

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра маркшейдерского дела и геологии

Составители
В. А. Горбунова, В. П. Хамянок

ГЕОДЕЗИЯ И МАРКШЕЙДЕРИЯ

РАЗДЕЛ «ГЕОДЕЗИЯ»

Методические указания материалы

Рекомендовано учебно-методической комиссией
специальности 21.05.04 Горное дело
в качестве электронного издания
для использования в образовательном процессе

Кемерово 2021

Рецензенты

Михайлова Т. В. – доцент, зав. кафедрой маркшейдерского дела и геологии

Измestьев А. Г. – старший преподаватель кафедры маркшейдерского дела и геологии

Горбунова Вера Акентьевна

Хамянок Вита Петровна

Геодезия и маркшейдерия. Раздел «Геодезия»: методические материалы для обучающихся специальности 21.05.04 Горное дело / сост. В. А. Горбунова, В. П. Хамянок ; Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева. – Кемерово, 2021. – Текст : электронный.

Настоящие методические материалы предназначены для проведения лабораторных занятий и организации самостоятельной работы студентов по разделу «Геодезия» дисциплины «Геодезия и маркшейдерия».

Приведено содержание лабораторных работ, материал, необходимый для успешного изучения дисциплины, контрольные вопросы для проверки полученных знаний.

Назначение издания – помощь обучающимся в получении знаний по разделу «Геодезия» и организации лабораторных работ. Приводятся требования по ведению рабочей тетради, виды самостоятельной работы по дисциплине, правила защиты отчетов по лабораторным работам и подготовки к промежуточной аттестации. В рабочей тетради приводится содержание лабораторных работ, контрольные вопросы.

© Кузбасский государственный
технический университет
имени Т. Ф. Горбачева, 2021

© Горбунова В. А., Хамянок В. П.,
составление, 2021

Содержание

1 Общие положения	4
2 Требования по ведению рабочей тетради	4
3 Защита отчетов по лабораторным работам	6
4 Подготовка к промежуточной аттестации	7
Приложение 1. Примерный перечень вопросов для промежуточной аттестации	8
Приложение 2. Рабочая тетрадь по разделу «Геодезия»	

1 Общие положения

Для успешного изучения дисциплины помимо контактной работы с преподавателем, студентам следует выполнить самостоятельную работу.

Самостоятельная работа студентов в рамках изучения данной дисциплины включает в себя:

- подготовку, оформление и защиту отчетов по лабораторным работам;
- самостоятельное изучение теоретических вопросов при подготовке к промежуточной аттестации (приложение 1). Формой промежуточной аттестации является экзамен.

Для контроля успеваемости обучающихся с целью повышения качества обучения путем активизации учебной деятельности регулярно проводится текущий контроль. Оценивающими средствами для текущего контроля являются опрос обучающихся (или прохождение ими тестирования) и проверка отчетов по лабораторным работам с последующей защитой отчетов.

Для качественного выполнения лабораторной работы следует предварительно ознакомиться с ее содержанием, изучить теоретический материал, выписать в рабочую тетрадь основные определения, ответить на контрольные вопросы, следовать рекомендациям преподавателя и требованиям соответствующих инструкций. При необходимости следует завершить лабораторную работу в свободное время.

Все лабораторные работы в течение учебного года выполняются в соответствии с одним вариантом, который задает преподаватель.

С целью стандартизации требований к лабораторным работам, они представлены в виде рабочей тетради, которая приводится в приложении 2 к данным методическим указаниям.

2 Требования по ведению рабочей тетради

1. Рабочая тетрадь должна быть выполнена на одной стороне неповрежденного листа писчей бумаги формата А4 без искажений, изменений шрифта, размера, и обязательно *скреплена по левому краю* в скоросшивателе или иным способом.

2. Рабочую тетрадь следует приносить на каждое занятие по дисциплине.

3. Не допускается складывать рабочую тетрадь пополам или на несколько частей.

4. Не принимаются к проверке и защите мятые, порванные, грязные листы карты и рабочей тетради.

5. Наличие заполненного титульного листа рабочей тетради обязательно.

6. Для выполнения лабораторных работ 1–5 используют фрагмент топографической карты, размещенной в конце рабочей тетради (приложение 2), которую следует распечатать на формате А4 без искажений, допускается печать карты как в цветном, так и в черно-белом исполнении.

7. Топографическую карту приносить вместе с рабочей тетрадью на все лабораторные работы.

8. Записи в отчете выполняют аккуратно, разборчиво, ручкой черного или синего цвета. Цифры записывают чертежным (тип А или тип Б по ГОСТ 2.304–81) или вычислительным шрифтом.

9. Все записи выполняют без орфографических ошибок и без сокращений (кроме общепринятых, например: г., и т. д.).

10. Чертежи выполняют карандашом с использованием чертежных принадлежностей.

11. При выполнении измерений с помощью геодезических приборов запрещено пользоваться черновиками, результаты записывают непосредственно в полевой журнал, без исправлений. Фрагменты полевых журналов приведены в рабочих тетрадях. При необходимости повторных измерений ошибочные результаты не уничтожают, их аккуратно зачеркивают по диагонали, указывают причину отбраковки, например, «не в допуске». Новые результаты измерений записывают ниже. При большом числе повторных измерений допускается вложение дополнительного листа полевого журнала. При ведении записей в *полевом журнале запрещено* использование корректора.

12. При исправлении ошибочно записанного числа *вне полевого журнала* его зачеркивают одной чертой, рядом записывают правильное число или, по желанию, пользуются корректором.

13. Соблюдают математические правила округления чисел. Однако, при ведении полевых журналов, если отбрасываемая часть равна строго 0,5, применяют правило четного числа (Гаусса), т. е. последнее оставляемое число округляют в сторону четного (0; 2; 4; 6; 8).

14. Вычисления выполняют с помощью *инженерного калькулятора*, подсчет результатов ведут с необходимой точностью:

- угловые величины – до целой секунды;
- превышения – до целого миллиметра (10^{-3} м);
- измерения длин на местности – до целого сантиметра (10^{-2} м);
- измерения длин на плане или карте – соответственно точности численного масштаба.

15. Исходные и контрольные значения записывают красным цветом (или выделяют маркером).

3 Защита отчетов по лабораторным работам

После выполнения лабораторной работы, он предоставляется преподавателю на проверку, по результатам которой может быть дано два резюме: «К защите» или «Замечания» с указанием каждого замечания. При наличии замечаний они должны быть устранены. После того как на отчете преподаватель поставит резюме «К защите», он подлежит защите студентом.

При защите отчета по лабораторной работе преподаватель задает вопросы, касающиеся любых сведений, приведенных в отчете. Примерами таких вопросов являются:

1. Решить обратную геодезическую задачу по заданным координатам двух точек.
2. Построить точки на топографическом плане заданного масштаба по заданным координатам.
3. Определить отметки полученных точек.
4. Вычислить уклон линии AB , образованной этими точками.
5. Построить профиль по линии AB и определить наличие видимости между точками A и B .
6. Из точки B отложить горизонтальный угол $\beta = 205^{\circ}30'$. На заданном расстоянии $L = 1025,65$ м поставить точку C . Вычислить дирекционные углы линий BC , AC и сравнить их с измеренными значениями.
7. Измерить дирекционный угол линии на карте.
8. Вычислить относительную погрешность линии, измеренной дважды, в прямом и обратном направлениях.
9. Определить площадь земельного участка по топографической карте/плану электронным планиметром.
10. Измерить горизонтальный угол теодолитом.

11. Выполнить нивелирование на станции по методике технического нивелирования.

В ходе ответа на заданные вопросы студент должен показать владение материалом, представленном в отчете, легко в нем ориентироваться, а также знания и умения, сформированные в результате подготовки отчета.

При дистанционной форме обучения допускается заполнение рабочих тетрадей в электронном виде. Файл данной методички прикрепляется в системе *Moodle*, к дисциплине «Геодезия и маркшейдерия», раздел «Геодезия». В этом случае скачивают текст соответствующей лабораторной работы, выполняют ее в соответствии с заданием и указанием преподавателя. Выполненную лабораторную работу для проверки прикрепляют к соответствующему заданию в системе *Moodle*, после проверки отчета преподавателем может быть дано два резюме: «К защите» или «Замечания» с указанием каждого замечания. При наличии замечаний они должны быть устранены и отчет повторно должен быть прикреплен для проверки. Дальнейшая защита отчета происходит в соответствии с вышеизложенным.

4 Подготовка к промежуточной аттестации

Примерный перечень вопросов для промежуточной аттестации в форме экзамена представлен в приложении 1. При подготовке к промежуточной аттестации рекомендуется использовать лекционные материалы, а также учебную литературу, приведенную в рабочей программе дисциплины.

Примерный перечень вопросов для промежуточной аттестации

При проведении экзамена инструментом измерения сформированности компетенций является ответ на два теоретических вопроса и решение обучающимся поставленной перед ним одной из задач из практического блока.

Теоретическая часть

1. Геодезия как наука. Ее связь с другими науками.
2. Основные этапы истории развития геодезии.
3. Роль геодезии в хозяйственном развитии страны, в горном деле.
4. Представление о форме и размерах Земли.
5. Нормативно-правовая база геодезии.
6. Влияние кривизны Земли на геодезические измерения: расстояния и превышения.
7. Принципы отображения поверхности Земли на плоскости. Ортогональная и картографические проекции. Основные виды геодезических чертежей.
8. Географическая система координат.
9. Зональная система прямоугольных координат Гаусса–Крюгера.
10. Понятие о геоцентрической и топоцентрической системах координат.
11. Система полярных координат и её применение в геодезии.
12. Система высот в геодезии. Виды высот. Абсолютные и относительные высоты. Превышения.
13. Ориентирные углы и связь между ними.
14. Румбы. Связь с дирекционными углами.
15. Передача дирекционных углов на смежные стороны по левым или правым измеренным горизонтальным углам. Вывод формул.
16. Прямая и обратная геодезические задачи на плоскости.
17. Топографические планы и карты. Общие черты и различие. Применяемые масштабы, их виды. Точность масштабов.
18. Понятие о цифровом картографировании. ЦММ. ЦМР.
19. Разграфка и номенклатура топографических карт и планов.
20. Условные знаки на топографических картах и планах.
21. Виды форм рельефа и их изображение на топографических

картах и планах.

22. Уклон. Заложение. Горизонтальное проложение. Отметка. Высота точки. Превышение. Горизонталь. Свойства горизонталей.

23. Виды задач, решаемых по топографическим картам и планам.

24. Способы определения площадей. Аналитический способ (вывод формул).

25. Способы определения площадей. Сущность геометрического и графического способов.

26. Определение объемов тел на земной поверхности. Способы горизонтальных и вертикальных сечений.

27. Планиметр электронный. Устройство. Измерение площадей.

28. Общие сведения об измерениях и этапах геодезических работ. Единицы измерений, применяемые в геодезии.

29. Основные процессы производства геодезических работ. Факторы, влияющие на геодезические измерения.

30. Полевые журналы. Правила ведения. Основные правила вычислений.

31. Виды погрешностей. Классификация. Критерии точности измерений.

32. Классификация геодезических приборов.

33. Геодезические приборы и инструменты для измерения расстояний. Основные формулы. Точность измерений. Область применения.

34. Измерение линий рулеткой. Компарирование мерных приборов. Приведение измеренных наклонных расстояний к горизонту.

35. Теодолит. Устройство. Основные оси теодолита и соотношения между ними.

36. Поверки теодолита.

37. Измерение вертикальных и горизонтальных углов теодолитом. Источники погрешностей при угловых измерениях.

38. Перечислить и раскрыть содержание методов определения превышений и отметок точек.

39. Нивелирование тригонометрическое. Вывод формул.

40. Нивелирование геометрическое. Сущность. Классы точности.

41. Нивелирные рейки, костыли, башмаки. Поверки реек.

42. Нивелир. Устройство. Основные оси и соотношение между ними

43. Поверки нивелира. Главное условие нивелира.

44. Простое и сложное геометрическое нивелирование. Формулы

для вычисления невязок в замкнутом и разомкнутом нивелирных ходах.

45. Способы нивелирования «из середины» и «вперед». Горизонт инструмента.

46. Методика технического нивелирования. Допуски.

47. Современные требования к структуре геодезических сетей

48. Назначение и классификация геодезических сетей.

49. Сведения о геодезических пунктах. Знак. Центр. Репер. Их виды и назначение. Каталоги координат и высот.

50. Методы построения плановых сетей.

51. Методы построения высотных сетей.

52. Краткий обзор видов съемок.

53. Работа на станции при тахеометрической съёмке. Ведение кроки.

54. Автоматизация съёмочных работ. Понятие об электронной тахеометрии.

55. Применение спутниковых приёмников ГНСС в геодезических работах.

56. Сущность лазерного сканирования местности.

57. Горизонтальные и вертикальные съёмки. Пояснить чертежами.

58. Комбинированные съёмки. Их виды, особенности, достоинства и недостатки.

59. Построение сетки координат и нанесение точек съёмочного обоснования по координатам.

60. Способы создания планово-высотного съёмочного обоснования.

61. Теодолитный ход. Последовательность работ.

62. Вычисление угловых и линейных невязок в замкнутом и разомкнутом теодолитных ходах.

63. Способы теодолитной съёмки. Пояснить чертежами.

64. Сущность геодезических разбивочных работ.

65. Вынос проектных точек в натуру в плане.

66. Вынос на местность точки с заданной отметкой и линии с заданным уклоном.

67. Определение неприступных расстояний и высот.

68. Техника безопасности при выполнении геодезических работ.

69. Правила обращения с геодезическими инструментами.

70. Охрана природы при выполнении топографо-геодезических работ.

Практический блок

1. Выполнить описание заданного маршрута по топографической карте.
2. Определить по топографической карте дирекционный угол, азимуты, румб заданной линии.
3. По заданным величинам вычертить исходные направления и определить ориентирные углы линии.
4. Решить прямую геодезическую задачу по исходным данным.
5. Решить обратную геодезическую задачу по исходным данным.
6. Определить прямоугольные координаты точки на топографической карте.
7. Определить географические координаты точки на топографической карте.
8. По топографической карте построить профиль местности по заданной линии.
9. Вычислить уклон линии, заданной на топографической карте/плане.
10. Определить площадь заданного участка с прямолинейным контуром по формулам геометрических фигур.
11. Определить площадь заданного участка палеткой с квадратным окном.
12. Определить площадь земельного участка по топографической карте/плану электронным планиметром.
13. Провести горизонтали по отметкам 4х точек.
14. Вычислить относительную погрешность измеренных линий.
15. Вычислить СКП по вероятнейшим погрешностям измерений длин линий.
16. Выполнить поверку цилиндрического уровня теодолита.
17. Измерить заданный горизонтальный угол одним полным приемом.
18. Вынести на местность заданный горизонтальный угол.
19. Измерить заданный вертикальный угол.
20. Определить заданное расстояние по нитяному дальномеру.
21. Определить превышение нивелиром по методике технического нивелирования.
22. Выполнить постраничный контроль в журнале нивелирования по результатам двух измерений.
23. Привести теодолит в рабочее положение на заданной станции.

24. Вычислить место нуля теодолита по результатам измерений.
25. Определить коллимационную ошибку теодолита.
26. Определить пяточную разность пары реек по результатам нивелирования (по методике технического нивелирования).
27. Выполнить тригонометрическое нивелирование на станции.
28. Обработать фрагмент журнала тахеометрической съемки.
29. Определить исходные геодезические данные для выноса проектной точки в натуру способом полярных координат.
30. Проложить участок трассы по топографической карте исходным данным.

Приложение 2

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра маркшейдерского дела и геологии

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ

ПО ГЕОДЕЗИИ

для обучающихся специальности 21.05.04 Горное дело

Выполнил: студент гр. _____
индекс группы

ФИО студента

Вариант № _____

Проверил: _____
должность преподавателя

ФИО преподавателя

Дата защиты отчета

« _____ » _____ 20 ____ г.

подпись преподавателя

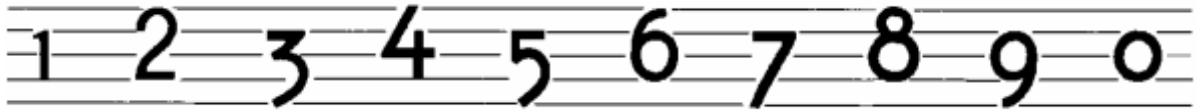
Кемерово 20 ____

Лабораторная работа № 1

Линейные измерения на топографических планах

Требования по ведению рабочей тетради:

- записи выполнять аккуратно, цифры записывать вычислительным шрифтом. Заполнить такими цифрами одну строку.



- при исправлении записей правильное число записывать рядом с ошибочным, предварительно зачеркнув ошибочное значение;
- соблюдать правила округления чисел. Если же отбрасываемая часть равна 5, применять правило четного числа (Гаусса): последнее оставляемое число округлять в сторону четного;
- подсчет результатов вести с необходимой точностью;
- исходные и контрольные значения выделять красным цветом;
- вычисления производить на порядок точнее исходных данных.

1. Знакомство с топографической картой и топографическим планом

1.1. Ознакомится с содержанием топографической карты: рамками, координатными сетками, зарамочными надписями, условными знаками ситуации и рельефа.

1.2. Ознакомится с содержанием топографического плана.

1.3. Выявить внешнее отличие между топографическим планом и картой.

1.4. Распечатать фрагмент топографической карты масштаба 1:10000, размещенный в конце рабочей тетради. Использовать эту карту для выполнения лабораторных работ 1–4.

2. Задачи с масштабами

2.1. Расшифровать все элементы формулы численного масштаба, представляющего собой аликвотную (простую) дробь, где числитель

всегда равен единице: $\frac{1}{M} = \frac{d}{S}$; где

M – _____

d – _____

S – _____

2.2. Горизонтальное проложение линии – это _____

2.3. Если масштаб карты 1:10 000, то масштаб вдвое крупнее 1: _____, масштаб впятеро мельче 1: _____.

2.4. Если на картах разных масштабов измерен одинаковый по величине отрезок $d =$ _____ (см), то на местности ему соответствуют разные отрезки S_i (исходные данные в табл. 1):

$$1:25000 \quad S_1 = \text{_____} \text{ (м)} \quad 1:2000 \quad S_2 = \text{_____} \text{ (м)}$$

$$1:5000 \quad S_3 = \text{_____} \text{ (м)} \quad 1:1000 \quad S_4 = \text{_____} \text{ (м)}$$

Таблица 1

Исходные данные для задачи 2.4

Вариант	Отрезок d , см	Вариант	Отрезок d , см	Вариант	Отрезок d , см
1	18,3	11	6,1	21	5,7
2	6,6	12	19,2	22	6,7
3	3,9	13	11,7	23	4,6
4	2,5	14	9,5	24	7,5
5	13,4	15	15,9	25	14,4
6	4,3	16	5,1	26	8,7
7	6,8	17	7,9	27	9,6
8	12,6	18	10,4	28	3,5
9	1,8	19	14,7	29	11,5
10	8,3	20	17,3	30	13,1

2.5. Если на местности длина горизонтальной линии равна $S =$ _____ (м), а на карте эта же линия имеет длину $d =$ _____ (мм), то масштаб этой карты 1: _____ (исходные данные в табл. 2).

Таблица 2

Исходные данные для задачи 2.5

Вариант	S , м	d , мм	Вариант	S , м	d , мм	Вариант	S , м	d , мм
1	625	25	11	160	32	21	33,8	16,9
2	32	16	12	270	135	22	469	46,9
3	14,8	14,8	13	9000	18	23	58,7	58,7
4	658	65,8	14	135	67,5	24	290	58
5	4000	80	15	325	13	25	162,8	81,4
6	751	75,1	16	1850	37	26	73,7	73,7
7	375	15	17	115	11,5	27	89,9	89,9
8	90	18	18	55	27,5	28	300	60
9	19,5	19,5	19	103	10,3	29	250	50
10	170	85	20	32	16	30	900	90

2.6. Что такое точность масштаба? _____

2.7. Что такое пояснительный масштаб? Виды масштабов?

2.8. На топографической карте отыскать базовую точку A – это точка, соответствующая номеру варианта. Прочертить линию AB , где B – следующая по счету точка. В направлении AB отложить отрезок AC длиной $S_{AC} = (400 + \text{№ варианта})$ м, точку C подписать на карте.

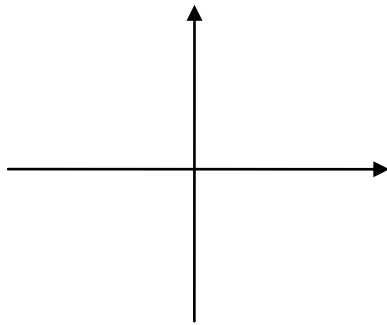
Из полученной точки C отложить (по заданию преподавателя) **левый** (или **правый**) **по ходу горизонтальный** угол $ACD = \beta_{ACD} = 52,5^\circ$ (или $ACD = \beta_{ACD} = 252,5^\circ$), в заданном направлении отложить отрезок CD длиной $S_{CD} = (200 + \text{№ варианта})$ м. Измерить и записать длину полученного отрезка S_{AD} .

$$S_{AC} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}; \quad S_{CD} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}; \quad S_{AD} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}.$$

3. Определение прямоугольных координат

3.1. Координаты точки – это _____

3.2. Подписать название частей света, наименование осей, четвертей и показать правило расстановки знаков приращений в различных четвертях:



3.3. Определить прямоугольные координаты X и Y трех точек A , C и D (см. задачу 2.8.) на карте масштаба 1:10 000, используя сетку прямоугольных координат.

$$\text{точка } A (\quad) \quad X_A = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}; \quad Y_A = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м};$$

$$\text{точка } C \quad X_C = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}; \quad Y_C = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м};$$

$$\text{точка } D \quad X_D = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}; \quad Y_D = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}.$$

3.4. Вычислить приращения координат ΔX , ΔY для линии AC :

$$\Delta X_{AC} = \underline{\hspace{2cm}} \quad \Delta Y_{AC} = \underline{\hspace{2cm}}$$

3.5. Записать, как называется четверть, к которой относятся вычисленные приращения координат ΔX_{AC} , ΔY_{AC} _____

Лабораторная работа № 2

Ориентирование линий на топографических планах

1. Ориентирование линий по азимутам, дирекционным углам, румбам, измерение углов геодезическим транспортиром

1.1. Измерить топографическим транспортиром на карте для линии AC ее дирекционный угол α_{AC} .

Вычислить румб r_{AC} и другие ориентирные углы: истинный азимут $A^И_{AC}$, магнитный азимут $A^М_{AC}$, пользуясь схемой исходных направлений в нижнем левом углу карты.

$$\begin{aligned} \alpha_{AC} &= \underline{\hspace{2cm}} ; \\ r_{AC} &= \underline{\hspace{2cm}} ; \\ A^И_{AC} &= \underline{\hspace{2cm}} ; \\ A^М_{AC} &= \underline{\hspace{2cm}} . \end{aligned}$$

1.2. Заполнить таблицу 3 «Связь между румбом и дирекционным углом».

Таблица 3

Связь между румбом и дирекционным углом

Название четверти по сторонам света	Значения дирекционных углов в четверти	Как вычислить		Знаки приращений координат	
		румб, зная дирекционный угол	дирекционный угол, зная румб	ΔX	ΔY
1 –					
2 –					
3 –					
4 –					

2. Решение прямой и обратной геодезических задач

2.1. Решить прямую геодезическую задачу, используя результаты предыдущих измерений для линии AC :

<p>Дано:</p> <p>$X_A = \underline{\hspace{2cm}}$ м</p> <p>$Y_A = \underline{\hspace{2cm}}$ м</p> <p>$\alpha_{AC} = \underline{\hspace{2cm}}$</p> <p>$S_{AC} = \underline{\hspace{2cm}}$ м</p>	<p>Решение:</p> <p>$\Delta X_{AC} = S_{AC} \times \cos \alpha_{AC} = \underline{\hspace{2cm}}$</p> <p>$\Delta Y_{AC} = S_{AC} \times \sin \alpha_{AC} = \underline{\hspace{2cm}}$</p> <p>$X_C = X_A + \Delta X_{AC} = \underline{\hspace{2cm}}$</p> <hr/> <p>$Y_C = Y_A + \Delta Y_{AC} = \underline{\hspace{2cm}}$</p> <hr/>
<p>Найти:</p> <p>$X_C = ?$</p> <p>$Y_C = ?$</p>	

2.2. Решить обратную геодезическую задачу для линии AC по результатам измерений координат:

Дано:

$$X_A = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}$$

$$X_C = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}$$

$$Y_A = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}$$

$$Y_C = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}$$

Решение:

$$\Delta X_{AC} = X_C - X_A = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\Delta Y_{AC} = Y_C - Y_A = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$S_{AC} = \sqrt{\Delta X_{AC}^2 + \Delta Y_{AC}^2} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\text{tgr}_{AC} = \frac{\Delta Y_{AC}}{\Delta X_{AC}} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$r_{AC} = \underline{\hspace{1cm}} : \underline{\hspace{1cm}}^\circ \underline{\hspace{1cm}}'; \quad \alpha_{AC} = \underline{\hspace{1cm}}^\circ \underline{\hspace{1cm}}'.$$

Найти:

$$S_{AC} = ?$$

$$\alpha_{AC} = ?$$

Проверка решения:

$$S_{AC} = \frac{\Delta X_{AC}}{\cos \alpha_{AC}} = \underline{\hspace{2cm}} =$$

$$S_{AC} = \frac{\Delta Y_{AC}}{\sin \alpha_{AC}} = \underline{\hspace{2cm}} =$$

2.3. Что такое *ориентирование* _____

2.4. Что такое *румб* _____

2.5. Что такое *дирекционный угол* _____

2.6. Сформулировать *условие обратной геодезической задачи*

2.7. Сформулировать *условие прямой геодезической задачи*

Лабораторная работа № 3 Определение площадей и объемов

1. Определение площади участка геометрическим способом.

Определить по топографической карте площадь участка ACD , используя формулу треугольника $P = \frac{A \times H}{2}$, где A – основание треугольника, H – его высота. Результаты представить в табл. 4.

Таблица 4

Журнал вычисления площади геометрическим способом

Основание треугольника на карте a , см	Основание с учетом масштаба A , м	Высота h на карте, см	Высота с учетом масштаба, H , м	Площадь участка P , м ²

2. Определение площади участка аналитическим способом

Определить по топографической карте площадь участка ACD аналитическим способом по формулам 3.1–3.2. Результаты вычислений записать в табл. 5.

Обязателен контроль вычислений:

- 1) суммы разностей в столбцах 4 и 5 должны быть равны нулю.
- 2) суммы произведений в столбцах 6 и 7: $P_1 = P_2$.

$$P_1 = \frac{\Sigma[X_i(Y_{i-1} - Y_{i+1})]}{2}, \quad (3.1)$$

$$P_2 = \frac{\Sigma[Y_i(X_{i+1} - X_{i-1})]}{2}. \quad (3.2)$$

Таблица 5

Ведомость вычисления площади аналитическим способом

Вершина	Координаты, м		Разности, м		Произведения, м ²	
	X_i	Y_i	$Y_{i-1} - Y_{i+1}$	$X_{i+1} - X_{i-1}$	$X_i(Y_{i-1} - Y_{i+1})$	$Y_i(X_{i+1} - X_{i-1})$
1	2	3	4	5	6	7
<i>D</i>			–	–	–	–
<i>A</i>						
<i>C</i>						
<i>D</i>						
<i>A</i>			–	–	–	–
<i>i</i> – текущая точка (<i>i</i> – 1) – предыдущая точка (<i>i</i> + 1) – следующая точка			$\Sigma = 0$	$\Sigma = 0$	$\Sigma =$	$\Sigma =$
					$P_1 =$	$P_2 =$

3. Определение площади электронным планиметром.

3.1. Изучить устройство планиметра *PLANIX-5*, записать основные части планиметра:

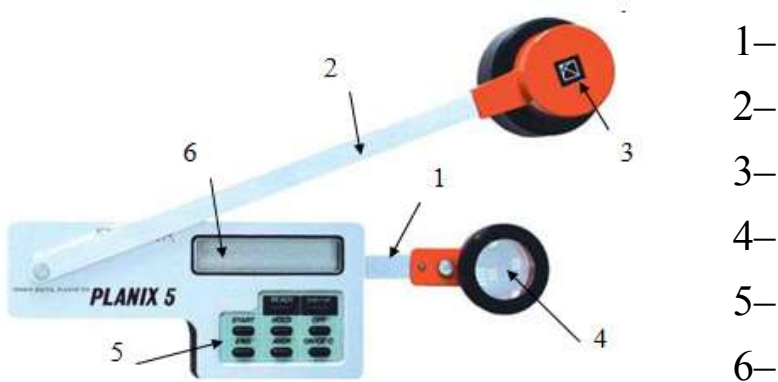


Рис.1. Устройство планиметра *PLANIX-5*

3.2. На рис. 2 изображена насыпь в виде двух замкнутых контуров – горизонталей 100 м и 102 м. Высота насыпи $H = 102,8$ м. Измерить электронным планиметром площадь внутри двух контуров, если масштаб плана 1:1000, результаты внести в табл. 6.

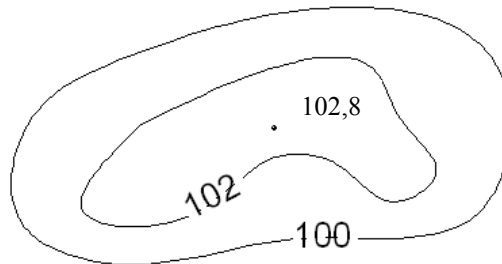


Рис. 2. Контур насыпи

Таблица 6

Результат измерения площади электронным планиметром

Контур	Показания планиметра, см^2	Площадь контура P , м^2 C – цена масштаба ($10\text{м} \times 10\text{м} = 100 \text{ м}^2$)
горизонталь 100м	$P'_{\text{э}} = \underline{\quad}$ $P''_{\text{э}} = \underline{\quad}$ $P_{\text{ср э}} = \underline{\quad}$	$P_{\text{э}} = P_{\text{ср э}} \times C = \underline{\quad}$
горизонталь 102м	$P'_{\text{э}} = \underline{\quad}$ $P''_{\text{э}} = \underline{\quad}$ $P_{\text{ср э}} = \underline{\quad}$	$P_{\text{э}} = P_{\text{ср э}} \times C = \underline{\quad}$

4. Определение площади участка квадратной палеткой

4.1. Подготовить на прозрачном материале (кальке, пленке) палетку с квадратными окнами размером 5 мм. Размер палетки должен соответствовать размерам определяемой площади ($5\text{см} \times 5\text{см}$).

4.2. Вычислить цену деления окошка палетки, т. е. его площадь с учетом масштаба карты M : $c = (5\text{мм} \times M) \times (5\text{мм} \times M)$. Результаты внести в табл. 7.

4.3. Наложить палетку на измеряемую фигуру. Подсчитать количество квадратов внутри фигуры: целых квадратов $n_{\text{ц}}$ и неполных квадратов $n_{\text{н}}$.

4.4. Вычислить площадь контура по формуле

$$P = c \times (n_{\text{ц}} + \frac{1}{2}n_{\text{н}}) \quad (3.3)$$

Таблица 7

Вычисление площади квадратной палеткой

Контур	Цена деления палетки c	Число целых квадратов $n_{\text{ц}}$	Число неполных квадратов $n_{\text{н}}$	Площадь контура $P, \text{ м}^2$
горизонталь 100 м	25 м ²			
горизонталь 102 м	25 м ²			

4.5. Сравнить результаты измерения площади внутри горизонтали 100 м, расхождение между значениями площади выразить в процентах (табл. 8).

Таблица 8

Сравнительный анализ результатов

Способ измерения	Площадь P_{100}	$P_{\text{ср}}$	$\Delta P = P_{\text{max}} - P_{\text{min}}$	$t = \Delta P / P_{\text{ср}} \times 100\%$
Планиметр PLANIX-5				
Квадратная палетка				

4.6. Убедиться, что расхождение между измерениями находится в пределах 0–10%. При большем расхождении указать причину

4.7. Вычислить объем насыпи способом горизонтальных сечений: как сумму объема слоя между двумя горизонталями и объема верхнего купола. Объем слоя между горизонталями определяется:

$$V_{\text{слой}100-102} = \frac{l}{2}(P_{100} + P_{102})h, \quad (3.4)$$

где h – высота слоя. Объем купола определяется по формуле

$$V_{\text{купола}} = \frac{l}{3}P_{102}h_{\text{купола}}, \quad (3.5)$$

где $h_{\text{купола}}$ определяется как разность отметок вершины насыпи и нижележащей горизонтали.

$$P_{100} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}^2; \quad P_{102} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}^2$$

$$V_{\text{купола}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}^3$$

$$V_{\text{слой}100-102} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}^3$$

$$V_{\text{всей насыпи}} = V_{\text{слой}100-102} + V_{\text{купола}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}^3$$

Лабораторная работа № 4

Определение отметок точек по горизонталям

1. Метод изображения рельефа

1.1. Что такое *горизонталь* _____

высота сечения рельефа _____

отметка _____

1.2. Вычертить основные формы рельефа тремя горизонталями, подписать их с учетом склона поверхности (основание цифр в сторону понижения).

Вычертить бергштрихи. Вычертить и подписать характерные точки и линии для каждой формы рельефа. Высоту сечения рельефа принять $h_0=1$ м.

<i>холм</i>	<i>хребет</i>	<i>седловина</i>
.19,7	.19,7	.19,7
<i>котловина</i>	<i>лощина</i>	<i>терраса</i>
.19,7	.19,7	.19,7

2. Методы интерполирования

2.1. Определить отметки заданных по варианту точек:

$$H_A = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}; \quad H_C = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}.$$

2.2. Вычислить уклон i линии AC , результат записать в тысячных долях и в промилле (‰):

$$i_{AC} = \text{tg} \nu_{AC} = \frac{H_C - H_A}{S_{AC}} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

2.3. Вычертить горизонтали по отметкам четырёх точек:

. 1
64,8

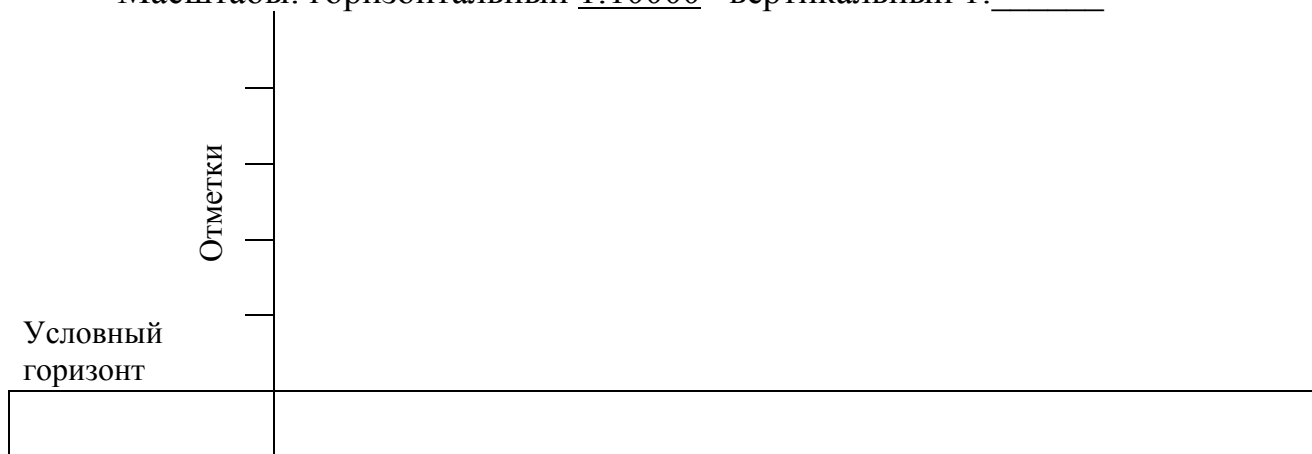
. 2
61,1

. 3
60,4

. 4
57,6

2.4. Построить профиль местности по заданной линии АС.

Масштабы: горизонтальный 1:10000 вертикальный 1: _____



2.5. Указать основное отличие понятий *заложение* и *горизонтальное проложение* _____

2.6. Дать определение понятиям: *превышение* _____

уклон _____

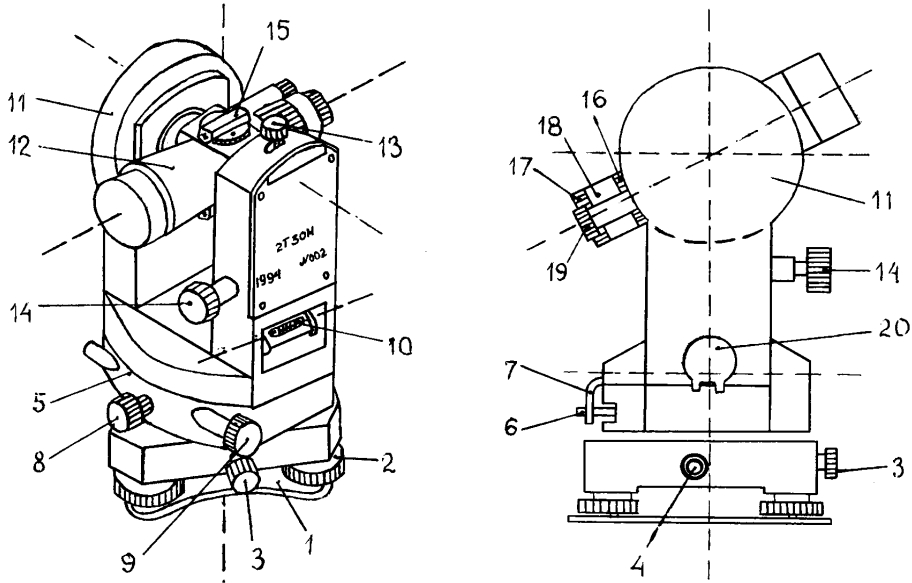
2.7. В чем отличие абсолютной, относительной и условной отметок? _____

2.8. Какова зависимость между крутизной склона и горизонтальным проложением линии? _____

Лабораторная работа № 5 Работа с теодолитом

1. Устройство оптического теодолита 2Т30М

1.1. Изучить устройство оптического теодолита 2Т30М. Перечислить его основные части:



1–	11–
2–	12–
3–	13–
4–	14–
5–	15–
6–	16–
7–	17–
8–	18–
9–	19–
10–	20–

1.2. Подписать на рисунке основные оси теодолита 2Т30М и перечислить их: _____

1.3. Описать назначение каждой нити сетки нитей теодолита 2Т30М.

1.4. Записать отсчеты по вертикальному (ВК) и горизонтальному (ГК) кругу.

0 1 2 3 4 5 6	Отсчет по ВК составляет:
В -----	
0 1 2 3 4 5 6	Отсчет по ГК составляет:
Г -----	

2. Приведение прибора в рабочее положение

2.1. Описать последовательность установки теодолита в рабочее положение в вершине угла _____

2.2. Записать определение понятия *поверка теодолита* _____

2.3. Изучить и кратко записать порядок выполнения **поверки цилиндрического уровня на алидаде горизонтального круга:**

а) формулировка _____

б) производство _____

в) исправление _____

2.4. Записать определение понятия *место нуля теодолита:*

2.5. Изучить и кратко записать порядок выполнения **поверки места нуля (МО) теодолита:**

а) формулировка _____

б) производство _____

в) исправление _____

3. Измерение горизонтального и вертикального углов

3.1. Записать определение понятия *угол наклона линии* _____

3.2. Измерить угол наклона v , результаты записать в журнал измерений. Вычислить место нуля $МО = \frac{КЛ + КП \pm 180^\circ}{2}$ и углы наклона v (результаты по всем формулам должны совпасть):
 $v = КЛ - МО$; $v = 1/2(КЛ - КП - 180^\circ)$; $v = МО - КП - 180^\circ$.

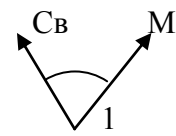
Журнал измерения вертикальных углов

Точки		Отсчеты по вертикальному кругу		Место нуля МО ' "	Угол наклона v ° ' "
стоя- ния	визиро- вания	КЛ ° ' "	КП ° ' "		
1	Мыс	6° 15' 00"	173° 44' 00"	- 0' 30"	6° 15' 30"

3.3. Измерить горизонтальный угол способом полного приема.

Журнал измерения горизонтальных углов способом приемов

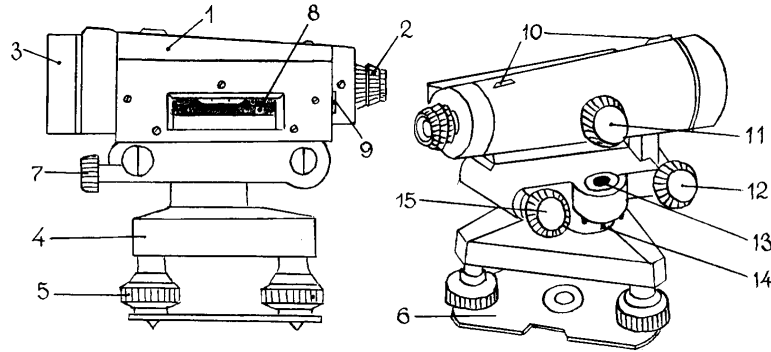
Дата..... Теодолит 2Т30М Наблюдал.....
 Видимость..... № Вычислял.....

Точки		Круг	Отсчет по горизон- тальному кругу ° ' "	Угол в полуприеме ° ' "	Среднее значение угла ° ' "	Схема располо- жения точек
сто- яния	визиро- вания					
1	Светлый	КЛ	42° 15' 30"	10° 33' 00"	10° 32' 30"	
	Мыс		52° 48' 30"			
1	Светлый	КП	207° 21' 00"	10° 32' 00"		
	Мыс		217° 53' 00"			
		КЛ				
		КП				
		КЛ				
		КП				
		КЛ				
		КП				

Лабораторная работа №6 Работа с нивелиром

1. Устройство нивелира Н-3 и нивелирной рейки

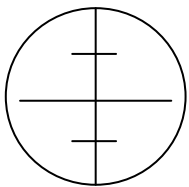
1.1. Изучить устройство и записать название основных частей нивелира Н-3:



1–	8–
2–	9–
3–	10–
4–	11–
5–	12–
6–	13–
7–	14–

1.2. Показать на чертеже и подписать основные оси нивелира.

1.3. Изучить вид сетки нитей нивелира Н-3. Указать назначение нитей:



1.4. Дать определение понятию *пятка рейки* _____

1.5. Разложить нивелирную рейку. Подписать на схеме пяточные (начальные и конечные) отсчеты по двум сторонам рейки.

черная сторона _____ мм; красная сторона _____ мм;

0000 мм; _____ мм.

Пяточная разность двух реек определяется как _____

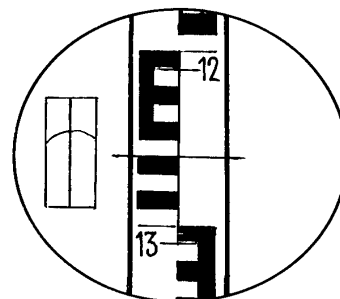
1.6. Указать наименьший отрезок, нанесенный на шашечную рейку _____, точность отсчитывания по рейке _____.

1.7. Записать отсчеты по черной стороне рейки:

отсчет по верхней нити **в** = _____ мм

отсчет по средней нити **с** = _____ мм

отсчет по нижней нити **н** = _____ мм



2. Поверка круглого уровня

а) формулировка _____

б) производство _____

в) исправление _____

г) результат поверки круглого уровня: _____

3. Измерение расстояния

3.1. Вычислить расстояние L от нивелира до рейки по нитяному дальномеру, используя отсчеты по черной стороне рейки.

$v =$ _____ мм; $c =$ _____ мм; $n =$ _____ мм.

$$L = (n - v) : 10 = (c - v) \times 2 : 10 = (n - c) \times 2 : 10$$

Расстояние $L =$ _____ м

3.2. Проверить результат измерением расстояния рулеткой:

$L =$ _____ м. Расхождение в измерениях составляет _____ м.

4. Техническое нивелирование

4.1. Выполнить техническое нивелирование между тремя точками, образующими замкнутый нивелирный ход. Результат измерений внести в журнал технического нивелирования. При работе в аудитории можно использовать закрепленные на стенах рейки.

4.2. Выполнить постраничный контроль для проверки правильности вычислений $\Sigma Z - \Sigma П = \Sigma h = 2\Sigma h_{\text{ср}}$.

4.3. Выполнить контроль измерений в замкнутом нивелирном ходе: сумму превышений $\Sigma h_{\text{ср}}$ сравнить с допустимой величиной $f_{h.} = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L}$, где L – длина нивелирного хода, выраженная в километрах, получается суммированием расстояний между станциями.

$L = L_1 + L_2 + L_3 =$ _____.

$f_{h.} =$ _____.

4.4. Что понимают под горизонтом нивелира? _____

4.5. Каково основное условие нивелира? Можно ли работать нивелиром, у которого оно не выполняется? _____

Журнал технического нивелирования

Дата: _____ 20__ г.

Погода: _____

№ станции	№ точек	Отсчеты по рейкам, мм		Превышения $\pm h$, мм	Средние превышения $\pm h_{\text{ср}}$, мм	Отметки H , м
		задней	передней			
1	2	3	4	5	6	7
С.1		$L_{\text{задн}}$	$L_{\text{передн}}$		+129 (10)	
	Репб	1449 (1)	1319 (3)	+130 (7)		
	Т.1	6136 (2)	6108 (4)	+28 (8)		
		4687 (5)	4789 (6)	-102/=-102 (9)		
Постраничный контроль 11)		$\Sigma \zeta$	Σi	Σh	$\Sigma h_{\text{нδ}}$	

Примечания по операциям:

1, 3) – отсчеты по черной стороне рейки;

2, 4) – отсчеты по красной стороне рейки;

5, 6) – разность отсчетов по красной и черной сторонам одной рейки.

7, 8) – превышение по черной и красной сторонам реек, считается только по средним отсчетам;

9) – контрольные значения: 8) – 7) = 5) – 6), записывают дважды;

10) – среднее превышение вычисляют по формуле $h_{\text{ср}} = \frac{(7) + (8)(\pm ПР)}{2}$, где ПР – пяточная разность;

11) – постраничный контроль выполняют по формуле $\Sigma \zeta - \Sigma i = \Sigma h = 2 \Sigma h_{\text{нδ}}$.

Лабораторная работа №7

Вычисление координат точек замкнутого теодолитного хода

1. Исходные данные

Записать в ведомость вычисления координат точек замкнутого теодолитного хода (табл. 9) исходные данные:

- измеренные *левые по ходу* горизонтальные углы в вершинах углов уже занесены в таблицу 9 по данным полевого журнала;
- *горизонтальные проложения* между вершинами уже перенесены в таблицу 9 из полевого журнала;
- *координаты исходной точки* Пп145 уже выписаны из каталога точек опорной геодезической сети: $X_{145} = 1900,10$ м; $Y_{145} = 2900,20$ м;
- *дирекционный угол исходной стороны* Пп145–ст1 каждым студентом подсчитывается самостоятельно: $\alpha_{145-1} = (10 \times N)^\circ N' N''$, где N – номер варианта. Минуты и секунды записывают двузначным числом. Например, для варианта 1 записать: $\alpha_{145-1} = 10^\circ 01' 01''$.

2. Вычислить координаты точек замкнутого хода в следующей последовательности:

2.1. Подсчитать и записать под таблицей измеренную $\Sigma\beta_{\text{изм}}$ и теоретическую сумму измеренных углов: $\Sigma\beta_{\text{теор}} = 180^\circ (n - 2)$, где n – число углов в ходе.

2.2. Вычислить угловую невязку $f_\beta = \Sigma\beta_{\text{изм}} - \Sigma\beta_{\text{теор}}$ и сравнить её с допустимой величиной $f_\beta = \pm 2 \times t \sqrt{n}$, где $t = 30''$, n – число углов в ходе.

2.3. Если фактическая невязка *меньше* допустимой, вычислить поправку в измеренные углы: $v_\beta = \frac{f_\beta}{n}$. Поправки распределяются поровну на все углы с *обратным знаком* и подписываются *над секундами*.

2.4. Подсчитать исправленные углы с учетом поправки и их сумму. *Контроль вычислений*: $\Sigma\beta_{\text{испр}} = \Sigma\beta_{\text{теор}}$.

2.5. Последовательно вычислить дирекционные углы всех линий **для левых углов** $\alpha_{\text{посл}} = (\alpha_{\text{пред}} + \beta_{\text{испр}}) - 180^\circ$.

Чтобы дирекционные углы не получились отрицательными, необходимо прибавить 360° к значению, заключенному в скобки, если оно получается меньше, чем вычитаемое. Если в результате расчетов дирекционный угол получился более 360° , следует вычесть 360° .

2.6. *Контроль вычисления дирекционных углов:*

$$\alpha_{1-2}^{\text{вычисленный}} = \alpha_{1-2}^{\text{исходный}}.$$

Таблица 9

Ведомость вычисления координат точек замкнутого теодолитного хода

Станция / вершина хода	Углы левые по ходу		Дирекци- онные углы ° ' "	Рум- бы ° ' "	Гориз. про- ложе- ния, м	Приращения, м								Координаты, м		Станция / вершина хода
	измерен- ные ° ' "	исправ- ленные ° ' "				вычисленные				исправленные				X	Y	
						±	ΔX	±	ΔY	±	ΔX	±	ΔY			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Пп145			$\alpha_{исх}$		63,94									1900,10	2900,20	Пп145
1	117°47'40"				53,97											1
2	112°57'00"				49,30											2
3	137°33'30"				91,65											3
4	63°24'10"				104,49											4
Пп145	108°17'30"				Σ		Σ		Σ		Σ=0		Σ=0	1900,10	2900,20	Пп145
1			$\alpha_{выч}$													

$$\Sigma\beta_{изм} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\Sigma\beta_{теор} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$f_{\beta} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$f_{\beta}^{доп} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\Sigma\beta_{испр} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$P = \underline{\hspace{2cm}} \quad f_x = \underline{\hspace{2cm}} \quad f_y = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$f_{абс} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} =$$

$$f_{отн} = \frac{f_{абс}}{P} = \frac{1}{N} = \frac{1}{P/f_{абс}} = 1$$

$$f_{отн}^{доп} = \frac{1}{2000}; \quad f_{отн} \leq f_{отн}^{доп}$$

2.7. Записать названия румбов линий, в графах 7 и 9 расставить знаки приращений, исходя из четверти, в которой находится каждая линия.

2.8. Вычислить приращения координат, контролируя знаки:

$$\Delta X_i = S_i \times \cos \alpha_i; \Delta Y_i = S_i \times \sin \alpha_i.$$

2.9. Вычислить сумму вычисленных приращений $\Delta X_i = f_x$ и $\Delta Y_i = f_y$ с учетом знака. Их теоретическая сумма равна нулю. Для оценки фактической величины вычислить линейную невязку f_{abc} .

2.10. Вычислить линейную невязку абсолютную:

$$f_{abc} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \text{ и относительную: } f_{отн} = \frac{f_{abc}}{P} = \frac{1}{P/f_{abc}} = \frac{1}{N}.$$

2.11. Сравнить $f_{отн}$ с допустимой величиной $f_{доп} = \frac{1}{2000}$. Если $f_{отн} \leq f_{доп}$, ввести поправки в приращения (с обратным знаком) пропорционально длинам сторон $V_{x_i} = -\frac{f_x}{P} S_i$, $V_{y_i} = -\frac{f_y}{P} S_i$.

2.12. Проконтролировать вычисление поправок, при необходимости их скорректировать: $\Sigma V_{x_i} = -f_x$; $\Sigma V_{y_i} = -f_y$

2.13. Вычислить исправленные приращения и их сумму.

2.14. Контроль вычислений: $\Sigma \Delta X_{испр} = 0$; $\Sigma \Delta Y_{испр} = 0$.

2.15. Последовательно вычислить координаты точек:

$$X_i = X_{i-1} + \Delta X_i; Y_i = Y_{i-1} + \Delta Y_i.$$

2.16. Повторно вычислить координаты исходной точки 1. Контроль вычисления координат:

$$X_{1 \text{ выч}} = X_{1 \text{ исх}}; Y_{1 \text{ выч}} = Y_{1 \text{ исх}}.$$

Контрольные вопросы

1. Что такое угловая невязка, как она определяется в замкнутом ходе? _____

2. Как вычислить дирекционные углы сторон, если измерены правые по ходу углы? А если левые? _____

3. Что представляет собой абсолютная невязка приращений? Как она определяется? _____

Лабораторная работа №8

Построение плана участка местности

1. На листе ватмана А4 с помощью линейки, треугольника, карандаша построить сетку координат 20×20 см с отрезками по 10 см.

2. Выполнить контроль построений по диагоналям квадратов с учетом графической точности.

3. Подписать координатную сетку в масштабе 1:1000. Координаты осей принимать кратными 100 метрам. Координаты углов сетки выбирать таким образом, чтобы чертеж располагался в центре плана. Для этого выполнить предварительные расчеты: найти минимальные и максимальные значения координат по осям X и Y , прикинуть размещение точек на чертеже. При необходимости скорректировать координаты юго-западного угла или же взять лист формата А3.

4. Используя вычерченную сетку, по координатам нанести точки замкнутого теодолитного хода (вершины хода). При построении точек учитывать графическую точность масштаба.

5. Полученные точки соединить между собой и проверить правильность их построения, измерив на плане горизонтальные проложения и дирекционные углы.

6. По абрисам теодолитной съемки (см. ниже) нанести на план ситуацию в соответствии с условными топографическими знаками.

Отдельно стоящее дерево вычерчивается способом угловой засечки с двух вершин: пп145 и ст.1. Обратить внимание, в какую сторону следует откладывать указанные углы: на абрисе показаны стрелочками направления на соседние вершины.

Одноэтажное нежилое кирпичное здание вычерчивается полярным способом от направления пп145–ст.1 против часовой стрелки. Здание имеет форму прямоугольника, его длина равна 40 м.

Трехэтажное кирпичное нежилое здание вычерчивается способом перпендикуляров, исходная сторона ст.2–ст.3. На нее проецируются ближайшие углы здания, расстояние измеряют от ст.2 в направлении ст.3 в нарастающем порядке. Восстановив перпендикуляры, указанные на абрисе, вычертить узкую сторону здания. Вычертить остальные два угла здания, если его длина 40 м.

Вдоль стороны теодолитного хода ст.1–ст.2 параллельно вычертить одну границу асфальтированной аллеи на расстоянии 10,6 м, ширина аллеи 24 м.

Сторона теодолитного хода ст.2–ст.3 идет вдоль металлической ограды, высота которой менее 1 м.

7. По стандарту «Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500», используя алфавитный указатель условных знаков, изучить, как правильно вычерчивают эти знаки: размеры, толщина линий, вид линий, цвет.

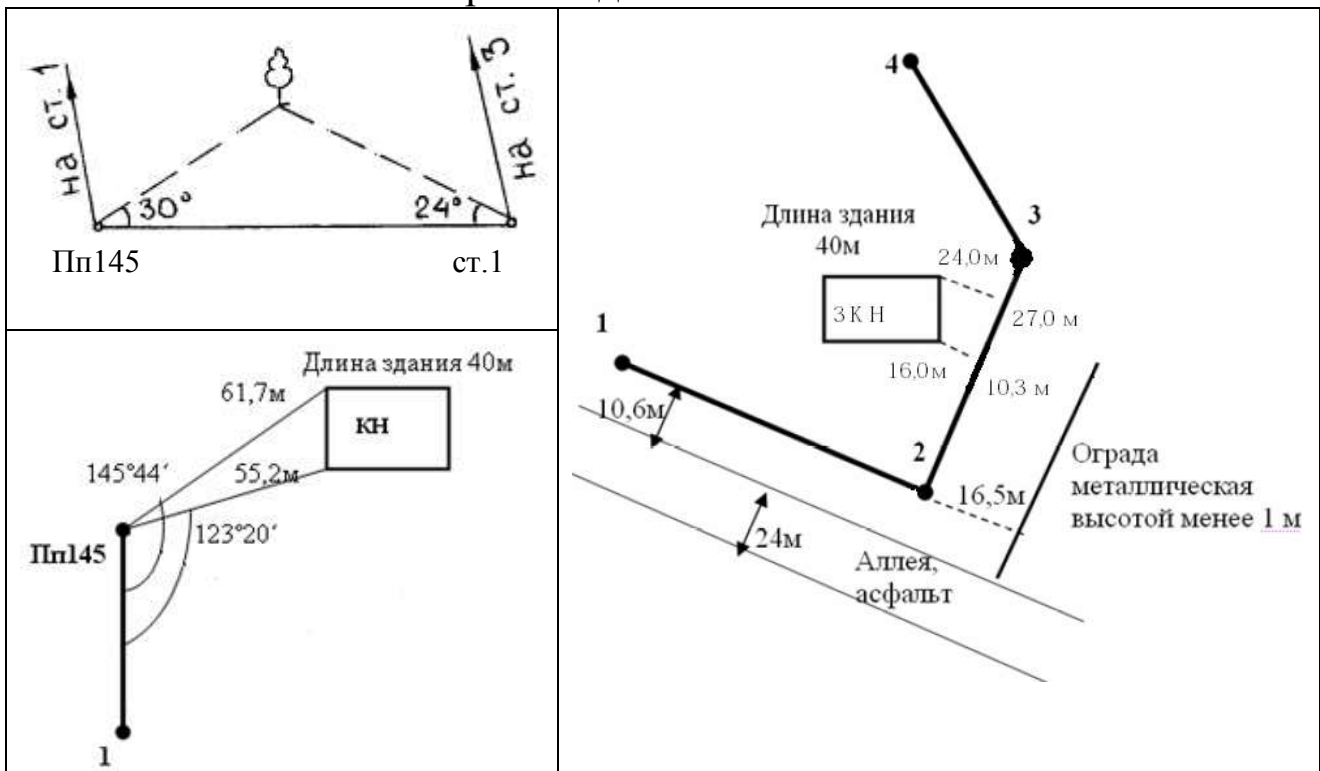
8. Вычертить указанные знаки на чертеже с соблюдением стандартных требований.

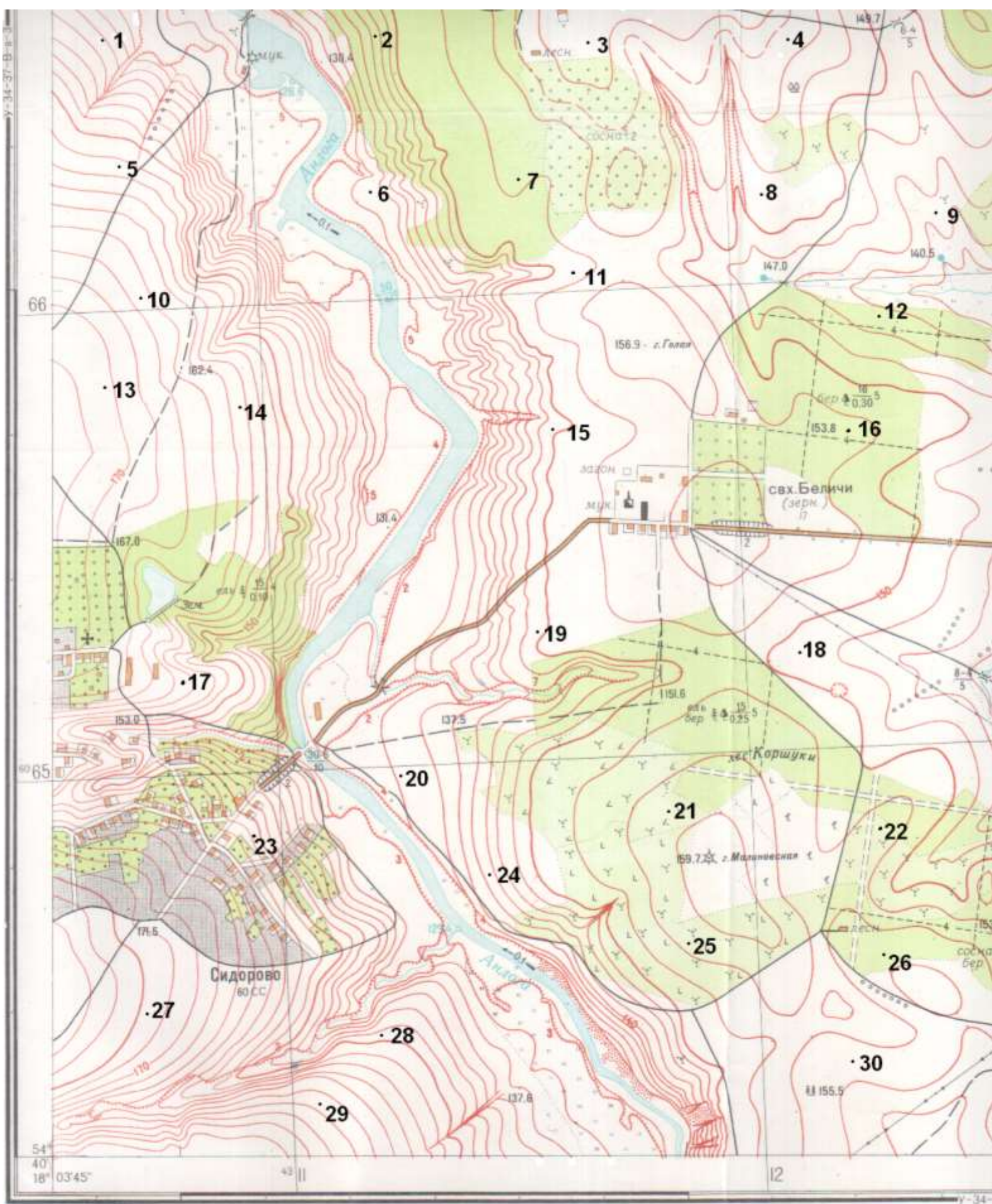
9. Изучить приложение к «Условным знакам», где указаны требования к зарамочному оформлению топографического плана.

10. Выполнить основные надписи с соблюдением видов и размеров применяемых шрифтов.

11. Окончательно вычертить полученный план тушью.

Абрис теодолитной съемки





Слабые горизонталы приведены через 2,5 метра.
 Балтийская система высот

