

Геодезия

Методические указания по написанию и
оформлению курсового проекта по геодезии

для студентов, обучающихся по направлению
21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование»

Воронеж, 2025

Составители

Б.А. Попов, И.В. Нестеренко

Геодезия : метод. указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Геодезия» для студ. 1-го курса 21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование» / ВГТУ;. сост.: Б.А. Попов, И.В. Нестеренко. – Воронеж, 2025. – 53с.

Представленные методические указания соответствуют программе курса и содержат задания, разработанные для курсового проектирования по дисциплине «Геодезия».

Предназначены для студентов специальности 1-го курса направления подготовки бакалавров 21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование»

Ил. 11. Табл.12 Библиогр.: 4 назв.

Содержание:

1.Общая часть.....	4
1.1. Состав курсовой работы	4
1.2. Исходные данные для проектирования	5
1.3Сроки выполнения работы	5
1.4Оформление работы	6
1.5 Защиты курсового проекта.....	7
2. Камеральная обработка результатов теодолитной съемки	9
2.1 Привязка теодолитных ходов.....	9
2.2 Обработка полевых журналов измерений	10
3. Графическая часть.....	17
3.1 Построение координатной сетки	17
3.2 Нанесение на план точек теодолитного хода по вычисленным координатам.	18
3.3 Оформление плана.....	21
4. Тахеометрическая съемка	22
4.1.Вычисление превышений и высот точек теодолитно-высотного хода.....	22
4.2 Обработка журнала тахеометрической съемки пикетных точек.	25
4.3 Построение топографического плана участка местности.	29
Приложения.....	31
Приложение 1	31
Приложение 2	32
Приложение 3	33
Приложение 4	36
Приложение 5	38
Приложение 6	42
Приложение 7	51
Приложение 8	52
Список литературы	53

1.Общая часть

1.1. Состав курсовой работы

Курсовой проект — это самостоятельная практическая работа, в которой студент систематизирует полученные знания и отражает их в виде теоретического и практического материала.

Процессу систематизации предшествует самостоятельное изучение материала по теме курсового проекта.

Выполнение курсового проекта по дисциплине «Геодезия и картография» предусмотрено учебными планами для студентов, обучающихся по 21.03.03 направлению «Геодезия и дистанционное зондирование».

Курсовой проект является одним из видов учебной и научно-исследовательской работы студента и представляет собой исследования, проводимые студентами самостоятельно под руководством преподавателя по определенным темам.

Целью выполнения курсовых проектов является формирование навыков самостоятельного творческого решения профессиональных задач.

Задачами выполнения курсового проекта являются:

- систематизация, закрепление и углубление приобретенных студентом знаний и навыков по изучаемой дисциплине;
- овладение методами научных исследований;
- приобретение навыков работы с научной и специальной литературой, типовыми проектами, справочниками, ГОСТами. Компьютерными программами и т.д.;
- применение приобретенных знаний к комплексному решению конкретной производственной задачи (вида деятельности);
- подготовка к написанию дипломной работы (материалы курсовых работ могут входить в дипломную работу).

При выполнении курсового проекта студент должен продемонстрировать следующие способности:

- собрать и обработать информацию по выбранному варианту;
- изучить и критически проанализировать полученные материалы;
- систематизировать и обобщить имеющуюся информацию;
- самостоятельно решить поставленные творческие задачи;
- логически обосновать и сформулировать выводы, предложения и рекомендации.

Студент выполняет курсовой проект по утвержденной теме под руководством преподавателя.

Текущее руководство курсовым проектом включает:

- систематические консультации с целью оказания организационной и научно- методической помощи студенту;
- контроль выполнения работы в соответствии с планом-графиком;

- проверку текстовой, графической части проекта и оформления завершенной работы.

Курсовой проект должен соответствовать следующим требованиям:

- быть выполненной на достаточном теоретическом уровне;
- основываться на результатах самостоятельного исследования, если этого требует тема;
- иметь обязательные самостоятельные выводы после каждой главы и в заключение работы;
- иметь необходимый объем;
- быть оформленной по стандарту и выполненной в указанные сроки.

Объем расчетно-пояснительной записки курсового проекта должен быть в пределах от 30 до 40 листов формата А4.

1.2. Исходные данные для проектирования

Задание и тема на курсовой проект

Задание на курсовое проектирование выполняется студентами индивидуально в соответствии с его номером в списке группы (приложение А) Схему варианта планового обоснования выбирают по списку нечетные номера первый вариант четные второй вариант. Тема: «Составление топографический план местности».

1.3Сроки выполнения работы

При подготовке и написании курсового проекта рекомендуется придерживаться следующих сроков ее выполнения (табл.1.1).

Таблица 1.1

Примерный понедельный план выполнения курсовой работы

Неделя	Детализация	Этап	Отчет
4	Написание программы	Разработка основной структуры программы и написание содержания курсовой работы	Написанное содержание работы
5	Написание теоретической части курсового проекта	Выполнить теоретической обоснование курсовой работы	Черновой вариант первой главы курсового проекта
6-10	Написание практической части работы	Выполнить практическую часть работы и необходимые расчеты;	Черновой вариант второй главы курсового проекта

11	Оформление текстовой части курсового проекта	Оформить пояснительную записку;	Чистовой вариант пояснительной записки
12-13	Оформление графической части курсового проекта	Оформить графическую часть проекта;	Чистовой вариант графической части проекта
14	Подготовка к защите и защита курсового проекта	Устранить замечания. Подготовиться к защите курсового проекта.	Защита курсового проекта

Примечания:

1) рекомендуется предъявлять руководителю расчеты и разделы пояснительной записки по ходу их выполнения в эскизном варианте;

2) эскизный проект доводится до такой степени полноты, чтобы по нему можно было решить все вопросы при получении замечаний устранить их при окончательной разработке проекта.

По окончании работы студента над курсовым проектом преподаватель подписывает титульный лист пояснительной записки, после чего проект может быть представлен к защите.

Подпись преподавателя на документации проекта только удостоверяет, что решения, принятые в проекте принципиально правильны.

Студент несет полную ответственность за выполненную работу, стиль, грамотность оформления текста, правильность расчетов, оформление чертежей.

1.4 Оформление работы

Рекомендуется следующий порядок размещения материала в курсовом проекте:

Пояснительная записка должна содержать: титульный лист; содержание; задание на проект; введение; теоретическую главу; практическую главу; заключение; список использованной литературы; приложения.

Пояснительная записка должна быть разделена главы, их должно быть не меньше двух. Главы, в свою очередь, подразделяются на разделы (более мелкие элементы исследования). Желательно после каждой главы (раздела) делать собственные выводы. Каждый вышеуказанный элемент должен иметь собственное название и номер. Главы и разделы составляют – основной текст курсовой работы.

Образец **Титульного листа** представлен в приложении 1 .

Введение. Введение лучше всего писать после основной (практической) части курсового проекта, в этом случае у вас перед глазами будет уже не просто тема, а полное ее развитие от постановки цели до результатов.

Во введении обосновывается актуальность и практическая значимость решаемой задачи. По объему раздел «Введение» составляет не более 2 страниц и не нумеруется.

В основной части работы приводятся данные, отражающие сущность, методику и основные результаты выполненной разработки:

Текст работы должен быть разбит на отдельные блоки (разделы). Каждый блок должен решать свою обособленную задачу. Старайтесь излагать свои мысли максимально кратко. В техническом тексте нет необходимости украшать содержание разнообразием форм, так как его цель — передача информации, а не ощущения.

Текст, содержащий формулы, должен оставаться в целом понятным, если его читать, просто пропуская все формулы. Это означает, что каждая формула должна сопровождаться комментарием, объясняющим её смысл, или поясняющим, для чего она будет нужна в дальнейшем.

Любой термин или обозначение должны быть введены до первого его использования, даже если они общеупотребительны.

Автор имеет полную свободу выбора — какие понятия и определения ввести, чтобы дальнейшее изложение было максимально удобным и понятным.

Текстовая часть пояснительной записки выполняется на компьютере. Страницы нумеруются, на титульном листе и задании на проект номера страниц не проставляются.

1.5 Защиты курсового проекта

Подведение итогов подготовки курсового проекта включает следующие этапы:

- сдача курсового проекта на проверку руководителю;
- доработка курсового проекта с учетом замечаний руководителя;
- сдача готового курсового проекта на защиту;
- защита курсового проекта.

Срок сдачи готового курсового проекта определяется заведующим кафедрой «Кадастра недвижимости, землеустройства и геодезии».

Срок доработки курсового проекта устанавливается руководителем с учетом сущности замечаний и объема необходимой доработки.

Выполненный курсовой проект подписывается студентом и представляется на защиту. Курсовой проект, удовлетворяющий предъявленным требованиям, допускается к защите, о чем руководитель делает запись на титульном листе.

График защиты курсовых проектов вывешивается на доске объявлений.

Защита курсового проекта на комиссии в составе руководителя курсового проекта и одного или двух преподавателей кафедры может быть организована разными методами: индивидуально или группой, с привлечением оппонентов из числа студентов или с приглашением представителей организации, по заданию которой выполнен данный курсовой проект.

Защита курсового проекта, как правило, должна проводиться публично в присутствии группы.

Руководитель проекта определяет требования к содержанию и продолжительности доклада при защите, устанавливает регламент для оппонентов.

Защита курсового проекта, как правило, состоит в коротком докладе (8—10 мин) студента и ответах на вопросы по существу проекта.

Курсовой проект оценивается по пятибальной системе. Оценка записывается в ведомость, а положительная оценка ставится в зачетную книжку за подписью руководителя.

Оценка проекта производится с учетом:

- обоснованности и качества расчетов и проектных разработок;
- соблюдения требований к оформлению курсового проекта;
- оригинальности решения задач проектирования (один из основных критериев оценки качества курсового проекта);
- содержания доклада и качества ответов на вопросы.

Студент, не представивший в установленный срок готовый курсовой проект по дисциплине «Геодезии и картографии» или не защитивший его, считается имеющим академическую задолженность и не допускается к сдаче экзамена по данной дисциплине.

Курсовые проекты, имеющие творческий характер и представляющие практический интерес, могут быть представлены на конкурс научных работ и переданы в соответствующие организации для практического использования (при наличии запросов на них).

2. Камеральная обработка результатов теодолитной съемки

Теодолитной называется горизонтальная (контурная) съемка местности, в результате которой может быть получен план с изображением ситуации местности (контуров и местных предметов) без рельефа. Теодолитная съемка относится к числу крупномасштабных (масштаба 1:5000 и крупнее) и применяется в равнинной местности в условиях сложной ситуации и на застроенных территориях: в населенных пунктах, на строительных площадках, промплощадках предприятий, на территориях железнодорожных узлов, аэропортов и т. п. В качестве планового съемочного обоснования при теодолитной съемке обычно используются точки теодолитных ходов. Теодолитные ходы (рис.2.1.) представляют собой системы ломаных линий, в которых горизонтальные углы измеряются техническими теодолитами, а длины сторон — стальными мерными лентами и рулетками либо оптическими дальномерами. Теодолитная съемка выполняется для получения на бумаге в заданном масштабе очертаний находящихся на местности контуров сооружений, земельных угодий и др. в их проекции на горизонтальную плоскость. Такое изображение называют контурным планом. В области строительства контурный план используется для горизонтальной планировки, т.е. проектирования взаимного расположения в плане намеченных к строительству зданий, сооружений с учетом уже имеющихся на местности контуров.

2.1 Привязка теодолитных ходов.

Для передачи координат на точки теодолитных ходов производят привязку их к геодезическим пунктам более высокого класса. Привязка состоит в том, что определяют положение хотя бы одной точки хода относительно точек более высокого класса: измеряют между ними расстояние и примычный угол. Пункты привязки и их координаты задаются преподавателем.

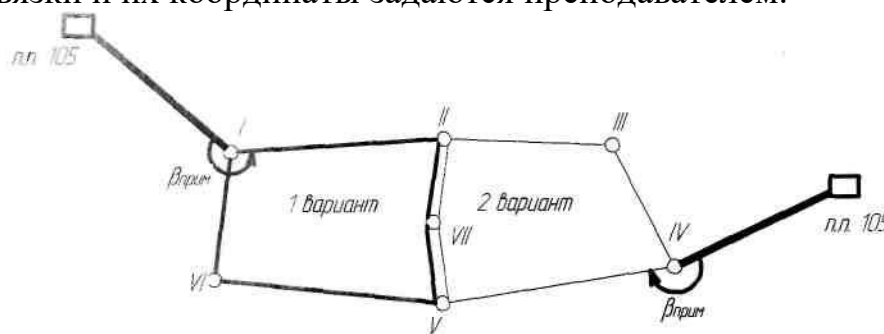


Рис 2.1. Схема вариантов планового обоснования

Координаты начальной точки пп. 105 известны из приложения 2. Привязка теодолитного хода сводится к определению дирекционного угла первой стороны замкнутого хода α_{I-II} (для первого варианта); он определяется исходя из дирекционного угла стороны пп. 105- I и примычного угла $\beta_{\text{прим}}^{\text{пр}}$ как

$$\alpha_{I-II} = \alpha_{105-I} + 180^\circ - \beta_{\text{прим}}^{\text{пр}}$$

Дирекционный угол α_{105-I} определяется из решения обратной геодезической задачи:

$$tgr_{105-I} = \frac{y_I - y_{105}}{x_I - x_{105}} \text{ (м)};$$

$$r_{105-I} = \arctg \frac{\Delta y}{\Delta x}.$$

Пример:

$$tgr_{105-I} = \frac{y_{105} - y_I}{x_{105} - x_I} = \frac{9556,92 - 6666,96}{9517,98 - 6088,42} = \frac{2889,96}{3429,56} = 0,842662 \text{ (м)};$$

$$\text{Отсюда } r_{105-I} = \arctg \frac{\Delta y}{\Delta x} = 40,119566^\circ.$$

Учитывая знаки приращения координат (+ Δx , + Δy) линия 104-105 располагается в первой четверти (СВ); тогда дирекционный угол $\alpha_{105-I} = r_{105-I} = 40^\circ 44, '67$. При этом дирекционный угол первой стороны теодолитного хода будет: $\alpha_{105-1} = 40^\circ 44, '67 + 180^\circ - 77^\circ 8,3' = 143^\circ 36, '37$.

2.2 Обработка полевых журналов измерений

Геодезические работы, как правило, имеют следующие этапы: полевые работы (измерения на местности), камеральные работы (обработка результатов полевых измерений), а также графическая часть. При выполнении расчетно-графических и расчетно-проектировочных работ, студентам предлагается выполнить – камеральные работы по готовым данным полевых измерений и графическую часть. При этом необходимо учитывать следующее.

1. Обработка полевых журналов измерений включает вычисление правых по ходу горизонтальных углов и горизонтальных проложений сторон теодолитных ходов. Значения правого по ходу горизонтального угла на каждой станции рассчитывают дважды для КЛ и КП как разность отсчетов на заднюю и переднюю точки. Если отсчет на заднюю точку меньше отсчета на переднюю точку, то к нему прибавляют 360° .

$$\text{Пример: } 295^\circ 23,1' - 14^\circ 29,1' = 280^\circ 54,0'$$

$$115^\circ 23,3' + 360^\circ - 194^\circ 28,7' = 280^\circ 54,6'.$$

Значения угла по первому и второму полу приёмам не должны отличаться более чем на $1'$. Так как в нашем случае выполняется условие $\beta_{\text{КЛ}} - \beta_{\text{КП}} \leq 1'$.

Находим средний результат равный $280^\circ 54,3'$.

Таблица 2.1

Ведомость вычисления средней величины угла

№станции	Полуприем	№набл. точек	Отсчеты погоризонт. кругу	Величина угла	Средняя величина угла	Мера линий	Угол Накл. линии
В	КП	А	295°23,1'				
		І	14°29,1'	280°54,0'		В-І=38,42	-1°15'
	КЛ	А	115°54,3'		280°54,3'		
		І	194°54,6'				

Таким образом, заносим результаты вычислений в табл. 2.1. в соответствии с вариантом задания.

2. Теоретическая сумма внутренних углов полигона $\beta_{\text{теор}}$ определяется, как правило, по теоретическим зависимостям для геометрических фигур. Для замкнутого многоугольника, как известно из геометрии равна:

$$\sum \beta_{\text{теор}} = 180^\circ(n - 2); \quad (2.1)$$

где n - число внутренних средних величин углов.

Разница между величинами измеренных углов в полевых условиях и теоретической суммой внутренних углов называется практической невязкой:

$$f_\beta = \sum \beta_{\text{изм}} - \sum \beta_{\text{теор}}; \quad (2.2)$$

где $\sum \beta_{\text{изм}}$ - сумма внутренних измеренных углов полигона; $\sum \beta_{\text{теор}}$ - теоретическая сумма углов.

Она не должна превышать определенного значения, называемого допустимой (теоретической) невязкой $f_{\beta_{\text{доп}}}$. Значения допустимых невязок определяются по формулам, вытекающим из теории погрешностей, иными словами, они задаются.

$$|f_\beta| \leq f_{\beta_{\text{доп}}}; \text{ где } f_{\beta_{\text{доп}}} = 2t\sqrt{n}, \quad (2.3)$$

где n - количество внутренних углов, а t - приборная точность измерения углов равная для 2Т-30 равная $0,5'$

При условии $|f_\beta| \leq f_{\beta_{\text{доп}}}$, невязку распределяют поровну на все углы введением поправок. Поправки вычисляют по формуле:

$$v_i = f_{\beta_{\text{пр}}} / n \quad (2.4)$$

И вводят с обратным знаком в значения измеренных углов, получая исправленные углы. Углы с учетом поправки (невязки) называются исправленными. Процесс распределения невязок и вычисления исправленных значений величин называется увязкой или уравниванием результатов измерений. Сумма исправленных углов должна быть равна теоретической сумме углов. Как правило, поправки вводят с округлением до десятых долей минуты, если углы измерены с точностью до минут. Если измерения более точные, то при округлении удерживают один лишний знак по отношению к измеренным углам. Если невязку нельзя разделить поровну на все углы, то большую поправку вводят в углы, образованные короткими сторонами.

Пример

$$\sum \beta_{\text{изм}} = 74^\circ 48,75' + 110^\circ 8' + 155^\circ 48,95' + 86^\circ 17' + 112^\circ 58,4' = 540^\circ 1,1';$$

$$\sum \beta_{\text{теор}} = 180^\circ(n - 2) = 180^\circ(5 - 2) = 540^\circ$$

В результате получили угловую невязку

$$f_\beta = \sum \beta_{\text{изм}} - \sum \beta_{\text{теор}} = 540^\circ 1,1' - 540^\circ = +1,1'$$

В нашем примере мы получили следующие значения $f_{\beta_{\text{доп}}} = 2t\sqrt{n} = 2 \cdot 0,5'\sqrt{5} = 2,24'$

$$|f_\beta| \leq f_{\beta_{\text{доп}}}$$

$$+1,1' \leq 2,24'$$

Так как условие выполняется, то находим поправки по формуле

$v_i = f_{\beta_{\text{пр}}} / n = (1,1') / 5 = 0,22'$ распределяем невязку с противоположным знаком по внутренним углам и записываем в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Журнал измерения углов и линий

Номер вер	Измеренные углы		Поправки	Исправленные углы	
	°	'		°	'
1	2	3	4	5	6
I	74	48,75	-0,22	74	48,53
II	110	8	-0,22	110	7,78
VII	155	48,95	-0,22	155	48,73
V	86	17	-0,22	86	16,78
VI	112	58,4	-0,22	112	58,18
	$\sum \beta_{\text{исп}} = 540^\circ$			$\sum \beta_{\text{теор}} = 540^\circ$	

Должно соблюдаться условие $\sum \beta_{\text{исп}} = \sum \beta_{\text{теор}}$

3. Вычисление дирекционных углов, перевод их в румбы.

В прямоугольной системе координат ориентирование линии производят относительно оси абсцисс. Углы, отсчитываемые в направлении хода часовой стрелки от положительного (северного) направления оси абсцисс до линии, направления которой определяется, называются дирекционными. Дирекционные углы отсчитываются от 0 до 360°. Румбы дирекционных углов обозначают буквой r с названием четверти в которой румб расположен. Румб горизонтальный острый угол, который отсчитывается от северного или южного направления оси абсцисс. Связь между дирекционными углами и румбами представлены на (рис 2.2) или табл. 2.3.

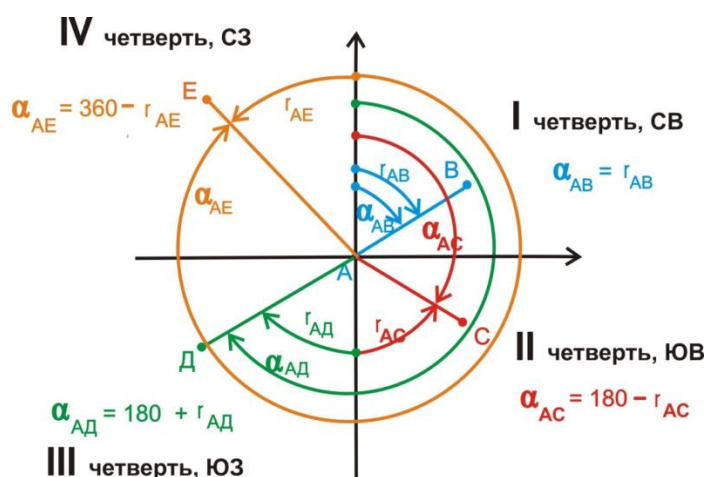


Рис 2.2 Связь между дирекционными углами и румбами.

Таблица 2.3

Зависимость между дирекционными углами и румбами

№ четверти	Название четверти	Зависимость	
		α	r
I (0°-90°)	СВ	r	α
II (90°-180°)	ЮВ	$180^\circ - r$	$180^\circ - \alpha$
III (180°-270°)	ЮЗ	$180^\circ + r$	$\alpha - 180^\circ$
IV (270°-360°)	СЗ	$360^\circ - r$	$360^\circ - \alpha$

По найденному дирекционному углу, который, в нашем примере, для стороны I-II равен $\alpha_{1-2} = 143^\circ 36,37'$ вычисляют дирекционные углы остальных сторон теодолитного хода. Вычисления производят по следующему правилу: дирекционный угол последующей стороны равен дирекционному углу предыдущей стороны плюс 180° и минус горизонтальный угол, лежащий справа по ходу:

$$\alpha_i = \alpha_{i-1} + 180^\circ - \beta_{испр}^{прав} \dots \dots \dots (2.4)$$

Если при вычислении уменьшаемый угол окажется меньше вычитаемого, то к уменьшаемому углу прибавляют 360° . Если вычисленный дирекционный угол окажется больше 360° , то из него вычитают 360° .

Пример

Азимуты всех последующих сторон определяются по формуле (2.4):

$$\alpha_{2-7} = \alpha_{1-2} + 180^\circ - \angle \beta_2 = 143^\circ 36,37' + 180^\circ - 110^\circ 7,78' = 213^\circ 28,59'$$

$$\alpha_{7-5} = \alpha_{2-7} + 180^\circ - \angle \beta_7 = 213^\circ 28,59' + 180^\circ - 155^\circ 48,73' = 237^\circ 39,86'$$

$$\alpha_{5-4} = \alpha_{7-5} + 180^\circ - \angle \beta_5 = 237^\circ 39,86' + 180^\circ - 86^\circ 16,78' = 331^\circ 23,08'$$

$$\alpha_{4-1} = \alpha_{5-4} + 180^\circ - \angle \beta_4 = 331^\circ 23,08' + 180^\circ - 112^\circ 58,18' = 398^\circ 24,9'$$

Контроль: $\alpha_{1-2} = \alpha_{5-6} + 180^\circ - \angle \beta_1 = 398^\circ 24,9' + 180^\circ - 74^\circ 48,53' = 504^\circ 36,37' = 143^\circ 36,37'$ внутренние углы берутся с учетом невязки.

Полученные дирекционные углы переводят в румбы и заносят в табл. 2.4

Таблица 2.4

Румбы теодолитного хода

№ вершин	Дирекционные углы		Румбы		
	°	'	названия	°	'
I	143	36,37	ЮВ	36	23,63
II	213	28,59	ЮЗ	33	28,59
VII	237	39,86	ЮЗ	57	39,86
V	331	23,08	СЗ	28	36,92
IV	38	24,9	СВ	38	24,9

После определения румбов и их значений определяем приращение.

4. Приращение координат вычисляются по формулам прямой геодезической задачи:

$$\Delta x = d \cos r; \dots \dots \dots (2.5)$$

$$\Delta y = d \sin r; \dots \dots \dots (2.6)$$

где d – горизонтальное проложение.

Горизонтальное проложение – это расстояние между вершинами полигона взятые в горизонтальной плоскости. Для составления планов пользуются горизонтальными проложениями, а не их длинами на местности. Поэтому при вычислениях учитывается наклон линии к горизонту. Горизонтальное проложение меньше наклонной линии:

$$d = D \cdot \cos v \text{ или } d = D - \Delta D_n; \dots \dots \dots (2.7)$$

где $\Delta D_n = 2D \sin^2 v / 2$ – поправка за наклон, определяемая по специальным таблицам.

Если угол наклона линии менее 3° , то поправка за ее наклон к горизонту не учитывается и горизонтальное проложение принимается равным длине линии на местности.

Из приложения 1 видно, что угол наклона к горизонту во всех линиях менее 3° , следовательно, находим среднюю длину линии на местности все полученные расчеты сводим в табл. 2.5

Таблица 2.5

Ведомость вычисления приращений координат

Румбы		Горизонтальные проложения	sin r	cos r;	+	Δy	+	Δx
Назв	Величина							
ЮВ	36°23,63'	114,03	0,5933	0,8049	+	67,65	-	91,78
ЮЗ	33°28,59'	52,53	0,5515	0,8341	-	28,97	-	43,81
ЮЗ	57°39,86'	63,09	0,8449	0,5348	-	53,30	-	33,74
СЗ	28°36,92'	101,97	0,4789	0,8778	-	48,83	+	89,51
СВ	38°24,9'	102,01	0,6213	0,7835	+	63,38	+	79,92
			$\sum - \Delta y = 131,1$ $\sum + \Delta y = 131,03$		$\sum - \Delta x = 169,33$ $\sum + \Delta x = 169,43$			

Знаки приращений координат Δy и Δx определяются в зависимости от названия румбов можно определить по (рис 2.3) или табл. 2.6

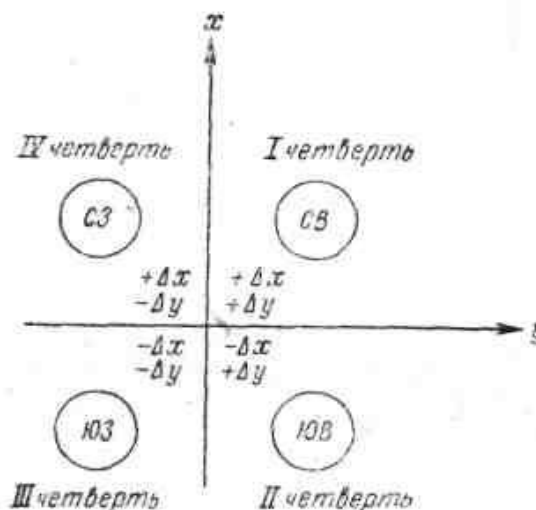


Рис 2.3 Знаки приращений координат

Таблица 2.6

Знаки приращений координат

№ четверти	Назв. четверт и.	Знаки	
		Δx	Δy
I	СВ	+	+
II	ЮВ	–	+
III	ЮЗ	–	–
IV	СЗ	+	–

Пример

Суммируя приращения по осям координат

$$\sum + \Delta y = 131,03$$

$$\sum - \Delta y = 131,1$$

$$\sum + \Delta x = 169,43$$

$$\sum - \Delta x = 169,33$$

и определяем линейные невязки:

$$f_y = \sum + \Delta y + \sum - \Delta y;$$

$$f_y = \sum_{i=1}^n \Delta y$$

$$f_x = \sum + \Delta x + \sum - \Delta x$$

$$\sum_{i=1}^n \Delta x$$

а затем абсолютную линейную невязку

$$f_{абс} = \sqrt{f_{\Delta x}^2 + f_{\Delta y}^2}$$

$$f_y = -0,07;$$

$$f_x = +0,1$$

Абсолютная линейная невязка равна:

$$f_{абс} = \sqrt{+0,1^2 + (-0,07^2)} = \sqrt{0,0149} = 0,122,$$

Определяем относительную $\frac{f_{отн}}{p}$ невязку

$$f_{отн} = \frac{f_{абс}}{P} \leq \frac{1}{2000}; \dots\dots\dots (2.8)$$

$$\frac{f_{абс}}{p} \leq \frac{1}{P/f_{абс}}; \dots\dots\dots (2.9)$$

где P – периметрии полигона.

Если относительная невязка меньше или равна $\frac{1}{2000}$, (чтобы получить эту дробь числитель и знаменатель необходимо разделить на числитель)

$$\text{Пример: } f_{отн} = \frac{0,122}{433,63} \leq \frac{1}{2000}; f_{отн} = \frac{1}{3554} \leq \frac{1}{2000}$$

Условие выполнено, можно произвести увязку вычисленных приращений координат

Линейные невязки f_x и f_y с противоположным знаком распределяют по вычисленным приращениям координат. Вычисленные приращения с учетом поправок называются исправленными приращениями координат. Невязки в исправленных приращениях f_x и f_y равны нулю. Результаты заносим в табл. 2.7

Таблица исправленных приращений координат

+	Δy	$f_y = -0,07$	$\Delta y_{\text{исправленные}}$	$\sum + \Delta y_{\text{исп.}} = 131,065$ $\sum - \Delta y_{\text{исп.}} = 131,065$ $f_{\Delta y_{\text{исп}}} = 0,00$
-				
+	67,65	+0,03	+67,68	
-	28,97	+0,03	-28,94	
-	53,30	+0,005	-53,295	
-	48,83	-	-48,83	
+	63,38	+0,005	+63,385	

+	Δx	$f_x = +0,1$	$\Delta x_{\text{исправленные}}$	$\sum + \Delta x_{\text{исп.}} = 169,38$ $\sum - \Delta x_{\text{исп.}} = 169,38$ $f_{\Delta x_{\text{исп}}} = 0,00$
-				
-	91,78	-0,01	-91,79	
-	43,81	-0,02	-43,83	
-	33,74	-0,02	-33,76	
+	89,51	-0,03	+89,48	
+	79,92	-0,02	+79,90	

5. При удовлетворении условий вычисляют координаты вершин по следующему правилу: $x_i = x_{i-1} + \Delta x_i$; $y_i = y_{i-1} + \Delta y_i$ (2.10)

Координата последующей точки равна координата предыдущей точки плюс исправленное приращение координат. Координаты точек x_1 и y_1 взяты согласно варианту задания. x_1

$$x_2 = x_1 + \Delta x_{1\text{испр}}$$

$$x_7 = x_2 + \Delta x_{2\text{испр}}$$

$$x_5 = x_7 + \Delta x_{7\text{испр}}$$

$$x_6 = x_5 + \Delta x_{5\text{испр}}$$

Контроль:

$$x_1 = x_6 + \Delta x_{6\text{испр}}$$

Пример $x_1 = 9517,98$;

y_1

$$y_2 = y_1 + \Delta y_{1\text{испр}}$$

$$y_7 = y_2 + \Delta y_{2\text{испр}}$$

$$y_5 = y_7 + \Delta y_{7\text{испр}}$$

$$y_6 = y_5 + \Delta y_{5\text{испр}}$$

Контроль:

$$y_1 = y_6 + \Delta y_{6\text{испр}}$$

$y_1 = 9556,92$;

$$x_1 = 9517,98$$

$$x_2 = x_1 + \Delta x_{1\text{испр}} = 9517,98 - 91,79 = 9426,19$$

$$x_7 = x_2 + \Delta x_{2\text{испр}} = 9426,19 - 43,83 = 9382,36$$

$$x_5 = x_7 + \Delta x_{7\text{испр}} = 9382,36 - 33,76 = 9348,6$$

$$x_6 = x_5 + \Delta x_{5\text{испр}} = 9348,6 + 89,48 = 9438,08$$

$$\text{Контроль: } x_1 = x_6 + \Delta x_{6\text{испр}} = 9438,08 + 79,9 = 9517,98$$

$$y_1 = 9556,92$$

$$y_2 = y_1 + \Delta y_{1\text{испр}} = 9556,92 + 67,68 = 9624,6$$

$$y_7 = y_2 + \Delta y_{2\text{испр}} = 9624,6 - 28,94 = 9595,66$$

$$y_5 = y_7 + \Delta y_{7\text{испр}} = 9595,66 - 53,295 = 9542,365$$

$$y_6 = y_5 + \Delta y_{5\text{испр}} = 9542,365 - 48,83 = 9493,535$$

$$\text{Контроль: } y_1 = y_6 + \Delta y_{6\text{испр}} = 9493,535 + 63,385 = 9556,92$$

Все данные полученные заносят в ведомость координат приложение 4.

соответствии с масштабом с расчетом, чтобы участок съемки расположился в середине листа. Координаты линий сетки должны быть кратными 200 м (0,2 км) и подписываются в километрах. При этом надо помнить, что значения абсцисс возрастают с юга на север (снизу вверх), а ординат — с запада на восток (слева направо). От выбранных начальных осей подписывают координаты X и Y всей остальных линий сетки. При отсутствии линейки Дробышева небольшое количество квадратов можно построить простейшим способом с помощью выверенной линейки и треугольника по диагоналям. Способ основан на свойстве диагоналей прямоугольника, которые равны между собой и делят друг друга пополам. Погрешность построений не должны превышать 0,2 мм.

3.2 Нанесение на план точек теодолитного хода по вычисленным координатам.

Точки теодолитного хода, прокладываемого для разбивочных и съемочных работ на строительной площадке, можно наложить на план по дирекционным углам и горизонтальным проложениям хода, а также и по координатам. Однако в практике используют преимущественно способ накладки по координатам, так как первый способ из-за накопления погрешностей в графических построениях недостаточно точен. Координаты каждой точки теодолитного хода накладывают на план независимо от других точек. Правильность нанесения на план точек теодолитного хода обязательно проверяют:

1) *по длинам сторон хода.* Для этого на плане измеряют расстояния между точками хода и сравнивают их с соответствующими горизонтальными проекциями сторон, взятыми из ведомости вычисления координат; расхождения не должны превышать 0,2 мм на плане, т. е. графической точности масштаба;

2) *по горизонтальным углам в ходе.* Измерив геодезическим транспортиром горизонтальные углы между сторонами хода, сравнивают их со значениями соответствующих измеренных углов;

3) *по дирекционным углам сторон хода.* Для этого на плане измеряют дирекционные углы 2—3 сторон хода и сравнивают их с соответствующими значениями, приведенными в ведомости.

Линии координатной сетки подписывают в соответствии с масштабом 1:500 с расчетом, чтобы участок располагался в середине листа. Координаты линий сетки должны быть кратными 50 метрам и подписываются в километрах. Оцифровка координатной сетки для рассматриваемого примера показана на (рис 3.2.1). При нанесении на план точек планового обоснования прежде всего определяют квадрат, в который попадают координаты точек в нашем примере станция I с координатами $x_1 = 9517,98$ и $y_1 = 9556,92$ квадрат сетки 9500-9550, на рис.2.4 и отстоит от линии сетки x , соответствующей 9500 на 17,98 м ($9517,98 - 9500$), а от линии y , соответствующей 9550 — на 6,92 м ($9556,92 - 9550$). Отложив на противоположных сторонах установленного квадрата в

масштабе плана 1:500 $\Delta x=17,98\text{м.}$, а $\Delta y=6,92\text{м.}$, используя масштабную линейку и циркуль-измеритель, проведя через точки прямые, в их пересечении найдем положение станции I на плане. Аналогичным путем наносят на план все остальные точки по их координатам.

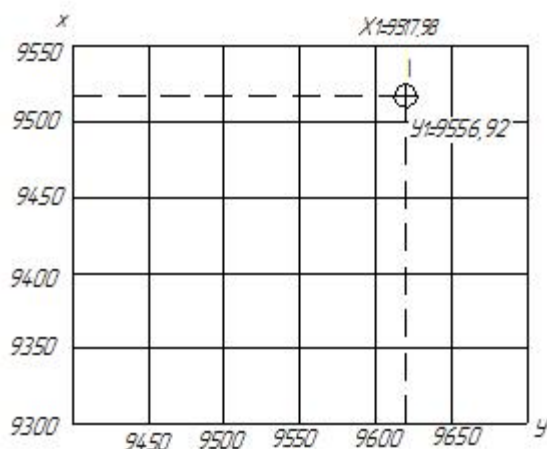


Рис 3.2.1 Оцифровка сетки квадратов

Положение нанесенных на план пунктов контролируют сравнением измеренных между ними расстояний с соответствующими горизонтальными проложениями линий местности. После нанесения на план точек съемочного обоснования, сетку квадратов стирают, оставляя только пересечение координатных линий (см. условные знаки). Местные предметы и характерные точки контуров наносят в соответствии с результатами и способами съемки. Способ построения объектов местности на плане соответствует способу их съемки на местности. Существуют четыре способа нанесения объектов местности на план.

Способ перпендикуляров. Для нанесения на план точки способом перпендикуляров, нужно отложить заданное расстояние от начала опорной линии и восстановить из этой точки перпендикуляр заданной длины (рис. 3.2.2).

Способ полярных координат. Нанесение точки, полярным способом, заключается в откладывании от опорной линии заданного угла и заданного расстояния. Например, для нанесения точки № 23 (см приложение 2), нужно приложить транспортир по направлению линии IV - V и отложить заданный угол $3^{\circ}24'$ и расстояние 80,00 м. (рис. 3.2.3).

Способ угловых засечек. Для нанесения на план точки способом угловых засечек, необходимо из начальной и конечной точек опорной линии отложить два заданных угла (см. приложение 3). В месте пересечения полученных направлений будет находиться искомая точка (рис. 3.2.4). Так, для нанесения точки № 10, нужно приложить транспортир по линии I - II, (0 на транспортире направлен в сторону точки II) и отложить угол $24^{\circ}51'$. Затем, приложить транспортир по линии II - I (0 на транспортире направлен в сторону точки I) и отложить угол $323^{\circ}33'$. Там, где пересекутся два полученных направления, будет находиться точка 10.

Способ линейных засечек. В этом случае положение точки определяется пересечением двух дуг описанных из вершин опорной линии заданными радиусами (рис.3.2.5). Заданные радиусы дуг показаны на абрисе местности (см приложение 5).

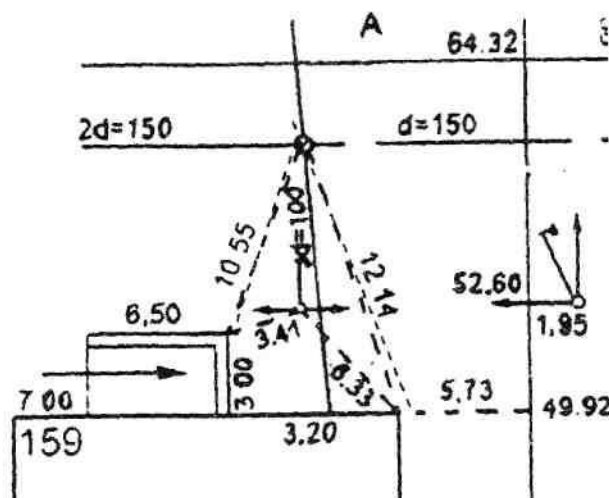


Рис. 3.2.5.Схема нанесения точки способом линейных засечек

Составленный план тщательно корректируют, после чего вычерчивают и оформляют в соответствии с утвержденными таблицами условных знаков.

3.3 Оформление плана

После проверки правильности построения контуров местности все дополнительные линии убирают и приступают к оформлению плана в соответствии с условными знаками, предварительно показав работу преподавателю (см. приложение 8).

Порядок вычерчивания плана тушью и красками может быть рекомендован следующий:

- выполняется отмывка розовым цветом участков с асфальтовым покрытием, (перед отмывкой поверхность бумаги следует увлажнить чистой водой и, дав просохнуть, на слегка влажную, но не мокрую поверхность бумаги наносят несколько раз водный раствор до получения нужного оттенка;
- вычерчивается пересечение линий координатной сетки (пересечение линий обозначают в соответствии с условными знаками крестиками зеленого цвета со стороной 6х6 мм), а также все пункты съемочного обоснования в соответствии с условными знаками;
- выполняются все надписи;
- вычерчиваются инженерные сооружения, жилые дома и нежилые постройки, дороги, сети подземных коммуникаций, линии электропередач;
- оформление рамок и размещение надписей за рамками плана проводят в соответствии с приложением к условным знакам для масштаба 1:500.

4. Тахеометрическая съемка

В результате тахеометрической съемки получают топографический план местности (план с изображением рельефа). Для этого, во время полевых работ, определяют не только положение элементов ситуации и предметов местности, но и высоты точек рельефа. Высоты точек определяют с помощью тригонометрического нивелирования.

Вычисление координат точек теодолитного хода и составление горизонтального плана уже было рассмотрено выше.

4.1. Вычисление превышений и высот точек теодолитно-высотного хода.

Вычисления проводят в следующем порядке:

1. Для каждого направления рассчитывают значение места нуля (МО) вертикального круга теодолита:

$$МО = (КП_в + КЛ_в)/2, \dots \dots \dots (4.1.1)$$

где $КП_в$; $КЛ_в$ – отсчеты по вертикальному кругу теодолита при измерении углов приема КП КЛ соответственно. При расчетах к малым отсчетам (от 0° до 60°) прибавляют 360° . Контролем правильности измерений вертикальных углов служит постоянство МО, колебания которого не должны превышать $\pm 1'$

2. Вычислить углы наклона v на каждую наблюдаемую станцию:

$$v = КЛ_в - МО = МО - КП_в \dots \dots \dots (4.1.2)$$

3. Вычислить превышения между станциями.

$$h_0 = d \cdot \operatorname{tg} v, \dots \dots \dots (4.1.3)$$

Затем с учетом высоты прибора i и высоты визирования на рейку V рассчитывают окончательное превышение по формуле:

$$h = h_0 + i - V = d \cdot \operatorname{tg} v + i - V \dots \dots \dots (4.1.4)$$

где d – расстояния, V – высота визирования на рейку, i – высота прибора.

Для каждой стороны вычисляют значение приведенного превышения с точностью до 0,01 м.

4. Увязать превышения в отдельной ведомости вычисления отметок (см. приложение 7).

а) проверить расхождения между прямыми и обратными превышениями линии для каждой стороны, которые могут отличаться по абсолютной величине не более чем на 4 см на каждые 100 м горизонтального проложения. Прямые и обратные превышения должны быть противоположны по знаку. Если условие выполняется, то за окончательное значение принимается среднее и ему придается знак прямого хода.

б) вычислить среднее значение превышений между опорными точками, записывая их со знаком прямого превышения по формуле:

$$h_{\text{ср}} = h_{\text{пр}} + h_{\text{обр}}/2; \dots \dots \dots (4.1.5)$$

где $h_{\text{пр}}$ – прямое превышение, м,

$h_{\text{обр}}$ – обратное превышение, м.

в) вычислить невязку по высоте замкнутого хода:

$$f_h = \sum h_{cp}; \dots \dots \dots (4.1.6)$$

где $\sum h$ – сумма средних превышений точек в ходе.

г) вычислить допустимую высотную невязку хода по формуле:

$$f_h^{доп} = \frac{0,04P}{\sqrt{N}}, \text{ см.} \dots \dots \dots (4.1.7)$$

где P – периметр хода, м;

N – число сторон (превышений) в ходе.

Если фактическая высотная невязка хода допустима, т.е. выполняется условие:

$$f_h \leq f_h^{доп}, \dots \dots \dots (4.1.8)$$

то ее распределяют с обратным знаком пропорционально длинам сторон.

д) поправки в превышениях рассчитывают по формуле:

$$\delta_{h_i} = -\frac{f_h}{P} d_i, \dots \dots \dots (4.1.9)$$

где d_i – горизонтальное проложение соответствующей стороны.

Сумма поправок должна равняться невязке с обратным знаком.

$$\sum \delta_{h_i} = -f_h \dots \dots \dots (4.1.10)$$

е) вычисляют исправленные превышения по формуле:

$$h_{испр_i} = h_i + \delta_{h_i}, \dots \dots \dots (4.1.11)$$

Контроль равен: $\sum h_{испр} = 0$.

5. Вычислить отметки станций теодолитного хода. Зная отметку начальной точки H_1 (для каждого варианта начальная отметка точки берется из приложения 2 согласно варианту) находим абсолютные отметки последующих станций.

$$H_i = H_{i-1} + h_{испр}; \dots \dots \dots (4.1.12)$$

где H_i, H_{i-1} – отметки соответственно последующей и предыдущей точек хода.

Контролем является получение отметки начальной точки хода.

Рассмотрим пример для первого варианта. Значения берем из приложения 6.

- Для каждого направления находим МО по формуле:

$$МО = (КП_в + КЛ_в)/2$$

МО теодолита на станции I

$$\text{Для направления I-II } МО = (360^\circ + 0^\circ 40,5' + 359^\circ 21,5')/2 = 1';$$

Для каждого направления находим МО по формуле:

МО теодолита на станции II

$$\text{Для направления II-I } МО = (359^\circ 22,2' + 0^\circ 39,8' + 360^\circ)/2 = 1';$$

- Вычисляем углы наклона ν на станцию II

$$\nu = МО - КП_в = 360^\circ 1' - 359^\circ 21,5' = 0^\circ 39,5'$$

на станцию I

$$\nu = MO - KP_B = 1' - 0^{\circ}39,8' = -0^{\circ}38,8'$$

- Вычисляем превышения между станциями по формуле: $h = d \cdot \tan \nu$;
на станции II $h = d \cdot \tan \nu = 114,03 \cdot \tan 0^{\circ}39,5' = 1,31$
на станции I $h = d \cdot \tan \nu = 114,03 \cdot \tan 0^{\circ}38,8' = -1,29$
Заносим полученные данные в табл. 4.1.1

Таблица 4.1.1

Журнал тахеометрической съемки

№№ точек	Расстоя ния	КП				КЛ				МО	Угол наклона		$h = d \cdot \tan \alpha + i - \nu$
		Г		В		Г		В			о	/	
		о	/	о	/	о	/	о	/				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
				Станция I									
VI	102,00			2	13,4			357	47,7				
II	114,03			359	21,5			0	40,5	1′	0	39,5	1,31
				Станция II									
I	114,03			0	39,8			359	22,2	1′	0	-38,8	-1,29
VII	52,52			1	32,6			358	29,4				
III	135,22			358	11,5			1	50,5				

Таблица 4.1.2

Ведомость вычисления отметок станций

№с тан ций	Гориз.про ложение d. м.	Превышения		Сред- нее превы шение	Поправ- ки	Исправ лен- ные превы шения	Абсо- лют- ные отмет- ки, м.
		прямые	Обрат -ные				
I							123,00
	114,03	+1,31	-1,29	+1,30	+0,004	+1,304	
II							124,304
	52,52	-1,39	+1,39	-1,39	+0,002	-1,388	
VII							122,916
	63,04	-2,27	+2,27	-2,27	+0,002	-2,268	
V							120,648
	101,97	-1,58	+1,59	-1,585	+0,003	-1,582	
VI							119,066
	102,00	+3,92	-3,94	+3,93	+0,004	+3,934	
I							123,00
	P=433,56			$\sum -0,015$		$\sum = 0$	

Заносим превышения в табл. 4.1.2, и находим среднее превышение по формуле: $h_{\text{ср}} = h_{\text{ПР}} + h_{\text{ОБР}}/2$;

Для направления I-II $h_{\text{ср}} = 1,31 + 1,29/2 = 1,30$;

Далее рассчитываем средние превышения сторон теодолитного хода и заносим в табл.4.1.1 и табл.4.1.2.

- Невязка по высоте замкнутого хода в рассматриваемом примере равна

$$f_h = \sum -0,015;$$

Вычисляем допустимую высотную невязку хода.

$$f_h^{\text{доп}} = \frac{0,04P}{\sqrt{N}} = \frac{0,04 \cdot 433,56}{\sqrt{5}} = 7,8 \text{ см} = 0,078 \text{ м.}$$

Фактическая высотная невязка хода допустима, т.е. выполняется условие:

$$f_h \leq f_h^{\text{доп}}, \\ 0,015 \leq 0,078,$$

Распределяем ее с обратным знаком пропорционально длинам сторон.

Поправки в превышениях равны:

$$\begin{aligned} \delta_{I-II} &= -\frac{-0,015}{433,56} \cdot 114,03 = +0,004 \text{ м,} \\ \delta_{II-VII} &= -\frac{-0,015}{433,56} \cdot 52,52 = +0,002 \text{ м,} \\ \delta_{VII-V} &= -\frac{-0,015}{433,56} \cdot 63,04 = +0,002 \text{ м,} \\ \delta_{V-VI} &= -\frac{-0,015}{433,56} \cdot 101,97 = +0,003 \text{ м,} \\ \delta_{VI-I} &= -\frac{-0,015}{433,56} \cdot 102,00 = +0,004 \text{ м.} \end{aligned}$$

Вычисленные поправки вписывают в соответствующий столбец таблицы №3.2. Находят исправленные превышения и проверяем контроль $\sum h_{\text{испр}} = 0$.

- Начальная точка в нашем примере $H_I = 100,00$, найдем абсолютные отметки последующих точек.

$$\begin{aligned} H_{II} &= 100,00 + 1,304 = 101,304; \\ H_{VII} &= 101,304 - 1,388 = 99,916; \\ H_V &= 99,916 - 2,268 = 97,648; \\ H_{VI} &= 97,648 - 1,582 = 96,066; \\ H_I &= 96,066 + 3,934 = 100,00. \end{aligned}$$

Контролем является получение отметки начальной точки хода.

4.2 Обработка журнала тахеометрической съемки пикетных точек.

Обработка журнала включает вычисление углов наклона линий визирования, превышений и отметок пикетных точек.

а) угол наклона линии визирования на пикетную точку вычисляют по формуле:

$$\nu = \text{МО} - \text{КП}_B;$$

б) горизонтальное расстояние до пикетной точки вычисляют с точностью до 0,1 м, по формуле, если $\nu \geq 3^\circ$: $d = L \cdot \cos^2 \nu$, если $\nu \leq 3^\circ$, то $d = L$.

Таблица 4.2.1

Журнал тахеометрической съемки

№№ точек	Расстоя ния	КП				КЛ				МО	Угол наклона		$p =$ $\Delta - i + \Delta \text{изг.}$ η
		Г		В		Г		В			о	/	
		о	/	о	/	о	/	о	/				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
				Станция I									
VI	102,00			2	13,4			357	47,7				
II	114,03			359	21,5			0	40,5	1'	0	39,5	1,31
II		0	00										
1	7	153	52,3	3	41,7						-3	40,7	-0,45
2	15	63	41,1	3	24,7						-3	23,7	-0,89
3	28	39	18,1	1	13,4						-1	12,4	-0,59
4	42	51	07,7	1	22,8						-1	21,8	-0,1
5	45	41	32,4	0	53,7						-0	52,7	-0,68
6	37	13	09,0	0	01,1						-0	0,1	-0,01
7	43	15	30,1	0	14,6						-0	13,6	-0,17
8	49	358	02,3	0	05,2						-0	04,2	-0,46
9	58	337	37,6	359	28,2						+0	32,8	0,55
10	61	351	34,9	359	35,1						+0	25,9	0,46
11	72	357	08,7	359	26,2						+0	34,8	0,73
12	65	6	22,1	359	48,3						+0	12,7	0,24
13	63	13	00,4	359	58,8						+0	2,2	0,04
14	78	24	02,6	0	27,4						-0	26,4	-0,6
15	67	42	58,7	1	26,2						-1	25,2	-1,66
16	40	81	01,0	2	02,1						-2	02,1	-1,42
17	28	76	28,3	1	47,8						-1	46,8	-0,87
18	23	120	06,6	2	31,9						-2	30,9	-1,02

где L – расстояние до точки.

в) превышение пикетной точки над станцией вычисляют до 0,01 м по формулам:

$$h = d \cdot \tan \nu + i - V.$$

При этом знак превышения определяется знаком угла наклона.

в) отметки пикетных точек вычисляют как:

$$H_{\text{пик}_i} = H_{\text{ст}} + h_i.$$

где $H_{\text{ст}}$ – абсолютная отметка станции, h_i – превышение пикетных точек.

$$\begin{aligned} \nu_1 &= 1' - 3^\circ 41,7' = -3^\circ 40,7'; \\ \nu_9 &= 360^\circ 1' - 359^\circ 28,2' = +0^\circ 32,8'. \end{aligned}$$

Находим превышения пикетных точек над станцией.

28

Последующие превышения точек кроме 5 и 6 находим по такому же принципу. Согласно приложению 7 для точки 5 $i = 1,45$; $V = 1,10$ следовательно:

$$h_5 = d \cdot \tan \nu + i - V = 45 \cdot \tan -3^\circ 40,7' + 1,45 - 1,10 = -0,45$$

Находим абсолютные отметки точек от 1-18.

$$H_{\text{пик}_1} = H_{\text{ст}} + h_1 = 100,00 - 0,45 = 99,55 \text{ м,}$$

$$H_{\text{пик}_2} = H_{\text{ст}} + h_2 = 100,00 - 0,89 = 99,11 \text{ м.}$$

По данному примеру рассчитывают абсолютные отметки остальных пикетных точек.

4.3 Построение топографического плана участка местности.

На готовый план теодолитной съемки способом полярных координат наносят реечные точки.

Нулевой штрих транспортира ориентируют по начальному направлению, указанному в приложении 6. Углы и расстояния до реечных точек указаны там же. По нанесенным на план реечным точкам вычерчивают рельеф. Рельеф изображают с помощью горизонталей. Горизонтали проводят с помощью прозрачной палетки. Для этого на листе кальки через 5 мм вычерчивают параллельные линии и подписывают их через 0,5 м, начиная с самой маленькой целой отметки и заканчивая самой большой. На плане карандашом соединяют все соседние реечные точки друг с другом (рис.4.3.1).

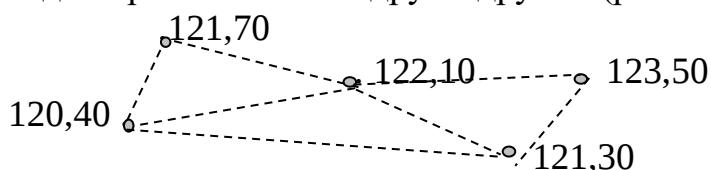


Рис. 4.3.1 соединение реечных точек на плане

Кальку накладывают на линию, соединяющую две соседние реечные точки, и вращают ее так, чтобы линии палетки совпали со значениями конечных точек линии (рис.4.3.2).

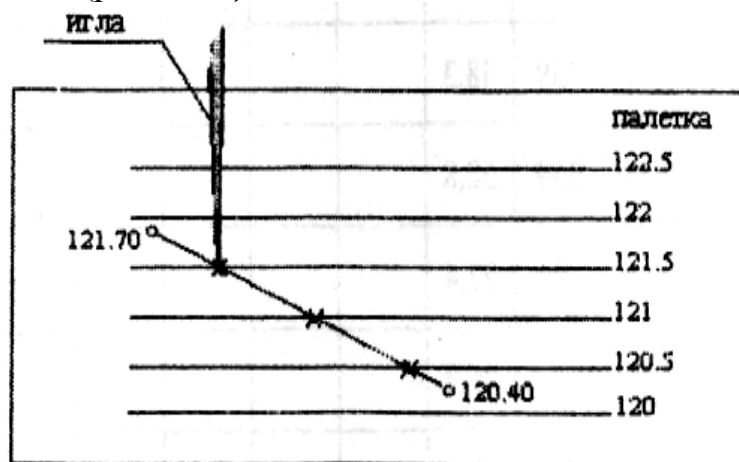


Рис.4.3.2. Интерполирование с помощью кальки

Закрепив в таком положении кальку, перекалывают иглой на план точки пересечения линий палетки с линиями, соединяющими речные точки на плане. Рядом с полученной точкой подписывают ее отметку. Аналогично интерполируют все остальные линии. Все точки с одинаковыми отметками соединяют плавными линиями - горизонталями. При этом горизонтали не должны пересекаться, раздваиваться (соединяться) и прерываться.

Горизонтали вычерчивают тонкой линией коричневого цвета. Отметки горизонталей, кратные целым метрам, записывают в разрывах горизонталей; при этом верх цифр должен быть обращен в сторону повышения местности.

Приложения

Приложение 1

ТИПОВАЯ ФОРМА ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА КАДАСТРА НЕДВИЖИМОСТИ, ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА И
ГЕОДЕЗИИ

Расчетно-графические работы по дисциплине
«Геодезии»

Выполнил:

студент 1-го курса

группы 1111

Иванов Иван

Принял:

доцент.

ФИО

Воронеж, 2025

Приложение 2

Варианты	Примычный угол $\beta_{\text{прим}}$	Координаты исходных пунктов,м				
		х	у	х	у	Н
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31	77°8,3′	6088,42	6666,96	9517,98	9556,92	100,00

Приложение 3

Журнал измерения углов и линий

№ станции	Полу прием	№ набл. точек	Отсчеты по горизонт. кругу	Величина угла	Средняя величина угла	Мера линий	Угол Накл. линии
В	КП	А	295°23,1′				
		I	14°29,1′	280°54,0′		В-I=38,42	-1°15′
	КЛ	А	115°54,3′		280°54,3′		
		I	194°54,6′				
I	КП	В	141°47,7′			I-B=38,43	+1°14′
		IV	17°43,3′			I-II=114,01	+2°12′
		II	302°54,4′			I-VI=102,01	-0°40′
	КЛ	В	321°47,5′				
		VI	197°42,6′				
		II	122°54,0′				
	КП	II	0°00,0′				
		1	36°11,2′			15,28	
		2	38°09,7′			21,96	
		3	49°22,1′			68,55	
		4	43°52,5′			75,28	
		5	38°49,1′			83,80	
		6	9°42,0′			65,19	
		7	12°51,1′			63,58	
		8	19°22,2′			63,46	
		9	25°39,5′			51,17	
		10	24°51,3′				
		11	321°51,4′			14,44	
II	КП	I	206°39,1′			I-II=114,05	+0.39′
		VII	96°30,9′			II-VII=52,51	+1°31′
		III	22°19,1′			II-III=135,19	-1°49′
	КЛ	I	26°39,2′				

Продолжение приложения 3

		VII	276°31,4′				
		III	202°19,4′				
	КП	I	0°00,0′			000,0	
		10	323°33,0′				
		12	258°08,1′			10,12	
		13	294°04,0′			34,04	
		14	300°30,3′			38,88	
		III	0°00,0′				
		15	21°41,3′				
		16	20°00,0′				
		17	7°52,4′			64,20	
III	КП	II	281°52,4′			III-II=135,24	+1°48′
		IV	179°06,1′				
	КЛ	II	101°52,2′				
		IV	359°05,9′				
	КП	IV	0°00,0′				
		15	78°28,6′				
		16	75°43,5′				
		18	52°33,6′			38,79	
		19	48°39,0′			44,05	
		20	39°20,6′			39,55	
IV	КП	III	314°29,2′			IV-III=73,63	-0°15′
		V	221°34,1′				
		C	217°17,9′			IV-V=152,30	+2°52′
	КЛ	III	134°29,2′			IV-C=71,74	+2°37′
		V	41°33,7′				
		C	37°18,2′				
	КП	V	0°00,0′				
		21	20°30,3			73,50	
		22	12°05,0′			74,90	
		23	3°24,5′			80,00	
V	КП	IV	74°10,5′			V-IV=152,36	-2°53′

Продолжение приложения 3

		VII	8°14,2′			V-VII=63,08	+0°53′
		VI	281°57,2′			V-VI=101,99	-2°02′

	KJI	IV	254°10,4′				
		VII	188°13,7′				
		VI	101°56,7′				
	KII	VI	0°00,0′				
		24	24°56,1′			44,34	
VI	KII	V	116°25,3′			VI-V=101,95	-0°54′
		I	3°26,9′			VI-I=102,10	-2°12′
	KJI	V	296°25,5′				
		I	183°27,1′				
	KII	I	0°00,0′				
		25	90°15,2′			38,41	
VII	KII	V	149°38,6′				
		II	305°27,6′			VII-II=52,54	+2°03′
	KJI	V	329°39,1′			Vii-v=63,10	-1°31′
		II	125°28,0′				
C	KII	IV	67°02,1′			C-VI=71,72	-2°38′
		D	234°21,4′				
	KJI	IV	247°02,4′				
		D	58°21,6′				

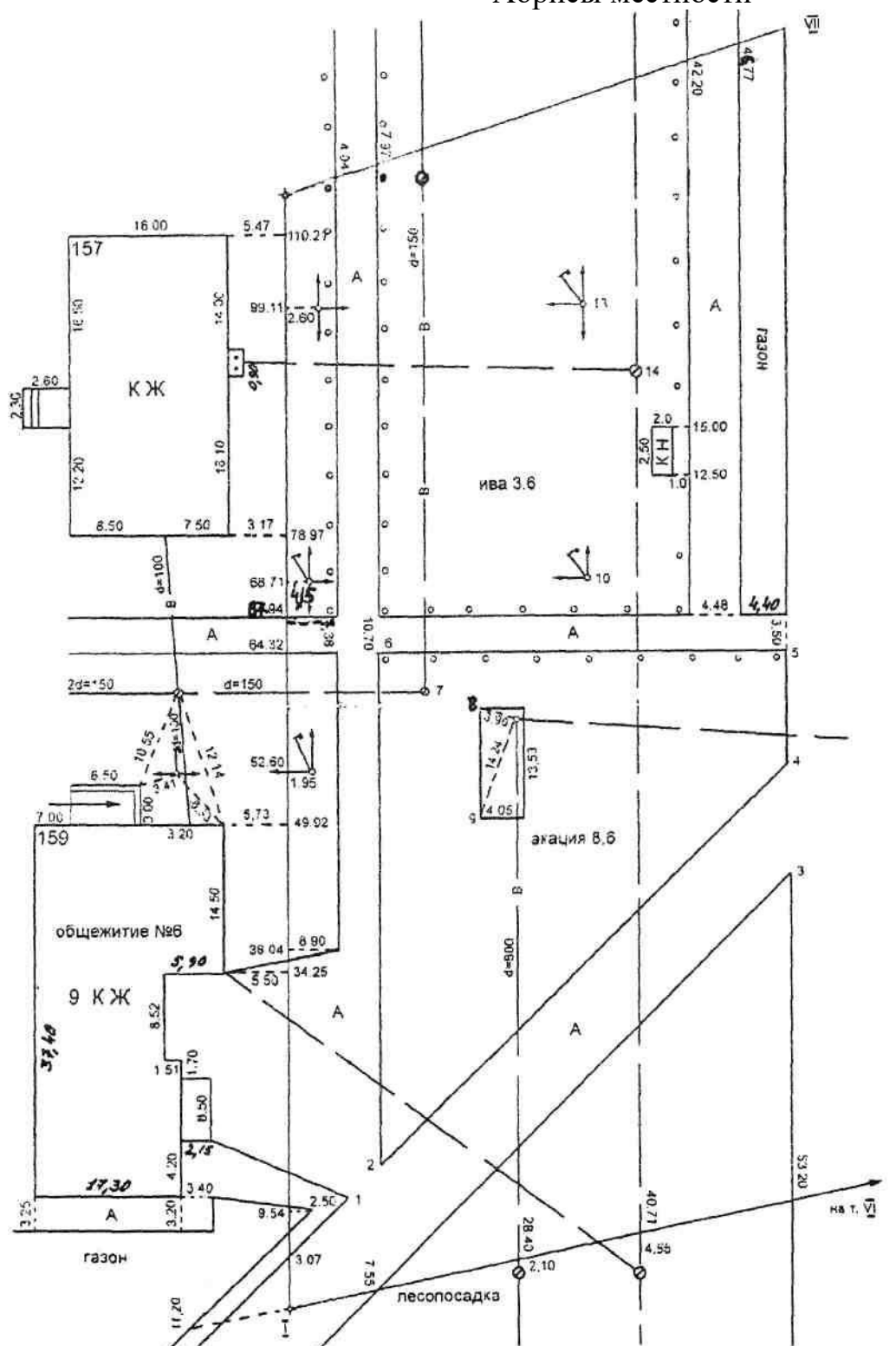
Ведомость координат

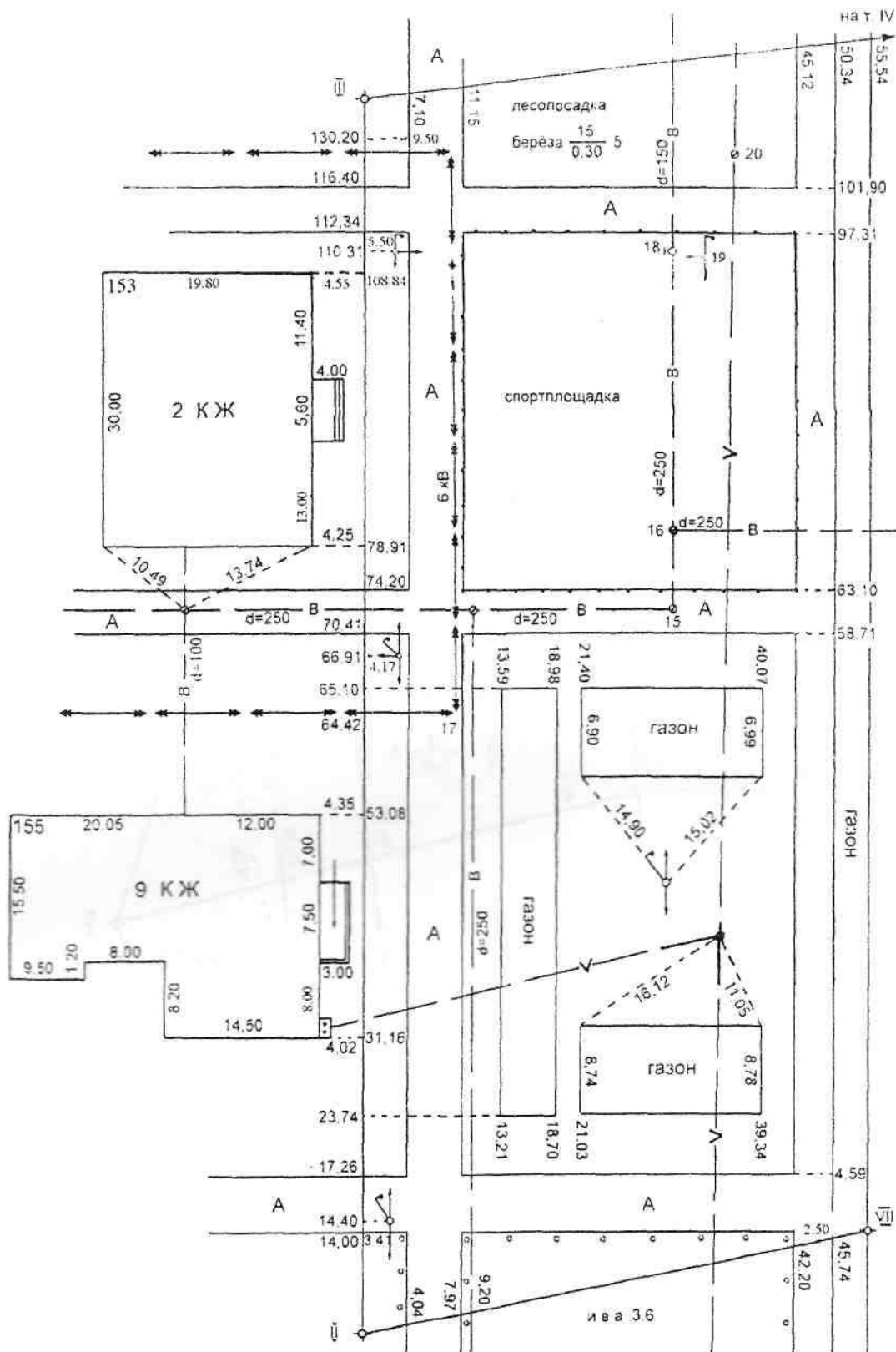
Номера вершин	Измеренные углы		Поправки	Исправленные углы		Азимуты		Румбы			Горизонтальное проложение
	°	'		°	'	°	'	Название	°	'	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	74	48,75	-0,22	74	48,53	143	36,37	ЮВ	36	23,63	114,03
II	110	8	-0,22	110	7,78	213	28,59	ЮЗ	33	28,53	52,53
VII	155	48,95	-0,22	155	48,73	237	39,68	ЮЗ	57	39,86	63,09
V	86	17	-0,22	86	16,78	331	23,08	СЗ	28	36,92	101,97
VI	112	58,4	-0,22	112	58,18	38	24,9	СВ	38	24,9	102,01
I											
$\sum \beta_{\text{ПРАКТ}} = 540^{\circ}$											
$\sum \beta_{\text{ТЕОР}} = 540^{\circ}$											
fβ=				fβдоп							

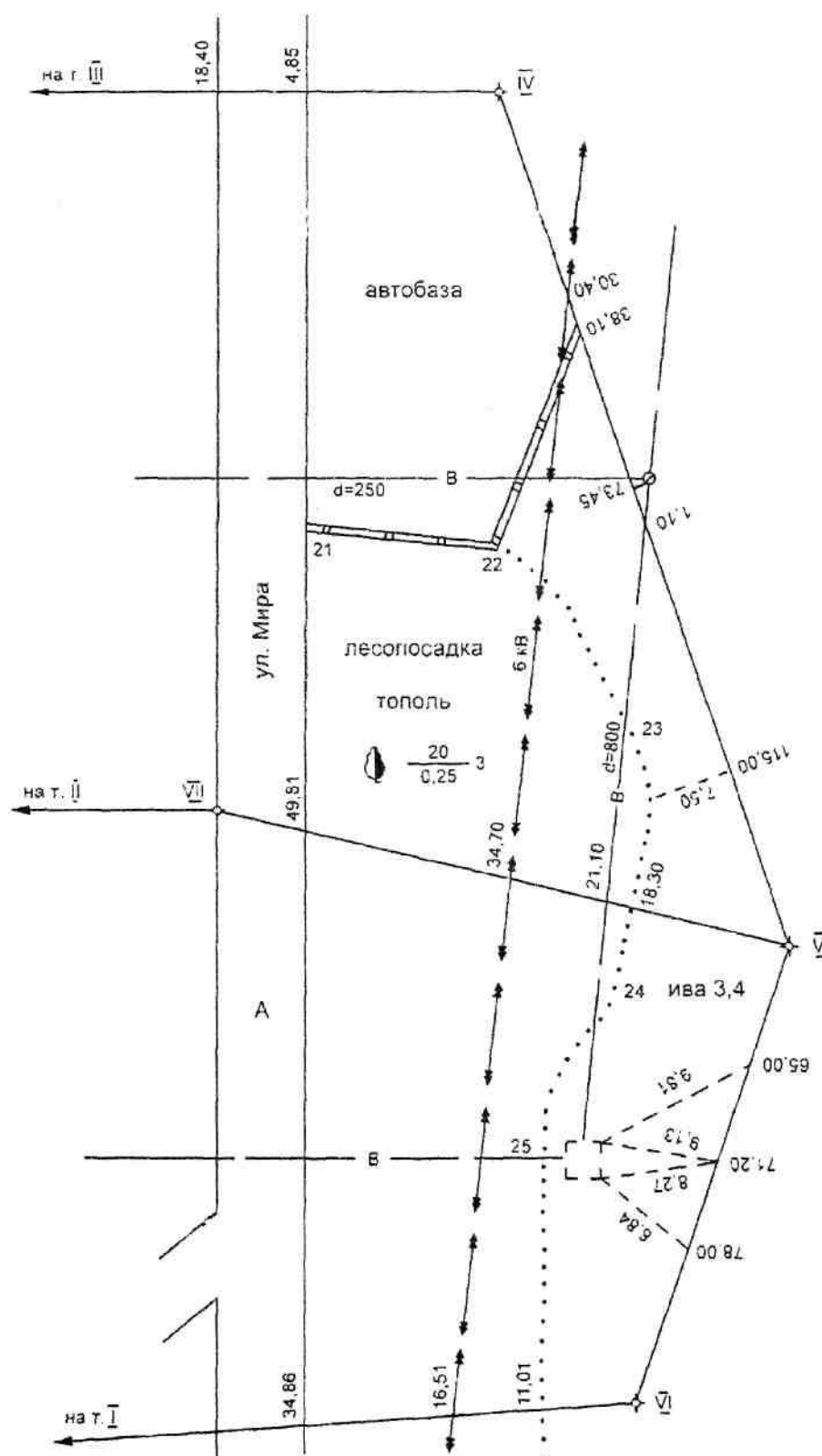
Продолжение приложения 4

Приращения координат										Координаты			
Вычисленные						Исправленные							
+	Δx	$F\Delta x$	+	ΔY	$F\Delta Y$	+	Δx	+	ΔY	+	X	+	Y
-			-			-		-		-		-	
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
-	91,78	-0,01	+	67,65	+0,03	-	91,79	+	67,68	+	9517,98	+	9556,92
-	43,81	-0,02	-	28,97	+0,03	-	43,83	-	28,94	+	9426,19	+	9624,6
-	33,74	-0,02	-	53,30	+0,005	-	33,76	-	53,295	+	9382,36	+	9595,66
+	89,51	-0,03	-	48,83	-	+	89,48	-	48,83	+	9348,6	+	9542,365
+	79,92	-0,02	+	63,38	+0,005	+	79,90	+	63,385	+	9438,08	+	9493,5
$\sum \Delta x$			$\sum \Delta Y$										
$\sum \Delta x_T$			$\sum \Delta Y_T$										
f Δx =+0,1			f ΔY =-0,07										
F_{ABC} =0,122						$F_{OTH} = 1/3554$							

Абрисы местности

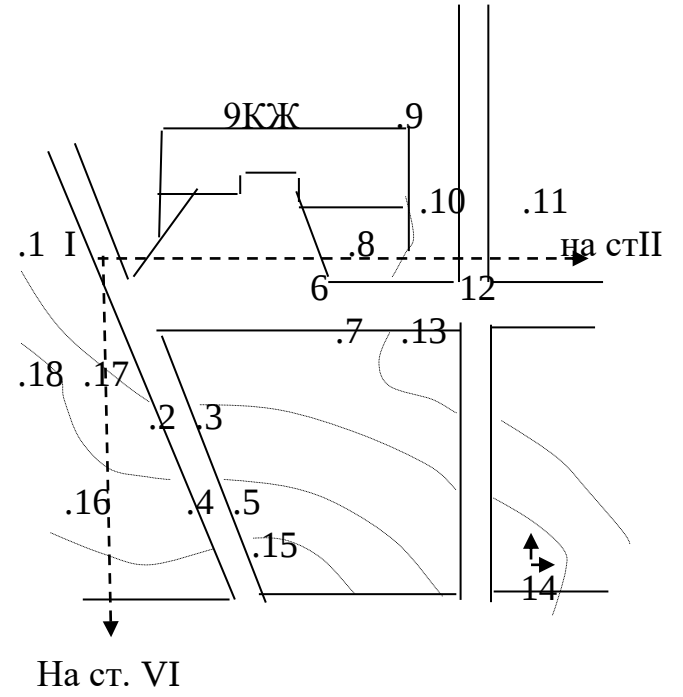






Журнал тахеометрической съемки

№№ точек	Расстоя ния	КП				КЛ				МО	Угол наклона		$\gamma = \arctan \frac{p}{V}$
		Г		В		Г		В			о	/	
		о	/	о	/	о	/	о	/				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
				Станция I									
VI	102,00			2	13,4			357	47,7				
II	114,03			359	21,5			0	40,5				
II		0	00										
1	7	153	52,3	3	41,7								
2	15	63	41,1	3	24,7								
3	28	39	18,1	1	13,4								
4	42	51	07,7	1	22,8								
5	45	41	32,4	0	53,7								
6	37	13	09,0	0	01,1								
7	43	15	30,1	0	14,6								
8	49	358	02,3	0	05,2								
9	58	337	37,6	359	28,2								
10	61	351	34,9	359	35,1								
11	72	357	08,7	359	26,2								
12	65	6	22,1	359	48,3								
13	63	13	00,4	359	58,8								
14	78	24	02,6	0	27,4								
15	67	42	58,7	1	26,2								
16	40	81	01,0	2	02,1								
17	28	76	28,3	1	47,8								
18	23	120	06,6	2	31,9								
				Станция II									
I	114,03			0	39,8			359	22,2				
VII	52,52			1	32,6			358	29,4				
III	135,22			358	11,5			1	50,5				
VII		0	00										
19	44	73	33,1	1	56,6								
20	49	91	19,3	1	27,3								
21	31	92	00,7	1	00,9								

i	v	Превышение h= h ₀ +i-v	абсолютные отметки, м	К р о к и
15	16	17	18	19
1,45	1,10			
1,45	1,10			

№№ точек	Расстоя ния	КП				КЛ				МО, °	Угол наклона		$\chi = p - \nu + i - \nu$
		Г		В		Г		В			°	′	
		°	′	°	′	°	′	°	′				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
22	26	96	57,8	0	34,0								
23	21	62	00,1	0	55,0								
24	10	9	42,3	357	43,6								
25	8	30	00,0	359	13,7								
26	4	42	32,9	358	26,5								
27	15	302	18,2	358	06,5								
28	23	326	25,9	358	17,9								
29	37	322	29,1	358	29,3								
30	31	300	56,1	357	55,8								
31	44	292	01,6	358	10,9								
32	51	307	48,1	358	22,7								
33	66	306	06,2	358	30,9								
34	60	294	21,1	358	19,0								
35	59	276	53,3	358	12,7								
36	27	267	31,7	358	37,0								
				Станция III									
II	135,22			1	49,5			358	12,5				
IV	73,61			0	16,9			359	45,1				
IV		0	00										
37	65	117	00,3	1	34,1								
38	65	97	52,4	1	59,4								
39	56	103	37,2	1	20,8								
40	63	98	10,1	1	32,6								
41	68	77	48,1	2	14,9								
42	62	74	49,1	2	11,2								
43	51	82	14,0	2	23,1								
44	45	94	51,7	2	02,4								
45	34	85	47,9	2	14,4								
46	23	112	46,3	2	03,5								

i	v	Превышение $h = h_0 + i - v$	абсолютные отметки, м	К р о к и
15	16	17	18	19
1,51	1,74			
1,47	1,00			
1,47	1,00			
1,47	2,10			

№№ точек	Расстоя ния	КП				КЛ				МО	Угол наклона		$\lambda - l + \lambda_{\text{пл}} \cdot p = \eta$
		Г		В		Г		В					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
47	24	87	09,4	3	44,1								
48	27	59	30,8	2	05,7								
49	39	52	41,2	1	58,2								
50	32	21	38,7	1	06,5								
51	18	14	32,3	0	39,2								
52	9	56	00,1	2	10,8								
53	16	137	40,7	1	35,5								
54	30	350	51,4	359	57,6								
				Станция IV									
III	73,61			359	45,6			0	16,4				
V	152,14			2	53,0			357	09,0				
C	71,66			2	38,2			357	23,8				
V		0	00										
56	31	113	22,6	358	57,8								
57	5	116	00,7	359	06,0								
58	19	342	09,3	1	40,5								
59	30	25	03,8	1	00,6								
60	39	353	53,4	2	02,6								
61	59	21	19,3	2	40,5								
62	69	5	17,5	2	10,5								
64	79	8	18,5	2	19,3								
65	84	19	46,3	2	18,4								
66	81	36	41,5	1	39,9								
67	75	45	21,9	1	18,4								
68	57	46	17,3	1	21,8								
69	47	53	48,2	1	13,4								
70	31	79	58,2	0	29,8								
				Станция V									
IV	152,14			357	07,8			2	54,3				
VII	63,04			357	57,3			2	04,7				
VI	101,97			0	54,3			359	07,7				
VII		0	00										
71	65	43	15,6	356	39,2								
72	62	45	49,9	356	26,5								
73	58	67	57,7	358	06,6								

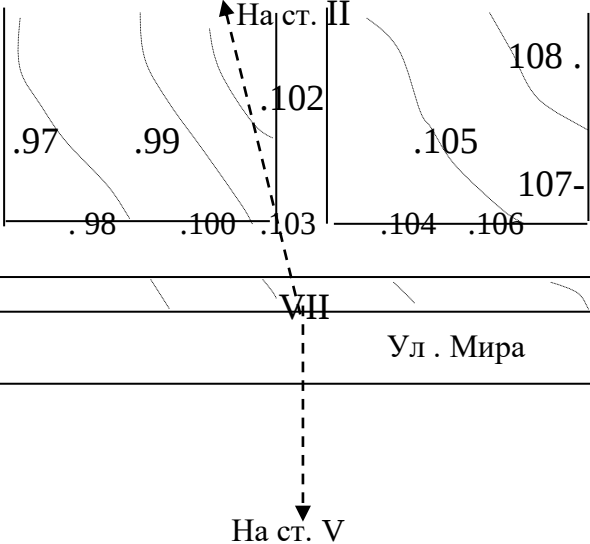
Продолжение приложения 6

[illegible]

№№ точек	Расстоя ния	КП				КЛ				МО	Угол наклона		$\Delta - \beta + \alpha_{\text{пер.}} \cdot p = \gamma$
		Г		В		Г		В					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
74	43	62	56,7	356	22,2								
75	44	42	01,3	355	46,8								
76	61	28	21,1	356	38,9								
77	50	2	01,1	358	43,3								
78	28	12	53,0	355	49,8								
79	25	60	46,1	356	07,6								
80	21	332	09,8	0	04,3								
81	40	327	29,4	358	46,2								
82	53	334	02,4	358	10,1								
83	68	311	21,3	359	15,5								
84	47	303	58,4	0	08,3								
85	33	294	05,2	0	32,2								
86	30	262	07,3	1	10,7								
87	38	286	12,4	0	12,8								
88	58	268	43,0	1	32,2								
			Станция VI										
V	101,97			359	07,1			0	54,9				
I	102,00			357	49,0			2	13,0				
I		0	00										
89	35	84	55,2	358	26,7								
90	40	45	48,8	357	16,1								
91	20	36	22,1	355	48,6								
92	21	136	20,4	0	28,8								
93	16	332	28,1	3	22,7								
94	36	353	10,0	357	44,5								
95	47	17	58,3	357	59,6								
96	52	348	38	358	17,2								
			Станция VII										
II	52,52			358	28,7			1	32,3				
V	63,04			2	5			357	57				
V		0	00										
97	65	99	49,1	0	33,8								
98	54	94	40,1	0	31,6								
99	40	108	59,3	359	44,7								

i	v	Превышение h= h ₀ +i-v	абсолютные отметки, м	К р о к и
15	16	17	18	19
1,45	3,00			
1,51	1,00			
1,51	1,00			

[illegible]

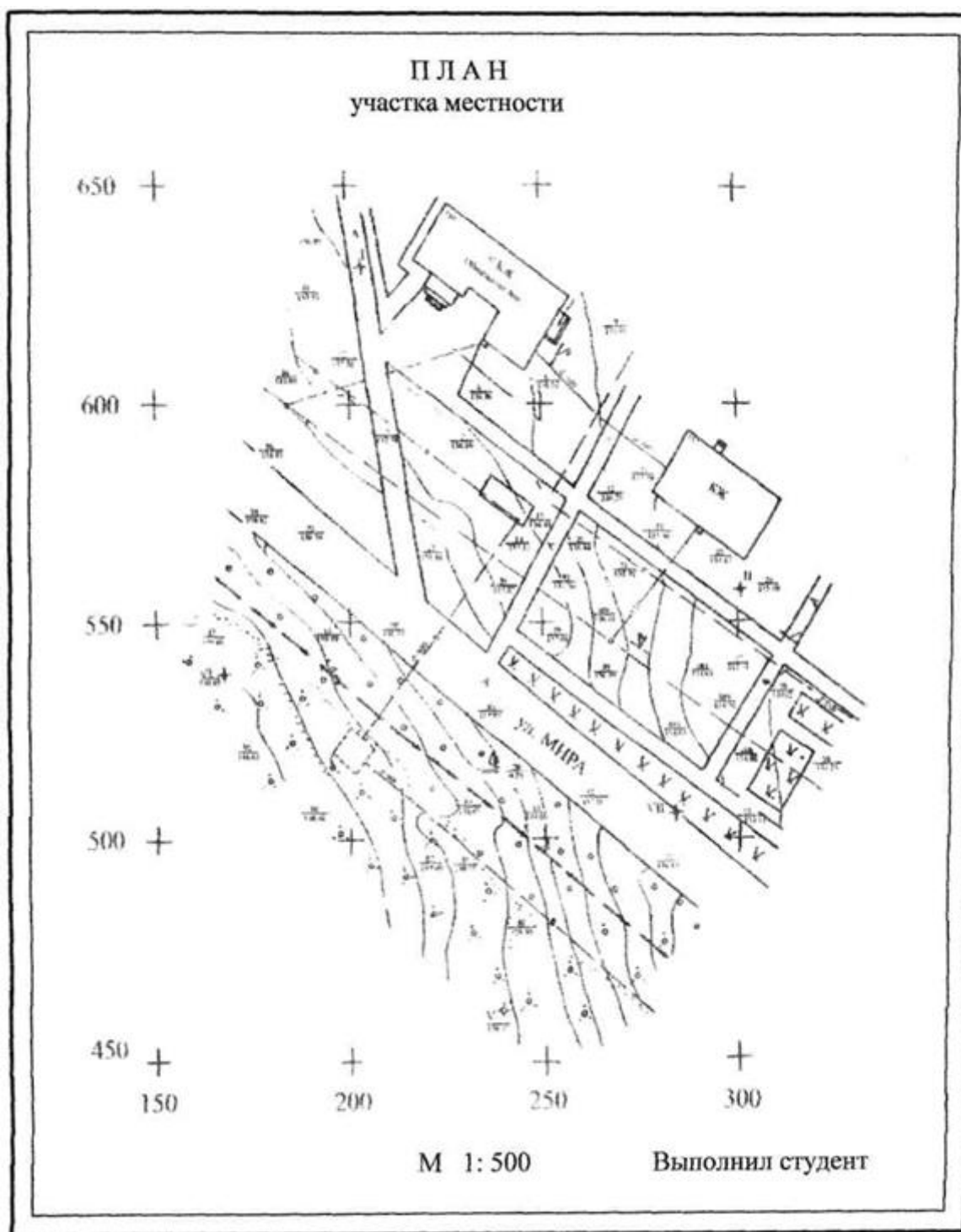
i	v	Превышение h= h'+i-v	абсолютные отметки, м	
15	16	17	18	19
				

Ведомость вычисления отметок станций

Таблица 3.5

№№ станций	Горизонтальные проложения	Превышения		Средние превышения, м	поправки	Исправленные превышения, м	Абсолютные отметки, м
		прямые	обратные				
		$\sum h_{CP} =$		$\sum h_{TEOP} =$		$f h_{доп} =$	

Топографический план участка местности



План оформляется в цвете в соответствии с условными знаками.

Пересечение координатных осей вычерчивается зеленым цветом. Асфальт отмывается розовым цветом. Горизонтالي (плавные волнистые линии) на плане вычерчивать не нужно

Список литературы

1. Геодезия: Учебное пособие для вузов / Г.Г. Поклад, С.П. Гриднев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Академический Проект; Парадигма, 2011. – 538 с.
2. Геодезия: Учебник для вузов// Ключин Е.Б., Киселев М.И., Михелев Д.Ш., Фельдман В.Ш. Под ред. Д.Ш. Михелева. М.: ИЦ «Академия», 2012. – 496с.
3. Инженерная геодезия: Учебное пособие / С.И. Акиньшин. – Воронеж: ВАИУ, 2010. – 297 с.
4. Условные знаки для топографических планов.-М.:Недра, 1988-144с.