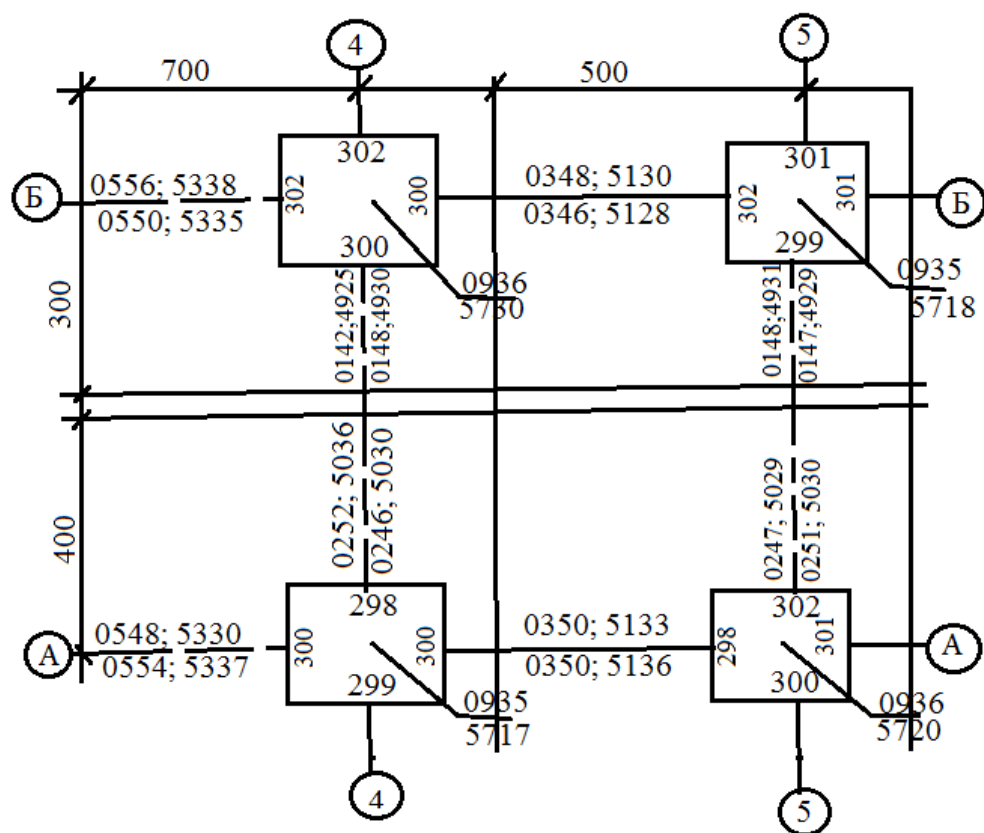
В нашем примере $H_{\text{п}} = 9,400$ м и $\Delta_{A-1} = 9400 - 9403 = -3$ мм. После математической обработки результатов исполнительной съемки полученные значения Δ_i выписывают на исполнительный чертеж. Так на рис. VI.2, в отклонение $\Delta_{A-1} = -3$ мм выписано на выноске у колонны А1.

Приложение VI.1
Вариант №1

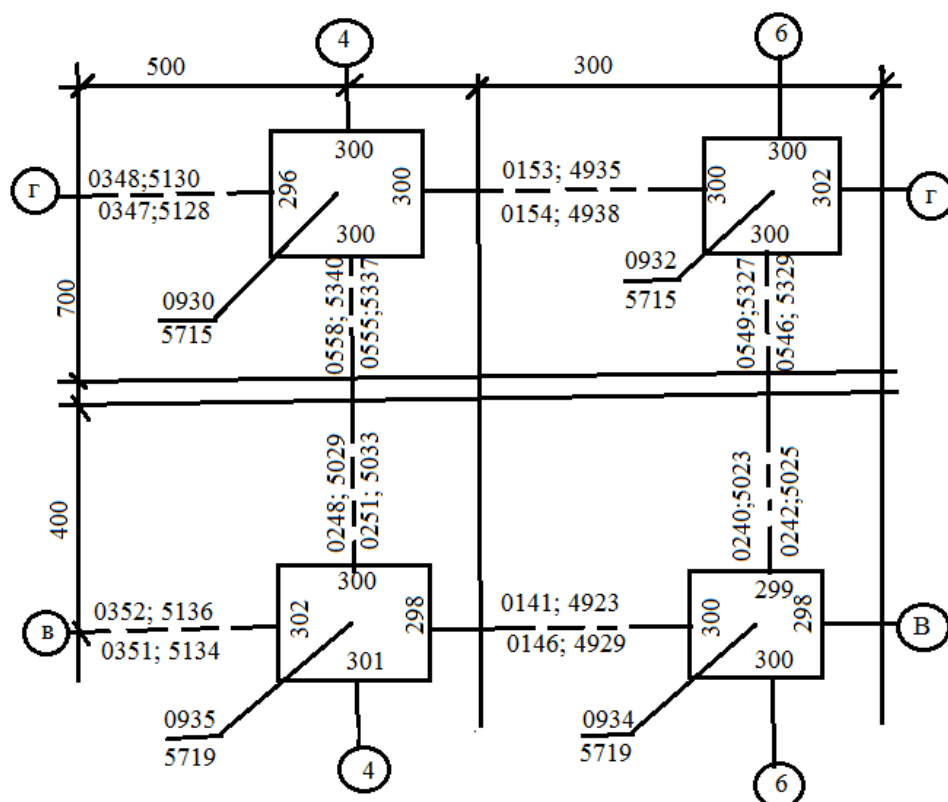




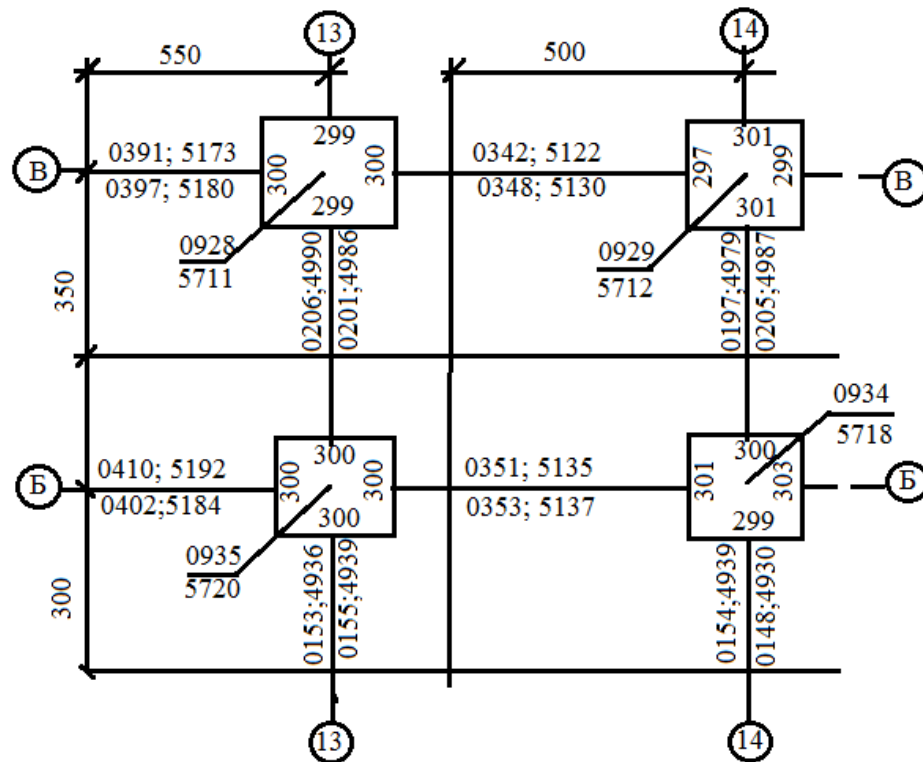
Вариант №3



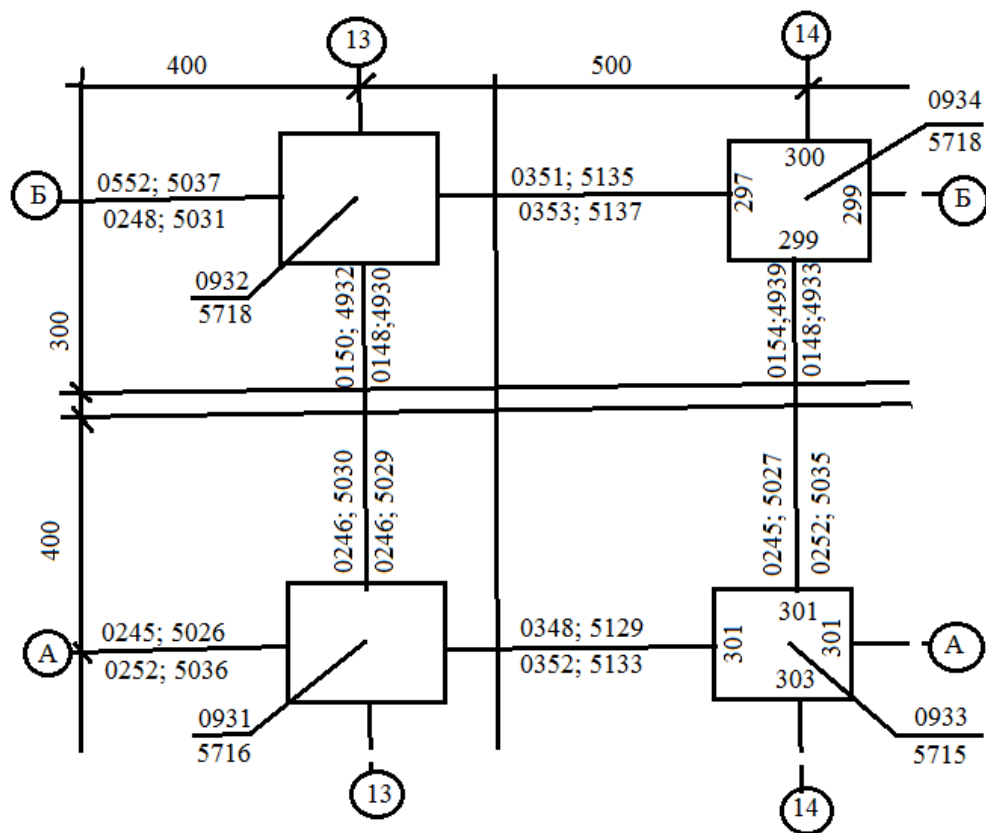
Вариант №4



Вариант №5



Вариант № 6



Ташкентский архитектурно- строительный институт

Кафедра «Геодезия и кадастра»

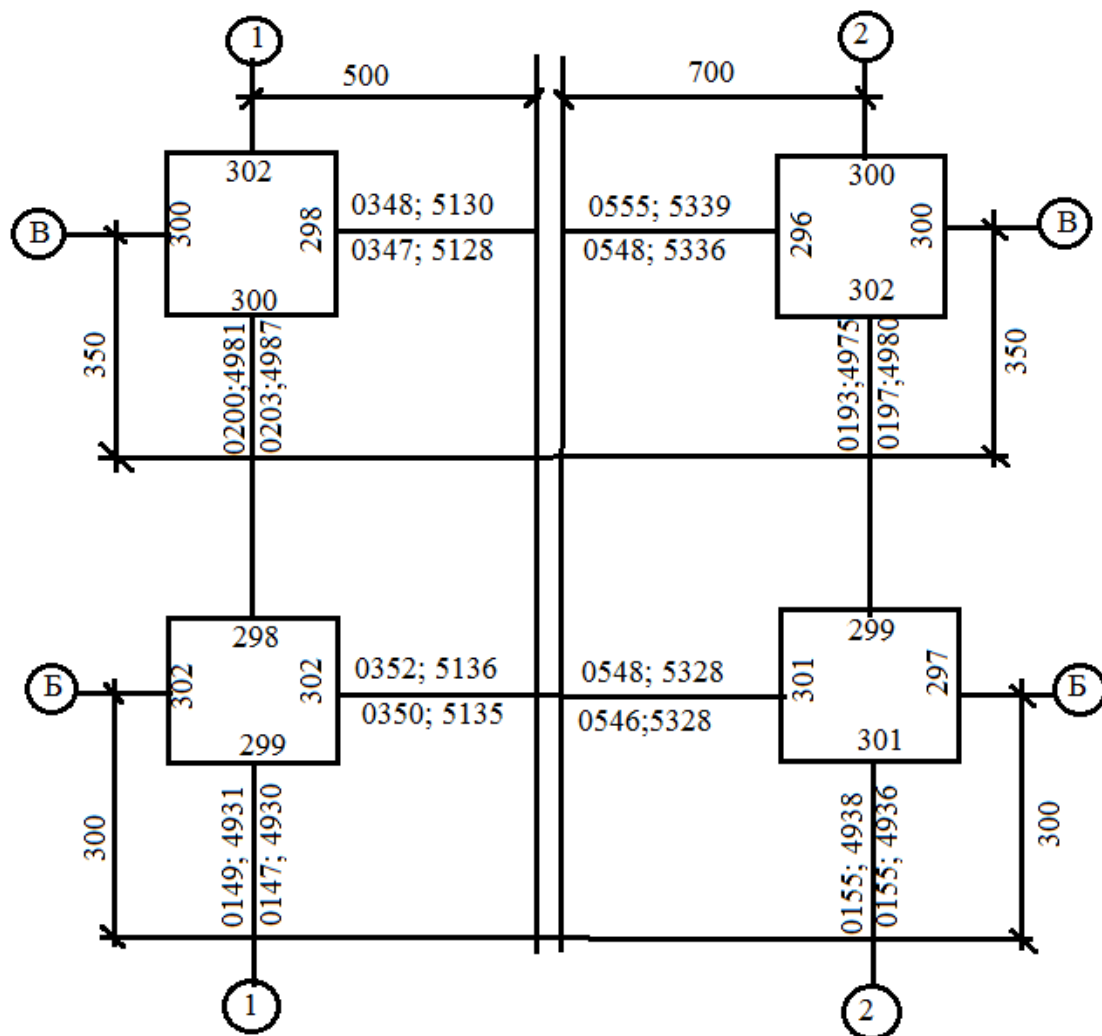
РАСЧЕТНО – ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

Высотная исполнительная съемка конструкций зданий

Выполнил:_____

Принял:_____

Ташкент-2019



$$a_n = 4784$$

$$H_{pn1} = 8251 \text{ mm}$$

$$P_{nl} = \frac{1523; 1519}{6305; 6302}$$

**Исполнительная съемка колонн
здания:**

Б-Б, В-В- Продольные ось

1-1, 2-2- поперечные ось

Вычисления отклонения от проектного положения нижнем и верхнем
сечениях колонны.

Ось В-В

Колонна В/1

$$\ell = 0.25 * (300 + 298) = 149.5 \text{ mm}$$

$$\Delta_B^ч = 350 - 200 - 149.5 = +0.5 \text{ mm}$$

$$\Delta_B^к = 350 - (4981 - 4754) - 149.5 = 350 - 197 - 149.5 = \pm 3.5 \text{ mm}$$

$$\Delta_B = +2 \text{ мм}$$

$$\Delta_H^q = 350 - 203 - 149.5 = 2.5 \text{ мм}$$

$$\Delta_H^K = 350 - (4987 - 4784) - 149.5 = -2.5 \text{ мм}$$

$$\Delta_H = -2 \text{ мм}$$

Колонна В/2

$$\ell = 0.25(296 + 300) = 149 \text{ мм}$$

$$\Delta_B^q = 350 - 193 - 149 = +8 \text{ мм}$$

$$\Delta_B^K = 350 - (4975 - 4784) - 149 = 350 - 191 - 149 = +10 \text{ мм}$$

$$\Delta_B = +9 \text{ мм}$$

$$\Delta_H^q = 350 - 197 - 149 = +4 \text{ мм}$$

$$\Delta_H^K = 350 - (4980 - 4784) - 149 = +5 \text{ мм}$$

$$\Delta_H = +4 \text{ мм}$$

Ось Б-Б

Уступ Б/1

$$\ell = 0.25(302 + 302) = 151 \text{ мм}$$

$$\Delta_B^q = 350 - 149 - 151 = +0 \text{ мм}$$

$$\Delta_B^K = 300 - (4931 - 4784) - 151 = 300 - 147 - 151 = 2 \text{ мм}$$

$$\Delta_B = +2 \text{ мм}$$

$$\Delta_H^q = 350 - 203 - 149.5 = 2.5 \text{ мм}$$

$$\Delta_H^K = 350 - (4987 - 4784) - 149.5 = -2.5 \text{ мм}$$

$$\Delta_H = -2 \text{ мм}$$

Колонна Б/2

$$\ell = 0.25(300 + 298) = 149.5 \text{ мм}$$

$$\Delta_B^q = 350 - 200 - 149.5 = +0.5 \text{ мм}$$

$$\Delta_B^K = 350 - (4981 - 4754) - 149.5 = 350 - 197 - 149.5 = \pm 3.5 \text{ мм}$$

$$\Delta_B = +2 \text{ мм}$$

$$\Delta_H^q = 350 - 203 - 149.5 = 2.5 \text{ мм}$$

$$\Delta_H^K = 350 - (4987 - 4784) - 149.5 = -2.5 \text{ мм}$$

$$\Delta_H = -2 \text{ мм}$$

Ось 1-1

Колонна В/1

$$\ell = 0.25(300 + 298) = 149.5 \text{ мм}$$

$$\Delta_B^q = 350 - 200 - 149.5 = +0.5 \text{ мм}$$

$$\Delta_B^K = 350 - (4981 - 4754) - 149.5 = 350 - 197 - 149.5 = \pm 3.5 \text{ мм}$$

$$\Delta_B = +2 \text{ мм}$$

$$\Delta_H^q = 350 - 203 - 149.5 = 2.5 \text{ мм}$$

$$\Delta_H^K = 350 - (4987 - 4784) - 149.5 = -2.5 \text{ мм}$$

$$\Delta_H = -2 \text{ мм}$$

Колонна Б/1

$$\ell = 0.25(300 + 298) = 149.5 \text{ мм}$$

$$\Delta_B^q = 350 - 200 - 149.5 = +0.5 \text{ мм}$$

$$\Delta_B^K = 350 - (4981 - 4754) - 149.5 = 350 - 197 - 149.5 = \pm 3.5 \text{ мм}$$

$$\Delta_B = +2 \text{ мм}$$

$$\Delta_H^q = 350 - 203 - 149.5 = 2.5 \text{ мм}$$

$$\Delta_H^K = 350 - (4987 - 4784) - 149.5 = -2.5 \text{ мм}$$

$$\Delta_H = -2 \text{ мм}$$

Ось 2-2

Колонна В/2

$$\ell = 0.25(300 + 298) = 149.5 \text{ мм}$$

$$\Delta_B^q = 350 - 200 - 149.5 = +0.5 \text{ мм}$$

$$\Delta_B^K = 350 - (4981 - 4754) - 149.5 = 350 - 197 - 149.5 = \pm 3.5 \text{ мм}$$

$$\Delta_B = +2 \text{ мм}$$

$$\Delta_H^q = 350 - 203 - 149.5 = 2.5 \text{ мм}$$

$$\Delta_H^K = 350 - (4987 - 4784) - 149.5 = -2.5 \text{ мм}$$

$$\Delta_H = -2 \text{ мм}$$

Колонна Б/2

$$\ell = 0.25(300 + 298) = 149.5 \text{ мм}$$

$$\Delta_B^q = 350 - 200 - 149.5 = +0.5 \text{ мм}$$

$$\Delta_B^K = 350 - (4981 - 4754) - 149.5 = 350 - 197 - 149.5 = \pm 3.5 \text{ мм}$$

$$\Delta_B = +2 \text{ мм}$$

$$\Delta_H^q = 350 - 203 - 149.5 = 2.5 \text{ мм}$$

$$\Delta_H^K = 350 - (4987 - 4784) - 149.5 = -2.5 \text{ мм}$$

$$\Delta_H = -2 \text{ мм}$$

Наклон колонны

$$\Delta_{\text{накл}} = \Delta_B - \Delta_H$$

колонна	Продольный ось	Поперечные ось
В/1	+2-(-2)=+4 мм	+2-(+4)=-2 мм
В/2	+9-(+4)=+5 мм	-6-(-2)=-2 мм
В/3	+1-(+2)=-1 мм	-1-(-0)=-1 мм
В/4	-4-(-2)=-2 мм	+4-(+5)=-1 мм

Горизонт прибора по сторонам рейки

Отметка рабочего репера $H_{\text{рп1}} = 8251 \text{ мм}$

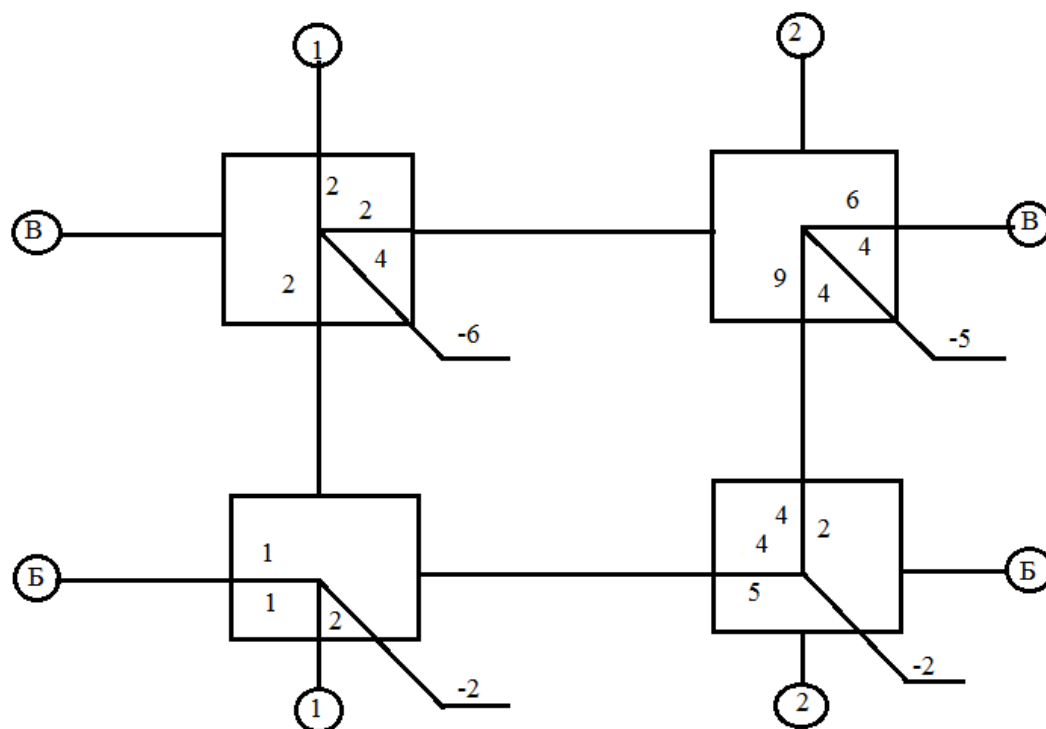
$$\text{ГП}^q = 8251 + (1523 + 1519) / 2 = 9772 \text{ мм}$$

$$\text{ГП}^K = 8251 + (6305 - 6302) / 2 = 1455.5 \text{ мм}$$

Проектная отметка опорной поверхности колонн $H_{\text{п}} = 10700$, $2\text{PO}_T = 9568$

колонн №	Сторона рейки	Передная отсчет от рейки	$H_i^q = \text{ГП}_i^q + \ell_i^q$ $H_i^K = \text{ГП}_i^K + \ell_i^K$ $- 2\text{PO}_T$	$H = 0.5 (H^q + H^K)$	$\Delta_i = H_{\text{п}} - H_i$
В/1	черной красной	0935 5719	10707 10706	10706	-6
В/2	черной красной	0933 5718	10705 10705	10705	-6
Б/1	черной красной	0932 5717	10704 10704	10702	-2
Б/2	черной красной	0930 5714	10702 10701	10702	-2

ИСПОЛНИТЕЛЬНАЯ СЪЕМКА КОЛОНН



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авчиев Ш.К., Курилиш инженерлик геодезияси. Тошкент, Ёш куч ншриёти, 2018.
2. Авчиев Ш.К., Ташпулатов С.А., Инженерлик геодезияси, Тошент, Ёш куч ншриёти, 2019.
3. Багратуни Г.В., Ганьшин В.Н., Данилевич Б.Б. и др., Инженерная геодезия. М., Недра, 1984.
4. Баканова В.В., Фокин П.И. Таблицы приращений координат. М., Недра, 1976.
5. Григоренко А.Г., Киселев М.И., Инженерная геодезия, М., Высшая школа, 1983.
6. Дементьев В.Е., Современная геодезическая техника и её применение. ООО ИПП «АЛЕН», 2006.
7. Ключин Е.Б. Инженерная геодезия. М., высшая школа, 2000.
8. Кулешов Д.А., Стрельников Г.Е., Инженерная геодезия для строителей, М., Недра, 1990.
9. Курс инженерной геодезии. Учебник для ВУЗов. Под ред. В.Е.Новака, М., Недра, 1989.
10. Лебедев Н.Н. Курс инженерной геодезии. М., Недра, 1974.
11. Левчук Г.П., Новак В.Е., Конусов В.Г. Прикладная геодезия: основные методы и принципы инженерно-геодезических работ. М., Недра, 1981.
12. Лукьянов В.Ф. и др. «Лабораторный практикум по инженерный геодезии». М. Недра, 1990г.
13. Практикум по курсу прикладной геодезии. Под ред. Н.Н.Лебедева, М., 1977.
14. Ташпулатов С.А., Хайдаров О., Авчиев Ш.К., Джуракулов Д.О. Нивелирование трассы. Методические указания по выполнению расчетно-графических работ. Самарканнд, 1981.
15. Ташпулатов С.А., Хайдаров О., Авчиев Ш.К., Джуракулов Д.О. Нивелирование поверхности. Методические указания по выполнению расчетно-графических работ. Самарканнд, 1981.
16. Ташпулатов С.А., Хайдаров О., Авчиев Ш.К., Джуракулов Д.О. Теодолитная съемка. Методические указания по выполнению расчетно-графических работ. Самарканнд, 1981.
17. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500. М., Недра, 1973. ГУГК.
18. Хейфец Б.С., Данилевич Б.Б. Практикум по инженерной геодезии. М., 1987.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА I. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ТОПОГРАФИЧЕСКИМ КАРТАМ	
§ 1. Решение задач по топографическим картам.....	4
1.1 Определение координат точек заданных на топографической карте.....	4
1.2 Определение углов ориентирования.....	6
1.3 Определение высоты точки, расположенной между горизонталями.....	7
1.4 Определение крутизны ската	12
1.5 Построение профиля местности по заданному направлению	13
1.6 Проведение на карте линии заданного уклона.....	14
ГЛАВ II. ТЕОДОЛИТНАЯ СЪЕМКА.....	
§ 2. Расчетно-графическая работа по теодолитной съемке.....	17
§ 3. Составление ведомости вычисления координат вершин замкнутого теодолитного хода.....	18
§ 4. Составление ведомости вычисления координат вершин разомкнутого (диагонального) теодолитного хода.....	28
§ 5. Аналитический способ определения площади полигона.....	34
§ 6. Составление плана теодолитной съемки.....	36
Приложение II.1.....	45
Приложение II.2.....	51
Приложение II.3.....	78
ГЛАВА III. НИВЕЛИРОВАНИЕ ТРАССЫ.....	
§ 7. Общие сведения.....	83
§ 8. обработка журнала нивелирования.....	87
§ 9. обработка пикетажного журнала.....	94
§ 10. построение продольного профиля трассы.....	98
§ 11. нанесение на продольный профиль проектной линии.....	102
§ 12. построение поперечного профиля.....	107
§ 13. оформление профилей.....	108
Приложение III.1.....	109
Приложение III.2.....	122
Приложение III.3.....	127
ГЛАВА IV. НИВЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ И СОСТАВЛЕНИЕ ПРОЕКТА ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛАНИРОВКИ.	
§ 14. Общие сведения.....	131
§ 15. порядок выполнения расчетно-графической работы.....	133
§ 16. построение топографического плана строительной площадки.....	135
§ 17. составление проекта вертикальной планировки.....	137
Приложение IV.1.....	147
Приложение IV.2.....	154
Глава V. РАСЧЕТ РАЗБИВОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПЕРЕНЕСЕНИЯ ПРОЕКТА ЗДАНИЯ В НАТУРУ И СОСТАВЛЕНИЕ РАЗБИВОЧНОГО ЧЕРТЕЖА	

§ 18.перенесения проекта зданий в натуру.....	175
§ 19. порядок выполнения расчёта элементов перенесения проектных точек	176
Приложение V.1.....	182
Приложение V.2.....	184
ГЛАВА VI. ПЛАНОВАЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНАЯ СЪЕМКА	
КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ	
§20. Общие сведения.....	190
§ 21. Плановая исполнительная съёмка колонн здания.....	190
§ 22. высотная исполнительная съёмка конструкций зданий.....	194
Приложение VI.1.....	197
Приложение VI.2.....	201
Список литературы	207