

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»

Е.В. Щербакова, Д.В. Лежнев

Геодезия

Рабочая тетрадь



Москва
ИЗДАТЕЛЬСТВО
МГТУ им. Н.Э. Баумана
2022

УДК 620.232
ББК 38.2
Щ 60

Издание доступно в электронном виде по адресу
<https://bmstu/press/catalog/item/7450/>

Факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные
технологии и садово-парковое строительство»
Кафедра «Ландшафтная архитектура
и садово-парковое строительство»

*Рекомендовано Научно-методическим советом
МГТУ им. Н.Э. Баумана в качестве рабочей тетради*

Щербакова, Е. В.

Щ 60 Геодезия : рабочая тетрадь / Е. В. Щербакова, Д. В. Лежнев. 2-е изд. — Москва : Изда-
тельство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2022. — 69, [3] с.: ил.

ISBN 978-5-7038-5802-8

Представлены лабораторные работы № 1–9 по дисциплине «Геодезия» с заданиями, во-
просами, упражнениями и пояснениями к ним, предназначенные для самостоятельного вы-
полнения в целях закрепления знаний, полученных на лекциях, применительно к практике.

Для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению подготовки 35.03.01 «Лесное
дело» и изучающих дисциплину «Геодезия».

УДК 630.232
ББК 38.2



*Уважаемые читатели! Пожелания, предложения, а также сообщения о замеченных
опечатках и неточностях Издательство просит направлять по электронной почте:
info@bmstu.press*

ISBN 978-5-7038-5802-8

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022
© Оформление. Издательство
МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022

Предисловие

Рабочая тетрадь предназначена для самостоятельной работы студентов, обучающихся по направлению подготовки 35.03.01 «Лесное дело». В ней даны вспомогательные материалы, которые необходимы для выполнения представленных лабораторных работ № 1–9, посвященных изучению карт, геодезических приборов (теодолитов, нивелиров), построению топографических планов местности и нивелированию (построению профилей местностей).

Цель издания — практическое применение знаний, полученных в ходе изучения указанной дисциплины, при выполнении геодезических измерений и расчетов, проведении инвентаризации леса, осуществлении лесохозяйственных и лесозащитных работ, озеленения населенных мест и т. д.

В результате выполнения лабораторных работ № 1–9 студенты приобретут опыт изучения местности в натуральных условиях и связанные с ним профессиональные компетенции, существенно дополняют теоретические знания, полученные при изучении дисциплины «Геодезия», и смогут:

- решать инженерные задачи с помощью топографических карт, в частности, давать количественные и качественные характеристики объектов местности, определять расстояния и направления между точками на местности, координаты и отметки этих точек, уклоны и углы наклона линий местности;
- выполнять топографическую съемку лесных районов методами горизонтальной съемки, съемку участков по тахеометрическому методу, а также нивелированием поверхности, вычислительную и графическую обработку результатов съемки;
- составлять топографические планы;
- владеть методами производства измерений на земной поверхности с использованием приборов и оборудования;
- применять геодезические виды съемки (горизонтальную и вертикальную) для выноса проекта в натуральные условия при ведении строительных работ, основы вертикальной планировки территории;
- выполнять в полевых условиях измерения с использованием геодезических приборов, описывать границы и привязывать на местности объекты лесного хозяйства.

Издание составлено в виде отдельных лабораторных работ, рассчитанных в основном на четырехчасовые занятия, которые выполняются последовательно.

С необходимой для выполнения лабораторных работ № 1–9 теоретической частью материала студенты знакомятся, изучая содержание лекций.

Каждая лабораторная работа оформляется в настоящей рабочей тетради. Выполненную лабораторную работу оценивает преподаватель, затем студент представляет ее к защите.

Оцениваются лабораторные работы по следующим основным критериям:

- наличия выполненных заданий и упражнений с расчетами и решениями, представленными в полном объеме;
- правильности и аккуратности выполнения расчетов;
- точности описания устройств и проверок приборов;
- правильности и аккуратности выполнения графических работ.

Подготовка к защите лабораторных работ предусматривает формирование у студента профессионализма, в частности:

- знания теоретического материала;
- умения определять по топографическим картам расстояния, координаты, выполнять ориентирование направлений и другие тематические задания;
- знания устройства и проверок геодезических приборов;
- владения способами выноса и закрепления на местности проектных точек и линий;
- умения выполнять вычислительную и графическую обработку результатов съемки, составлять топографические планы.

При соответствии всем приведенным критериям и полноценной теоретической подготовке выполненные лабораторные работы допускаются к защите.

Лабораторная работа № 1
Измерение расстояний по карте.
Определение координат точек местности

Цель лабораторной работы — получение навыков определения по карте (плану) расстояния на местности, нанесение на план измеренных на местности отрезков линий, измерение по карте (плану) географических и прямоугольных координат точек местности, нанесение на карту точек по их координатам, определение по карте азимутов и румбов направлений.

Задание А. Дать определения терминов:

• геодезия — _____

_____;

• геодезическая широта — _____

_____;

• геодезическая долгота — _____

_____;

• высота точки — _____

_____;

• масштаб — _____

_____;

• план — _____

_____;

• карта — _____

_____;

• именованный масштаб — _____

_____;

- профиль — _____
_____ ;
- горизонтальное проложение — _____
_____ .

Для выполнения практических заданий Б–З необходимо иметь комплект учебных топографических карт, геодезический транспортир, линейку с миллиметровыми делениями, циркуль-измеритель, микрокалькулятор, лист чертежной бумаги формата А5 (148 × 210 мм), листы бумаги формата А4, ручку, карандаш ТМ, ластик. Исходные данные к заданиям Б–З приведены в приложении 1 (табл. П1.1–П1.6).

Задание Б. Определить кратчайшее расстояние на местности между точками 1 и 2 по карте, используя ее численный масштаб.

Ответ. Кратчайшее расстояние между точками 1 и 2 — _____
_____ .

Задание В. Измерить по карте длину участка дороги, используя линейный масштаб.

Ответ. Длина участка дороги на местности — _____
_____ .

Задание Г. Измерить по карте длину окружной межи лесного массива, выбранного произвольно.

Ответ. Длина окружной межи лесного массива — _____
_____ .

Задание Д. Измерить по картам кратчайшие расстояния между заданными точками, используя график поперечного масштаба, выгравированного на металлической линейке. В ответе записать расстояние и точность, с которой оно измерено.

Масштаб 1:10 000

Основание — 200 м, $\frac{1}{10}$ основания — 20 м, $\frac{1}{100}$ основания — 2 м.

Ответ. Кратчайшее расстояние между заданными точками — _____
_____ .

Масштаб карты 1:25 000

Основание — 500 м, $\frac{1}{10}$ основания — 50 м, $\frac{1}{100}$ основания — 5 м.

Ответ. Кратчайшее расстояние между заданными точками — _____

Масштаб карты 1:50 000

Основание — 1000 м, $\frac{1}{10}$ основания — 100 м, $\frac{1}{100}$ основания — 10 м.

Ответ. Кратчайшее расстояние между заданными точками — _____

Задание Е. Построить на чертежной бумаге нормальный поперечный масштаб. На его номограмме отложить отрезки a , b , c (см. приложение 1, табл. П1.5).

Задание Ж. Определить по топографическим картам географические координаты точек 1 и 2 на местности (φ — широта, λ — долгота).

Ответ. Точка 1. $\varphi =$ _____ ; $\lambda =$ _____.

Точка 2. $\varphi =$ _____ ; $\lambda =$ _____.

Задание З. Определить по топографическим картам прямоугольные координаты (X и Y) точек 1 и 2 на местности.

Ответ. Точка 1. $X =$ _____ ; $Y =$ _____.

Точка 2. $X =$ _____ ; $Y =$ _____.

Задание И. Ответить на вопросы и выполнить упражнения.

1. Что показывает знаменатель численного масштаба?

2. Вычислить точность масштаба плана для численного масштаба 1: 5000.

3. Длина отрезка на плане масштаба 1: 25 000 равна 23 мм. Определить соответствующее ему расстояние на местности.

4. Карта какого масштаба положена в основу деления топографических карт?

Принял: _____ (ФИО) _____ (дата) _____ (подпись)

Лабораторная работа № 2

Ориентирование направлений. Вычисление площадей участков местности аналитическим способом

Цель лабораторной работы — получение навыков измерения по карте (плану) дирекционных углов, вычисление обратных дирекционных углов, истинных и магнитных азимутов и румбов сторон, освоение методики вычисления размеров площадей земельных участков по координатам их вершин аналитическим способом и ознакомление с графическим способом определения площадей.

Задание А. Дать определения терминов:

• азимут — _____

_____ ;

• дирекционный угол — _____

_____ ;

• румб — _____

_____ ;

• истинный азимут — _____

_____ ;

• магнитный азимут — _____

_____ ;

• сближение меридианов — _____

_____ ;

• склонение магнитной стрелки — _____

_____ ;

Для выполнения *заданий Б–Г* необходимо иметь комплект учебных топографических карт, масштабную линейку, циркуль-измеритель, письменные и чертежные принадлежности.

Данные для выполнения к заданию Б по ориентированию направлений представлены в приложении 2 (табл. П2.1).

Задание Б. По координатам нанести на карту точки 1, 2, 3, прочертить направления 1–2 и 1–3, измерить их дирекционные углы и вычислить обратные дирекционные углы; прямые и обратные дирекционные румбы; истинные (географические) азимуты и румбы. Полученные результаты внести в таблицу (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Вычисление ориентирующих углов (к заданию Б)

Направление	1–2	1–3
Дирекционный угол α		
Угол между направлениями 1–2 и 1–3: измеренный вычисленный невязка допустимая невязка	$\pm 0^{\circ}50'$	
Обратный дирекционный угол $\alpha_{\text{обр}}$		
Азимут истинный A		
Азимут магнитный $A_{\text{м}}$		
Румб дирекционный прямой $r_{\text{д}}$		
Румб дирекционный обратный $r_{\text{д. обр}}$		
Румб истинный прямой $r_{\text{ист}}$		
Румб истинный обратный $r_{\text{ист. обр}}$		
Румб магнитный прямой $r_{\text{м}}$		
Румб магнитный обратный $r_{\text{м. обр}}$		

Задание В. Найти на карте вершины полигона, используя подписи координатной сетки и приложение 3. Проставить около каждой вершины номера, которые должны возрастать по ходу часовой стрелки. Используя поперечный масштаб и циркуль-измеритель, определить и записать в таблицу (табл. 2.2) сокращенные прямоугольные координаты вершин.

Вычисление размеров площадей земельного участка
по координатам его вершин (к заданию В)

Номер вершины	Координаты, м				Разности координат, м		Произведения площади, P , м ²	
	в системе шести- градусной зоны (сокращенные)		в условной системе		$Y_{i+1} - Y_{i-1}$	$X_{i-1} - X_{i+1}$	$X_i(Y_{i+1} - Y_{i-1})$	$Y_i(X_{i-1} - X_{i+1})$
1								
2								
3								
4								
5								
Σ								

Ответ. $P_1 =$ _____ .

$P_2 =$ _____ .

$P_{\text{ср}} =$ _____ .

Задание Г. Выполнить упражнения.

1. Определить румб направления, если его дирекционный угол равен $32^\circ 18'$

_____ .

2. Измеренный по карте дирекционный угол равен $120^\circ 36'$, определить магнитный азимут при сближении меридианов $-2^\circ 24'$ и склонении магнитной стрелки $6^\circ 12'$.

_____ .

3. Записать формулы определения площади аналитическим способом.

_____ .

Принял: _____ (ФИО) _____ (дата) _____ (подпись)

Лабораторная работа № 3

Элементы теории погрешностей при обработке геодезических измерений. Решение задач на топографической карте

Цель лабораторной работы — рассмотрение методов нахождения наиболее надежного значения определяемой величины из ряда ее измерений и числовых характеристик точности, выражающих степень близости найденного значения к истинному, с помощью топографических карт получение навыков расчета высоты точек местности и превышения между ними, углов наклона скатов и уклонов линий местности.

Задание А. Дать определения терминов:

• сущность и виды измерений — _____

_____ ;

• веса измерения — _____

_____ ;

• рельеф местности — _____

_____ ;

• основные формы рельефа — _____

_____ ;

• горизонталь — _____

_____ ;

• угол наклона — _____

_____ ;

• уклон линии — _____

_____ .

Исходные данные для задания *Б* по теории погрешностей приведены в приложении 4 (табл. П4.1).

Задание Б. Оценить точность результатов измерений угла по истинным погрешностям. Вычислить среднюю квадратическую погрешность (СКП) измерения угла (m), саму погрешность (m_m), среднюю ($\Delta_{\text{ср}}$) и предельные ($\Delta_{\text{пр}}$) погрешности. Полученные результаты записать в таблицу (табл. 3.1).

Пояснение. Для исследования точности измерения заданного угла высокоточным теодолитом один и тот же угол был измерен 15 раз. При этом известно истинное значение угла $Z = \dots\dots\dots$ (выбрать его из исходных данных для своего варианта в приложении 4 (табл. П4.1)).

Таблица 3.1

Погрешность результатов измерения угла Z (к заданию Б)

Номер измерения по порядку	Результат измерения l_i	Истинная погрешность		Номер абсолютной величины погрешности в порядке возрастания
		$\Delta = l_i - Z, ''$	Δ^2	
1	137°43'15,2''			
2	13,8			
3	21,2			
4	16,8			
5	14,0			
6	17,2			
7	16,8			
8	14,8			
9	16,2			
10	19,5			
11	18,2			
12	16,5			
13	14,8			
14	15,5			
15	17,2			

Ответ. $[\Delta] = \dots\dots\dots$; $[\Delta^2] = \dots\dots\dots$.

СКП измерения угла $m = \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}} = \dots\dots\dots$.

СКП самой погрешности $m_m = \frac{m}{\sqrt{2n}} = \underline{\hspace{2cm}}$.

Средняя погрешность $\Delta_{\text{ср}} = \frac{[\Delta]}{n} = r = \underline{\hspace{2cm}}$.

Предельная погрешность $\Delta_{\text{пр}} = \underline{\hspace{2cm}}$.

Задание В. Математически обработать равноточные измерения. Вычислить среднее арифметическое, СКП измерения и значения среднего арифметического, а также относительную погрешность среднего арифметического. Результаты измерений записать в таблицу (табл. 3.2), а значения измерения линии в 6-м случае (линия теодолитного хода измерена мерной лентой 6 раз) выбрать из приложения 4 (табл. П4.1) в соответствии со своим вариантом.

Таблица 3.2

Результаты измерений линии теодолитного хода (к заданию В)

Номер измерения по порядку	Длина l_i , м	Измеренная длина и ее наиболее надежное значение		Уклонение от среднего арифметического	
		Разность	Поправка	Разность	Поправка
		$\varepsilon_i = l_i - L_0$, мм	ε_i^2 , мм	$v_i = L_{\text{окр}} - l_i$, см	v_i^2 , мм
1	718,13				
2	718,52				
3	718,48				
4	718,15				
5	718,58				
6	718,...				

Примечание: L_0 — приближенное значение среднего арифметического (принимают наименьшее значение длины линии l_i , чтобы исключить действие с многозначными числами); $L_{\text{окр}}$ — округленное значение среднего арифметического длины линий; $L = L_0 + \frac{[\varepsilon]}{n}$, где $[\varepsilon] = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \dots + \varepsilon_n$.
Полученную величину L округлить до сотых и получить $L_{\text{окр}}$.

Ответ. $[\varepsilon] = \underline{\hspace{2cm}}$; $[v^2] = \underline{\hspace{2cm}}$; $[\varepsilon^2] = \underline{\hspace{2cm}}$.

Задание Г. Выполнить вычислительную обработку равноточных измерений.

1. Из ряда прямых равноточных измерений одной и той же величины определить ее наиболее надежное значение, равное L_0 — среднему арифметическому из всех измерений:

$$L_0 = \frac{[l]}{n},$$

где $[l] = l_1 + l_2 + \dots + l_n$ — результаты измерений; n — число измерений.

2. Найти СКП измерения по формуле Бесселя:

$$m = \sqrt{\frac{[v^2]}{n-1}},$$

где $v = L - l_i$ — уклонение от среднего арифметического; $[v^2] = v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_n^2$ — сумма квадратов уклонений от среднего арифметического ($i = 1, 2, \dots, n$).

3. Вычислить надежность определения СКП измерений:

$$m_m = \frac{m}{\sqrt{2(n-1)}}.$$

4. Оценить точность найденного значения M среднего арифметического по формуле

$$M = \frac{m}{\sqrt{n}}.$$

5. Вычислить $\frac{M}{L}$ — относительную погрешность среднего арифметического.

Задание Д. Вычислить вес измерений и определить их функции. Вычислить вес результатов измерений.

Пояснение. Результаты измерения углов соответствуют следующим СКП:

$$m_1 = 0,5; m_2 = 0,7 \text{ и } m_3 = 1,0.$$

Если измерения одной и той же величины выполняются не в одинаковых условиях, то им соответствуют различные дисперсии, а следовательно, и различные значения СКП, тогда измерения называются неравноточными. Для обработки неравноточных измерений вводится новая характеристика точности измерений — вес, обозначаемый буквой p и определяемый по формуле

$$p_i = \frac{k}{m_i^2},$$

где k — произвольное число, постоянное для всех весов, участвующих в решении задачи.

Вес — относительная характеристика точности, которая дает представление о точности результата измерения только при сравнении с весом других результатов. Вес среднего арифметического в случае равноточных измерений, если вес одного измерения принят за единицу и равен числу измерений $P = n$.

Решение.

Ответ.

Задание E. 1. Определить отметки точек A и B (H_A и H_B). Превышение между точками — h_{AB} , уклон линии AB — i_{AB} , крутизна ската — v_{AB} .

2. Между точками C и D построить линию с уклоном:

$i = 0,037$, если заложение $d \geq 1,5$ см;

$i = 0,045$, если заложение $0,5 \text{ см} \leq d \leq 1$ см;

$i = 0,055$, если заложение $d \leq 0,5$ см.

Пояснение. Для решения задач на топографической карте взять у преподавателя фрагмент карты масштаба $1 : 50\,000$, где сплошные горизонтали проведены через 10 м.

Ответ.

Задание Ж. Ответить на вопросы и выполнить упражнения.

1. Перечислить основные погрешности измерений.

2. Перечислите свойства случайных погрешностей измерений.

3. В каких единицах выражается уклон линии?

4. Как найти превышение между точками на карте?

5. Как определить уклон линии на карте?

Принял: _____ (ФИО) _____ (дата) _____ (подпись)

Лабораторная работа № 4
Устройство и поверки теодолита.
Измерение углов с помощью теодолита

Цель лабораторной работы — изучение устройства теодолита и освоение методики выполнения поверок теодолита, освоение методики измерений горизонтальных и вертикальных углов разными способами.

Задание А. Дать определения терминов:

- теодолит — _____

_____;
- горизонтальный угол — _____

_____;
- угол наклона — _____

_____;
- место нуля — _____

_____;
- буссоль — _____

_____.

Задание Б. Описать устройство теодолита, выполнить поверки и юстировки.

1. Описание теодолита.

Вид слева:

- 1 _____ ;
- 2 _____ ;
- 3 _____ ;
- 4 _____ ;
- 5 _____ ;
- 6 _____ ;
- 7 _____ ;

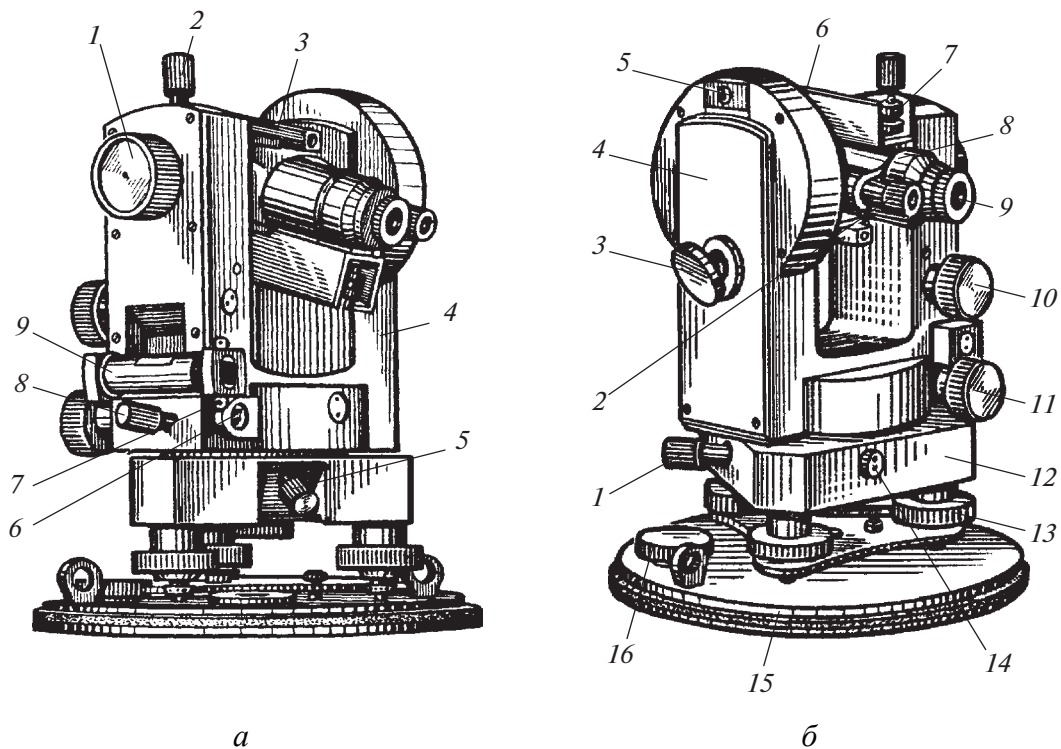


Рис. 4.1. Устройство теодолита:

a — вид слева; *б* — вид справа

8 _____ ;
 9 _____ .

Вид справа:

1 _____ ;
 2 _____ ;
 3 _____ ;
 4 _____ ;
 5 _____ ;
 6 _____ ;
 7 _____ ;
 8 _____ ;
 9 _____ ;
 10 _____ ;

Пояснение. Перед измерениями углов на местности над каждой их вершиной устанавливается теодолит в рабочее положение и выполняются центрирование, нивелирование и установка зрительной трубы по глазу и по предмету.

Задание В. Измерить горизонтальный угол способом приемов. Измерить вертикальный угол. Определить место нуля (М0) (при необходимости привести М0 к нулю). Измерить азимут заданного направления с помощью буссоли. Результаты измерений записать в журнал (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Журнал измерения горизонтальных углов (к заданию В)

Номер станции	Номер точки визирования	Полуприем	Отсчет по горизонтальному кругу		Углы из полу-приемов		Средний угол	
			град	мин	град	мин	град	мин
		«Круг лево»						
		«Круг право»						
		«Круг лево»						
		«Круг право»						

Задание Г. Измерить вертикальные углы. Полученные результаты записать в журнал (табл. 4.2).

Таблица 4.2

Журнал измерения вертикальных углов (к заданию Г)

Номер станции	Номер точки визирования	Полуприем	Отсчет по вертикальному кругу		Место нуля М0		Вертикальный угол	
			град	мин	град	мин	град	мин
		«Круг лево»						
		«Круг право»						
		«Круг лево»						
		«Круг право»						

Ответ. $M_0 =$ _____ .

$A_{0-1} =$ _____ .

$A_{0-2} =$ _____ .

Задание Д. Ответить на вопросы и выполнить упражнения.

1. Какова точность центрирования лимба над вершиной измеряемого угла?

2. Определить значение горизонтального угла по схеме, если отсчет по горизонтальному кругу на правую точку A — $13^\circ 30'$, а на левую точку B — $321^\circ 55'$.

3. По какой формуле определяют место нуля?

4. По какой формуле определяют углы наклона местности?

5. Как найти магнитный азимут (A) направления?

Принял: _____
(ФИО) (дата) (подпись)

Лабораторная работа № 5

Обработка результатов измерений теодолитной съемки. Вычисление углов теодолитного хода по результатам измерений. Вычисление координат вершин теодолитного хода, составление и построение плана полигона по координатам его вершин

Цель лабораторной работы — обработка полевых геодезических материалов, освоение методики вычисления и увязывания горизонтальных и вертикальных углов, длин горизонтальных проложений сторон полигона, методики вычисления координат вершин теодолитного хода путем решения прямой геодезической задачи.

Задание А. Дать определения терминов:

- дирекционный угол — _____

_____;
- румб — _____

_____;
- приращение координат — _____

_____;
- абсолютная невязка в приращениях координат — _____

_____;
- относительная невязка в приращениях координат — _____

_____.

Исходные данные к заданию *Б* приведены в приложении 5 (табл. П5.1).

Для выполнения заданий *Б–Д* необходимо подготовить ведомость вычисления координат, таблицы вычисления значений тригонометрических функций, иметь инженерный калькулятор, абрисы, ватман (А2), линейку Дробышева, транспортир.

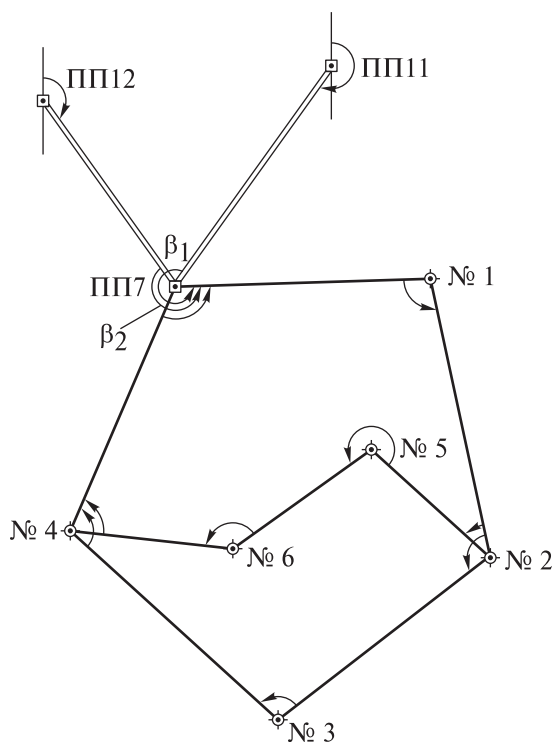


Рис. 5.1. Схема теодолитно-высотного хода:

№ 1–6 — номера точек хода; ПП7, ПП11, ПП12 — пункты полигонометрии с номерами

Задание Б. Определить горизонтальные углы вершин (№ 1–6, ПП7) полигона. Результаты записать в журнал (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Журнал измерения горизонтальных углов (к заданию Б)

Номер станции, номер точки	Точки визирования		Полуприем	Отсчет по горизонтальному кругу		Угол из полуприемов		Средний угол	
	пункт полигонометрии	номер точки		град	мин	град	мин	град	мин
ПП7	ПП12	—	«Круг лево»	0	00				
			«Круг право»	180	00				
	ПП11	—	«Круг лево»	55	03				
			«Круг право»	235	04				
	—	1	«Круг лево»	140	33				
			«Круг право»	320	34				
	—	4	«Круг лево»	263	34				
			«Круг право»	83	35				
	ПП12	—	«Круг лево»	0	00				
			«Круг право»	180	00				

Номер станции, номер точки	Точки визирования		Полуприем	Отсчет по горизонтальному кругу		Угол из полуприемов		Средний угол	
	пункт полигонометрии	номер точки		град	мин	град	мин	град	мин
1	ПП7	–	«Круг лево»	117	35				
	–	2		1	17				
	ПП7	–	«Круг право»	200	05				
	–	2		83	47				
3	–	2	«Круг лево»	338	12				
	–	4		221	03				
	–	2	«Круг право»	155	48				
	–	4		38	40				
2	–	1	«Круг лево»	0	00				
			«Круг право»	180	00				
	–	3	«Круг лево»	258	31				
			«Круг право»	78	31				
	–	5	«Круг лево»	326	05				
			«Круг право»	146	06				
	–	1	«Круг лево»	0	00				
			«Круг право»	180	00				
4	–	3	«Круг лево»	0	00				
			«Круг право»	180	01				
	ПП7	–	«Круг лево»	277	54				
			«Круг право»	97	56				
	–	6	«Круг лево»	324	56				
			«Круг право»	144	57				
	–	3	«Круг лево»	0	00				
			«Круг право»	180	01				
5	–	2	«Круг лево»	163	45				
	–	6		277	36				
	–	2	«Круг право»	345	06				
	–	6		98	57				
6	–	5	«Круг лево»	211	28				
	–	4		57	53				
	–	5	«Круг право»	28	46				
	–	4		235	11				

Задание В. Определить вертикальные углы по точкам визирования геодезических станций. Полученные результаты записать в журнал (табл. 5.2).

Таблица 5.2

Журнал измерения вертикальных углов (к заданию В)

Номер станции, номер точки	Высота прибора, i , м	Номер станции, номер точки	Высота наблюдаемая v , м	Полуприем	Отсчет по вертикальному кругу		Место нуля		Вертикальный угол			
					град	мин	град	мин	Положение относительно линии горизонта		град	мин
									выше +	ниже -		
ПП7	1,47	1	1,70	«Круг лево»	-0	09						
				«Круг право»	0	10						
		4	1,68	«Круг лево»	-1	20						
				«Круг право»	1	21						
1	1,50	2	1,72	«Круг лево»	-0	02						
				«Круг право»	0	03						
		7	1,70	«Круг лево»	0	16						
				«Круг право»	-0	16						
3	1,51	2	1,70	«Круг лево»	0	05						
				«Круг право»	-0	05						
		4	1,70	«Круг лево»	-1	00						
				«Круг право»	1	00						
2	1,49	1	1,72	«Круг лево»	0	11						
				«Круг право»	-0	11						
		3	1,70	«Круг лево»	0	00						
				«Круг право»	0	01						
		5	1,74	«Круг лево»	-1	23						
				«Круг право»	1	24						

Номер станции, номер точки	Высота прибора, i , м	Номер станции, номер точки	Высота наблюдаемая v , м	Полуприем	Отсчет по вертикальному кругу		Место нуля		Вертикальный угол		
					град	мин	град	мин	Положение относительно линии горизонта	град	мин
4	1,48	3	1,70	«Круг лево»	1	06					
				«Круг право»	-1	06					
		7	1,68	«Круг лево»	1	25					
				«Круг право»	-1	24					
		6	1,72	«Круг лево»	0	20					
				«Круг право»	-0	20					
5	1,50	2	1,74	«Круг лево»	1	34					
				«Круг право»	-1	34					
		6	1,76	«Круг лево»	-0	09					
				«Круг право»	0	08					
6	1,52	5	1,76	«Круг лево»	0	22					
				«Круг право»	-0	21					
		4	1,82	«Круг лево»	-0	11					
				«Круг право»	0	11					

Задание Г. Вычислить горизонтальные проложения сторон полигона. Полученные результаты записать в журнал (табл. 5.3).

Таблица 5.3

Журнал вычисления горизонтальных проложений сторон полигона (к заданию Г)

Сторона полигона				Угол наклона стороны полигона	Поправка за наклон	Горизонтальное проложение
сторона	прямое измерение	обратное измерение	средняя длина			
ПП7-1	207,77	207,85		–		
1-2	211,81	211,91		–		
2-3	254,72	254,80		–		
3-4	275,55	275,43		3°15' (на 65 м)		
4-ПП7	273,89	273,77		3° (на 60 м)		
2-5	145,94	146,00		3° (на 72 м)		
5-6	121,80	121,84		–		
6-4	229,86	229,78		–		

Задание Д. Вычислить координаты вершин теодолитного хода. Составить план полигона по координатам его вершин. Полученные результаты записать в ведомость (табл. 5.4, 5.5).

Пояснение. Для выполнения графических работ в рамках лабораторной работы предусматриваются построение координатной сетки, нанесение на план точек съёмочного обоснования и пикетов, рисовка ситуации.

Задание Е. Ответить на вопросы и выполнить упражнения.

1. Отсчет при «круг право» составляет $5^{\circ}49'$, при «круг лево» — $-5^{\circ}51'$.
Определить место нуля (M0).

2. По какой формуле вычисляют допустимую невязку в углах в замкнутом и разомкнутом ходах?

3. Записать формулу вычисления приращений координат.

4. Записать формулы вычисления координат теодолитного хода.

Принял: _____
(ФИО) (дата) (подпись)

Лабораторная работа № 6

Вычисление отметок вершин теодолитного хода. Обработка журнала тахеометрической съемки

Цель лабораторной работы — освоение методики вычисления и увязывания превышений между вершинами теодолитного хода.

Задание А. Вычислить отметки вершин теодолитно-высотного хода, результаты вычисления превышений внести в таблицу (табл. 6.1). Полученные данные вычисления отметок вершин замкнутого и разомкнутого ходов записать в ведомости (табл. 6.2, 6.3) и вычислить отметки вершин полигона. Обработать журналы тахеометрических съемок (табл. 6.4, 6.5, 6.6).

Таблица 6.1

Результаты вычисления превышений между вершинами
теодолитного хода (к заданию А)

Номер		Горизонтальное проложение сторон хода	Угол наклона v , град; мин	Превы- шение h' , м	Высота прибора i , м	Высота знака v , м	Превы- шение h , м
стан- ции	точ- ки						
Основной ход (прямое направление)							
ПП7							
	1						
	2						
	3						
	4						
ПП7							
Диагональный ход (прямое направление)							
	2						
	5						
	6						
	4						

Окончание табл. 6.1

Номер		Горизонтальное проложение сторон хода	Угол наклона v , град; мин	Превышение h' , м	Высота прибора i , м	Высота знака v , м	Превышение h , м
станции	точки						
Основной ход (обратное направление)							
ПП7	1						
	2						
	3						
	4						
ПП7							
Диагональный ход (обратное направление)							
	2						
	5						
	6						
	4						

Таблица 6.2

Ведомость вычисления отметок вершин замкнутого (основного) теодолитно-высотного хода (к заданию А)

Номер		Горизонтальное проложение сторон хода	Превышение h , м			Поправка, см	Исправленное превышение, м	Отметки точек H , м
станции	точки		прямое	обратное	среднее			
ПП7								
	1							
	2							
	3							
	4							
ПП7								

Таблица 6.3

Ведомость вычисления отметок вершин разомкнутого (диагонального)
теодолитно-высотного хода (к заданию А)

Номер		Горизонтальное проложение сторон хода	Превышение h , м			Поправ- ка, см	Исправ- ленное превыше- ние, м	Отметки точек H , м
стан- ции	точ- ки		пря- мое	обрат- ное	сред- нее			
	2							
	5							
	6							
	4							

Задание Б. Ответить на вопросы и выполнить упражнения.

1. По какой формуле определяется превышение при тригонометрическом нивелировании?

2. Написать формулу определения превышений в случае наведения визирной оси на высоту, отличающуюся от высоты прибора.

3. Какое расхождение допустимо между прямым и обратным превышением?

4. Написать формулу определения высот геодезических станций в тахеометрическом ходе.

4. Написать формулу определения высоты речных точек.

Принял: _____
(ФИО) (дата) (подпись)

Лабораторная работа № 7

Составление топографического плана участка местности по материалам тахеометрической съемки

Цель лабораторной работы — освоение методики составления топографического плана участка местности по материалам тахеометрической съемки.

Для выполнения задания необходимо иметь расположения структурных линий (рис. 7.1), журнал тахеометрической съемки (см. лаб. р. № 6), ситуационный (см. лаб. р. № 5) план (по координатам), палетку.

Пояснение. Положение горизонталей на плане находят графическим интерполированием, в частности, с помощью небольших листов восковки. На листе проводят цифровые параллельные линии через 0,5 или 1,0 см и наносят возле линий отметки последовательно расположенных горизонталей. Затем восковку накладывают на план с обозначенными на нем линиями водоразделов и водосливов так, чтобы две соседние отметки одной линии занимали места между соответствующими параллельными линиями восковки. На линии плана накалывают точки пересечения хребтовой (водосливной) линии с линиями восковки, являющиеся точками прохождения горизонталей через данную линию. Интерполировать можно только между точками, расположенными на однородном по форме и крутизне скате, о чем делают заметки на абрисах в ходе полевой работы.

Рисовка горизонталей представляет собой соединение плавными кривыми линиями одинаковых по высоте точек, положение которых найдено интерполированием. Прежде всего проводят горизонталю, обрисовывающую вершину и подножие возвышенности, или нижние и верхние части понижений (лощин, котловин). Этим как бы создают систему опорных горизонталей. Затем проводят промежуточные горизонталю. Их рисунок, уточняя детали ската, как правило, повторяет изгибы опорных горизонталей.

На план ситуацию наносят по абрисам (рис. 7.2–7.4) и вычерчивают условными знаками, принятыми для планов крупных масштабов.

Задание А. Составить топографический план участка местности по материалам тахеометрической съемки.

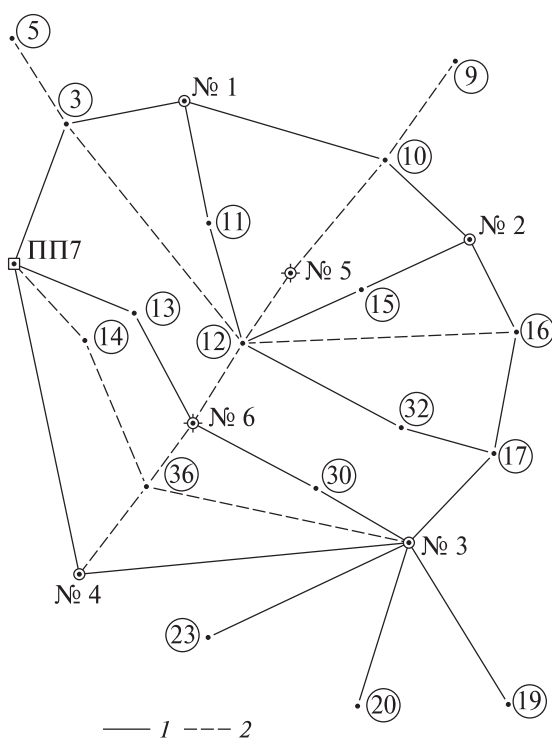


Рис. 7.1. Схема расположения структурных линий:

1 — линии водоразделов; 2 — линии водосливов;
 № 1–6 — точки визирования; цифры, обведенные
 окружностью, — речные точки

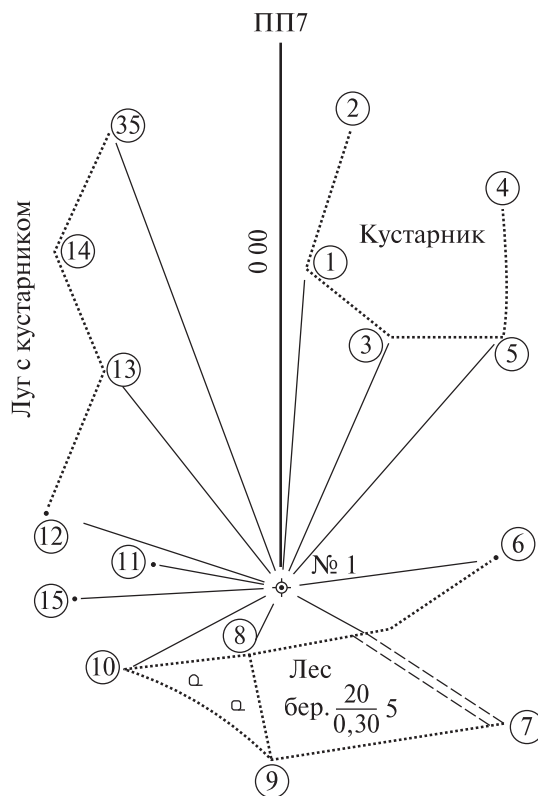


Рис. 7.2. Абрис геодезической станции № 1. Усл. обозначения см. на рис. 7.1 и в Книге геодезических условных знаков

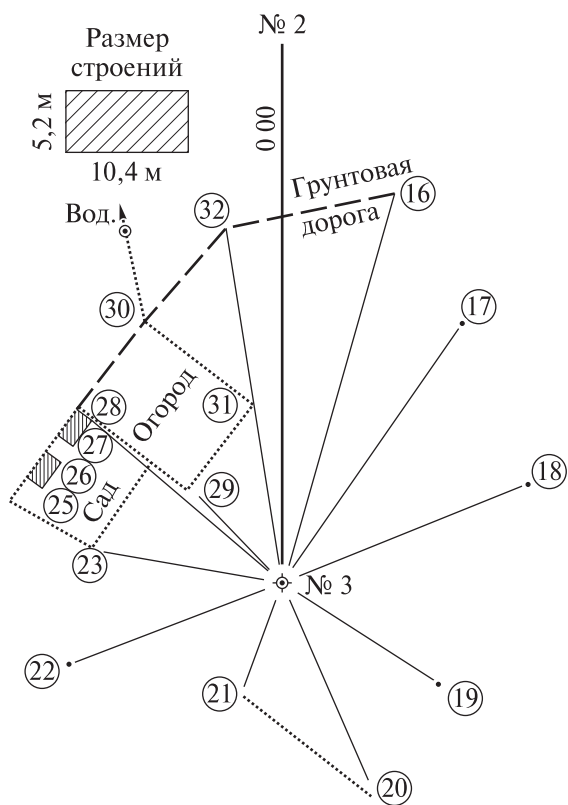


Рис. 7.3. Абрис геодезической станции № 3. Усл. обозначения см. на рис. 7.1 и в Книге геодезических условных знаков

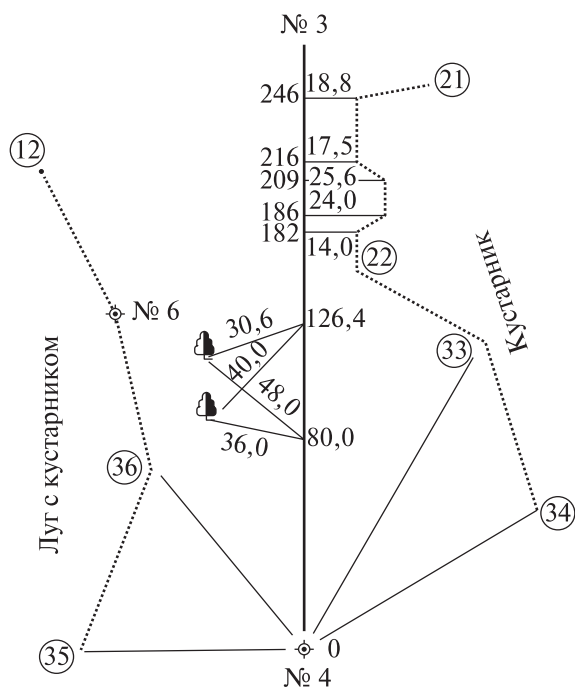


Рис. 7.4. Абрис геодезической станции № 4. Усл. обозначения см. на рис. 7.1 и в Книге геодезических условных знаков

Принял: _____
 (ФИО) (дата) (подпись)

Лабораторная работа № 8

Изучение устройства и проверок нивелира. Измерение и вычисление превышений. Обработка журнала геометрического нивелирования вдоль лесовозной дороги

Цель лабораторной работы — изучение устройства, освоение методики выполнения проверок нивелира и определение превышений, приобретение практических навыков юстировок, обработка журнала геометрического нивелирования вдоль лесовозной дороги.

Задание А. Дать определения терминов:

• нивелир — _____

_____;

• визирная ось зрительной трубы — _____

_____;

• репер — _____

_____;

• отметка точки — _____

_____;

• превышение — _____

_____;

• горизонт инструмента — _____

_____.

Для выполнения *заданий Б–Д* необходимо иметь комплект нивелира и нивелирные рейки, а также журнал нивелирования.

Задание Б. Описать детали нивелира Н-3.

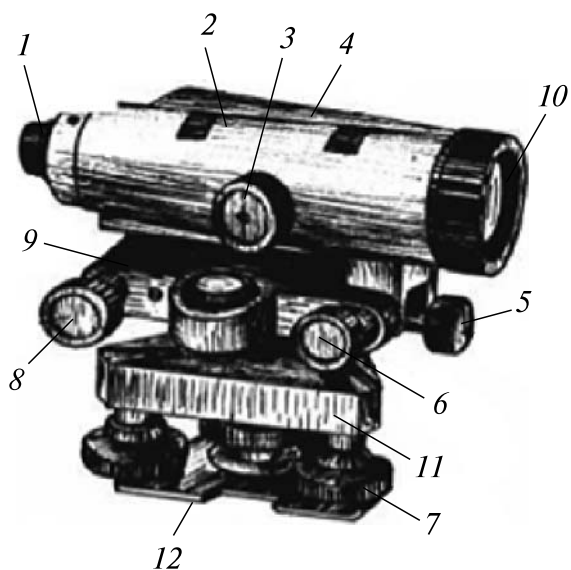


Рис. 8.1. Общий вид нивелира

Ответ. Детали нивелира:

- 1 _____ ;
- 2 _____ ;
- 3 _____ ;
- 4 _____ ;
- 5 _____ ;
- 6 _____ ;
- 7 _____ ;
- 8 _____ ;
- 9 _____ ;
- 10 _____ ;
- 11 _____ ;
- 12 _____ .

Задание Г. Вычислить превышения между точками, заданными преподавателем. Заполнить таблицу (табл. 8.1).

Таблица 8.1

Расчет превышений между точками

Номер геодезической станции	Номер пикета	Отсчет, мм		Превышения между точками, мм		Средние превышения между точками, мм	
		задний	передний	положительные	отрицательные	положительные	отрицательные

Задание Д. Обработать журнал геометрического нивелирования (табл. 8.2) вдоль лесовозной дороги длиной 1 км.

Исходные данные для задания Д представлены в приложении 6 (табл. Пб.1).

Таблица 8.2

Журнал нивелирования от репера 305 к реперу 1 (к заданию Д)

Репер	Номер геодезической станции	Номер		Отсчет			Превышения между точками		Средние превышения		Горизонт прибора	Отметки земли
		пикета	точки	задний	передний	промежуточный	положительные	отрицательные	положительные	отрицательные		
305	I			1236								
				6018								
-		0			2622							
					7405							
	II			2629								
				7414								
-		1			0386							
					5168							

Репер	Номер геодезической станции	Номер		Отсчет			Превышения между точками		Средние превышения		Горизонт прибора	Отметки земли	
		пикета	точки	задний	передний	промежуточный	положительные	отрицательные	положительные	отрицательные			
-	III	1		2446									
				7227									
			X1		0845								
					5628								
-	IV		X1	2583									
				7369									
		2			1403								
					6185								
-	V	2		2782									
				7566									
		3			0411								
					5196								
-	VI	3		1283									
				6066									
		4	+45			0676							
					1987								
			6769										
-	VII	4		1163									
				5947									
			+46			2589							
		5			1222								
			6007										
-	VIII	5		1339									
				6125									
			+25			0624							
		6			1944								
			6727										
-	IX	6		0561									
				5344									
		7			2740								
					7524								
	X	7		0329									
				5113									
			X2		2674								
					7455								

Задание Е. Ответить на вопросы и выполнить упражнения.

1. Для чего предназначен цилиндрический уровень зрительной трубы?

2. Раскрыть понятие разности пяток рейки.

3. Написать формулу вычисления превышений при геометрическом нивелировании.

4. Какое расхождение допустимо между превышениями по красной и черной сторонам рейки?

5. Написать формулу постраничного контроля.

6. Написать формулу вычисления отметок связующих точек.

7. Написать формулу вычисления отметок промежуточных точек.

Принял:

_____ (ФИО)

_____ (дата)

_____ (подпись)

Лабораторная работа № 9

Построение продольного профиля дороги по результатам обработки журнала нивелирования.

Вычисление параметров горизонтальных кривых.

Графическое оформление продольного и поперечного профилей

Цель лабораторной работы — приобретение навыков вычерчивания продольных и поперечных профилей трассы дороги. Для выполнения заданий необходимо иметь миллиметровую бумагу, журнал нивелирования с вычисленными отметками, пикетажную книжку (рис. 9.1), чертежные принадлежности.

Пояснение. Продольные и поперечные профили дороги составляют по материалам журнала геометрического нивелирования (см. лаб. р. № 8) и пикетажной книжки, а также по расчету пикетажных значений главных точек круговой кривой.

Задание А. Вычислить параметры кривых по трассе дороги. Вычислить пикетажные значения главных точек круговой кривой. Пикетажные значения главных точек круговой кривой рассчитать по форме и внести в таблицу (табл. 9.1). Рассчитать элементы круговой кривой по заданному радиусу R и углу поворота трассы. Исходные данные — приложение 6, табл. Пб.1. Полученные результаты внести в таблицу (табл. 9.2).

Таблица 9.1

Вычисление пикетажных значений главных точек кривой

Расчет	Контроль
ВУ...ПК – Т = _____ ;	ВУ...ПК + Т = _____ ;
НК...ПК + К = _____ ;	... ПК – Д = _____ ;
КК...ПК = _____ .	КК...ПК = _____ .
<i>Примечание.</i> ВУ — вершина угла поворота; КК — конец кривой; НК — начало кривой; ПК — поворот кривой.	

Таблица 9.2

Результаты расчета элементов горизонтальной круговой кривой (к заданию А)

Угол поворота трассы	Радиус кривой R , м	Тангенс T , м	Кривая K , м	Домер D , м	Биссектриса B , м

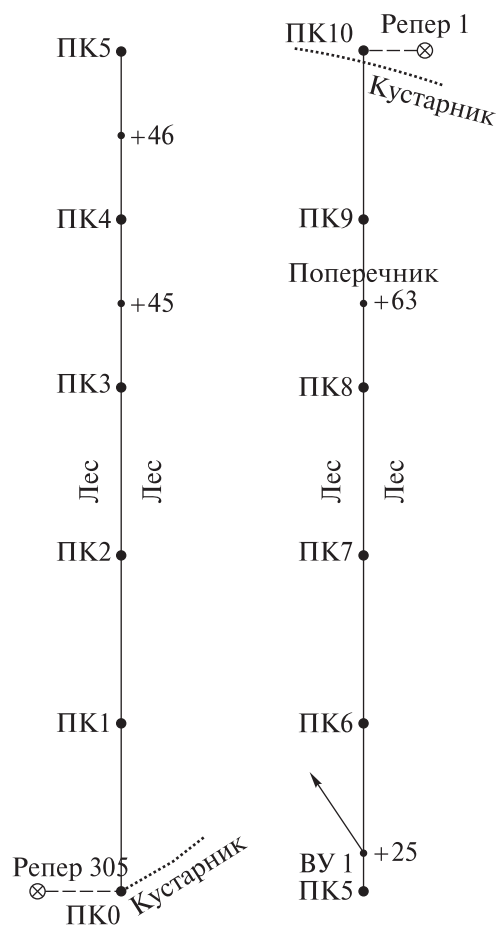


Рис. 9.1. Пикетажная книжка

Пояснение. Допускается расхождение между основными и контрольными данными вычислений пикетажного значения конца кривой в связи с округлением до ± 1 см.

Исходными данными для расчета пикетажного значения главных точек круговой кривой служит пикетажное значение вершины угла поворота (см. рис. 9.1).

Задание Б. Ответить на вопросы и выполнить упражнения.

1. Для чего в трассу вписывается кривая?

2. Перечислить элементы кривой.

3. Перечислить главные точки кривой.

4. Как рассчитываются пикетажные значения главных точек кривой?

5. Дать определение продольного профиля дороги.

6. Дать определение поперечного профиля дороги.

Принял:

(ФИО)

(дата)

(подпись)

ЛИТЕРАТУРА

Дьяков Б.Н. Геодезия: учебник / Б.Н. Дьяков. 3-е изд., испр. СПб.: Лань, 2020. 416 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/139258> (дата обращения 19.07.2021).

Геодезия: учебник для вузов / А.Г. Юнусов, А.Б. Беликов, В.Н. Баранов, Ю.Ю. Каширкин. М.: Академический проект, 2011. 412 с.

Геодезия: учебное пособие для вузов / Г.Г. Поклад, С.П. Гриднев. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Академический проект, 2013. 544 с.

Геодезия: лабораторный практикум / С.И. Акиньшин. Воронеж: Изд-во Воронежского государственного архитектурно-строительного университета, ЭБС АСВ, 2012. 144 с.

Киселев М.И., Михеев Д.Ш. Основы геодезии. М.: Высшая школа, 2001. 368 с.

Перфилов В.Ф., Скогорева Р.Н., Усова Н.В. Геодезия. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 2006. 350 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица П1.1

Исходные данные для определения расстояния по карте* (к заданию Б лабораторной работы № 1)

Номер варианта	Масштаб	Точка 1	Точка 2
1	1:10 000	Кирп. (66; 13)	Курган 157,4 (68; 14)
2	1:25 000	Сев. окр. Волково (68; 10)	Мост (75; 10)
3	1:50 000	Пл. р. Соть (74; 10)	Мост (76; 12)
4	1:100 000	Церк. в Подрезково (66; 24)	Центр Царицыно (64; 26)
5	1:25 000	Геопункт 164,7 (71; 07)	Геопункт 167,7 (72; 07)
6	1:100 000	Центр Чудиново (92; 20)	Геопункт 72,9 (98; 20)
7	1:50 000	Сев. окр. Демидово (72; 09)	Прист. (74; 09)
8	1:25 000	Южн. окр. Окунево (70; 12)	Прист. (72; 13)
9	1:10 000	Лесн. (67; 13)	Отм. 173,4 (68; 13)
10	1:50 000	Отм. 213,3 (68; 12)	Сев. окр. Окунево (71; 12)
11	1:100 000	Сев. окр. Фроловки (74; 26)	Южн. окр. Сокола (84; 26)
12	1:25 000	Отм. 170,0 (68; 07)	Отм. 119,4 (70; 07)
13	1:10 000	Лесн. (66; 11)	Отм. 167,2 (67; 11)
14	1:100 000	Отм. 125,4 (78; 28)	Отм. 151,5 (84; 28)
15	1:10 000	Отм. 150,2 (67; 11)	Отм. 194,2 (68; 10)

* Здесь и далее сокращения см. в издании «Условные знаки для топографических планов», утверждены ГУГК при Совете Министров СССР 25 ноября 1986 г. (Москва: ФГУП «Картгеоцентр», 2004. 289 с.).

Исходные данные для измерения длины участка дороги (к заданию В
лабораторной работы № 1)

Номер варианта	Масштаб	Класс дороги	Конечные точки участка дороги
1	1:25 000	Грунтовая	Отм. 207,5 (69; 12) — отм. 209,7 (70; 10)
2	1:50 000	Грунтовая улучшенная	Перекресток (76; 15) — 212,1 (82; 15)
3	1:100 000	Шоссе	От стыка на сев. окр. Рыжова (66; 32) до Любимова (68; 26)
4	1:10 000	Грунтовая улучшенная (66; 13)	Мост — отм. 141,2
5	1:25 000	Грунтовая	Отм. 171,3 (65; 09) — Дровяная (67; 06)
6	1:10 000	Грунтовая проселочная	Шах. уг. (67; 14) — отм. 156,9 (68; 13)
7	1:50 000	Грунтовая проселочная	Совхоз Красный (79; 20) — мост через р. Серебрянка (81; 20)
8	1:100 000	Шоссе	Перекресток, отм. 171,3 (72; 30) — Еф- ремово (74; 36)
9	1:25 000	Улучшенная грунтовая	Отм. 143,0 (66; 13) — Михалино (67; 11)
10	1:50 000	Грунтовая	Мост через р. Нера (76; 12) — перекресток грунтовых дорог (78; 13)
11	1:10 000	Грунтовая улучшенная	Отм. 141,2 (66; 13) — отм. 170,0 (67; 12)
12	1:100 000	Шоссе	Ореховск (84; 20) — Сокол (84; 26)
13	1:25 000	Грунтовая	Отм. 189,1 (68; 11) — отм. 209,7 (70; 10)
14	1:50 000	Грунтовая проселочная	Совхоз «Красный» (79; 20) — Грязнуха (80; 22)
15	1:10 000	Улучшенная грунтовая и грунтовая	Отм. 143,0 (66; 13) — Вороново (66; 12)

Исходные данные для измерения по карте длины окружной межи
лесного массива (к заданию Г лабораторной работы № 1)

Номер варианта	Масштаб	Лесной массив
1	1:10 000	Северный (68; 12. 68; 13)
2	1:25 000	Темный бор (71; 08 и южнее)
3	1:50 000	Долина р. Калитинка (севернее 75; 14)
4	1:100 000	Ольховская возв. (92; 08–96; 22)
5	1:10 000	В кв. 67; 13
6	1:50 000	Сновский лес (64; 14–66; 16)
7	1:25 000	От отм. 120,0 и южнее (69; 07)
8	1:100 000	Ольховская возв. (90; 34–96; 22)
9	1:50 000	Долина р. Ключевая (70; 20–71; 19)
10	1:25 000	Северный (68; 12. 68; 13)
11	1:100 000	Южное Колосово (84; 34–88; 34)
12	1:10 000	Совхоз «Беличи» (65; 11. 65; 12)
13	1:25 000	Долина р. Голубая (66; 11–68; 10)
14	1:50 000	Между Никитино и Новоселками (69; 09–71; 08)
15	1:10 000	Коршуки (64; 11. 64; 12. 65; 11. 65; 12)

Исходные данные для измерения расстояний по карте (к заданию Д
лабораторной работы № 1)

Номер варианта	Конечные пункты отрезков на картах масштабов		
	1:10 000	1:25 000	1:50 000
1	Развилка дорог с отм. 143,2 (65; 13), труба (65; 12) — по улучшенной грунтовой дороге	Геопункт с отм. 198,4 (70; 09), геопункт с отм. 164,7 (71; 07)	Водяная мельница (76; 17), отдельно стоящее дерево (75; 20)
2	Перекресток дорог с отм. 149,7 (66; 12), лесн. (67; 13)	Геопункт с отм. 212,8 (68; 12), мост (69; 14)	Мост (70; 10), церк. в Федоровке (65; 10)
3	Мост через р. Андога (65; 11), геопункт с отм. 159,7 (64; 11)	г. Михалинский с отм. 212,8 (68; 12), плотина (69; 11)	Мук. (65; 11), мост на ж. д. через улучшенную дорогу (65; 14)
4	Кл. Белый с отм. 144,3 (65; 13), отм. 140,9 на острове (65; 13)	Ключ с отм. 158,9 (68; 09), геопункт с отм. 198,4 (70; 09)	Дом лесника (64; 15), водяная мельница в Озерном (67; 17)
5	Ветряная мельница с отм. 156,2 (66; 12), мост через овраг (67; 12)	г. Голая с отм. 156,9 (65; 11), церк. в Федоровке (65; 10)	Курган с отм. 219,9 (73; 21), геопункт с отм. 249,9 (77; 18)
6	Отм. 194,2 (68; 10), мост через ручей в Михалино (67; 11)	Ключ с отм. 144,1 (72; 07), мост (70; 07)	Труба на шоссе (80; 09), ветряная мельница (78; 12)
7	Геопункт с отм. 212,8 (68; 12), перекресток просек с отм. 177,5 (67; 13)	Водонапорная башня (71; 10), постоянный знак береговой речной сигнализации (71; 13)	Сах. (79; 20), отдельно стоящее дерево (79; 15)
8	Отдельно стоящее дерево с отм. 203,0 (68; 12), отм. на полевой дороге 173,4 (68; 13)	Труба кирп. завода (71; 10), отдельно стоящее лиственное дерево (70; 10)	Памятник (81; 15), часовня в Костино (81; 21)
9	г. Карьерная с отм. 171,3 (67; 13), пересечение просек с отм. 164,0 (67; 13)	Кирп. завод (71; 10), бум. фабрика (71; 12)	Колодец с отм. 138,7 (76; 07), склад горючего (74; 07)

Номер варианта	Конечные пункты отрезков на картах масштабов		
	1:10 000	1:25 000	1:50 000
10	Церк. (65; 10), труба на улучшенной грунтовой дороге (65; 11)	Лесн. (71; 13), ключ с отм. 170,1 (70; 12)	Урез воды на р. Соть (73; 11), мост (76; 14)
11	г. Голая с отм. 156, (65; 11), мук. (65; 11)	Шк. (73; 09), урез воды р. Соть (73; 11)	Ветряная мельница (74; 18), геопункт с отм. 293,4 (72; 20)
12	Урез воды 129,4 (64; 11), отм. 131,4 (65; 11)	Мост (66; 08), урез воды на р. Стача 186,3 (65; 06)	Памятник (75; 16), урез воды оз. Холодное 136,1 (72; 21)
13	Пересечение просек с отм. 153,0 (64; 12), урез воды 142,0 на р. Голубая (65; 12)	Выдающееся огнестойкое строение в Федоровке (64; 10), ключ с отм. 147,0 (66; 12)	Колодец с ветряным двигателем (65; 12), мост на дороге (67; 12)
14	Мост через р. Голубая на грунт. проселочной дороге (65; 12), колодец с отм. 147,3 (65; 13)	Труба на шоссе (64; 10), ветряная мельница (66; 12)	Дом лесника (67; 13), метеорологическая станция (64; 13)
15	Колодец с ветродвигателем с отм. 155,7 (64; 12), отдельно лежащий камень (65; 13)	Курган насыпной (66; 11), мельница мук. (66; 13)	Электростанция (64; 13), ключ с отм. 170,1 (70; 12)

Таблица П1.5

Исходные данные для отложения на номограмме в численном масштабе
отрезков: a — 1:500, b — 1:10 000, c — 1:25 000

Номер варианта	Длина отрезков, м			Номер варианта	Длина отрезков, м		
	a	b	c		a	b	c
1	10,95	211	1060	9	31,60	557	1257
2	24,20	316	775	10	6,95	700	1345
3	6,05	225	1120	11	27,80	207	2025
4	9,60	798	1315	12	49,45	514	552
5	9,50	92	1845	13	10,85	110	1110
6	21,55	581	1640	14	35,00	350	350
7	32,70	733	712	15	49,25	514	775
8	48,20	267	1628				

Таблица П1.6

Исходные данные для определения по карте географических и прямоугольных
координат точек местности (к заданиям Ж, 3 лабораторной работы № 1)

Вариант	Точка 1		Точка 2	
	Масштаб	Объект	Масштаб	Объект
Исходные данные для задания Ж				
1	1:10 000	Шк. (68; 11)	1:50 000	Геопункт 217,5 (81; 11)
2	1:25 000	Кирп. (71; 10)	1:100 000	Отм. 166,0 (92; 18)
3	1:50 000	Геопункт 259,4 (80; 16)	1:10 000	Курган 157,4 (68; 14)
4	1:100 000	Паром через р. Орляна (74; 24)	1:25 000	Источник (70; 12)
5	1:25 000	Церк. (68; 09)	1:50 000	Перекресток дорог (75; 19)
6	1:10 000	Отм. 212,8 (68; 12)	1:100 000	Колодец с ветряным двигателем около Великого (88; 28)
7	1:50 000	Прист. (74; 09)	1:10 000	Телеграфная контора (67; 11)
8	1:100 000	Камень (78; 12)	1:25 000	Мук. (66; 14)
9	1:10 000	Лесн. (67; 13)	1:100 000	Отм. 120,5 (88; 26)
10	1:25 000	Шах. уг. в сев. части кв. 67; 14	1:10 000	Мук. (66; 11)
11	1:50 000	Дом лесника (74; 22)	1:25 000	Источник 134,0 (72; 14)
12	1:100 000	Отм. 334,8 (74; 32)	1:50 000	Церк. (77; 16)
13	1:10 000	Источник 137,5 (67; 11)	1:100 000	Отм. 251,1 (70; 34)

Вариант	Точка 1		Точка 2	
	Масштаб	Объект	Масштаб	Объект
14	1:25 000	Мук. (66; 13)	1:10 000	Загон (65; 11)
15	1:50 000	Отм. 157,6 (72; 09)	1:25 000	Церк. (65; 10)
Исходные данные для задания 3				
1	1:25 000	Прист. (72; 13)	1: 10 000	Перекресток дорог 156,9 (68; 13)
2	1:50 000	Мост (81; 21)	1:100 000	Геопункт 75,9 (98; 14)
3	1:100 000	Отм. 91,6 (96; 12)	1:50 000	Мост (78; 12)
4	1: 10 000	Пасаека (67; 12)	1:25 000	Геопункт 164,7 (71; 07)
5	1:25 000	Башня (71; 10)	1:50 000	Церк. (77; 17)
6	1:50 000	Геопункт 259,4 (80; 16)	1:100 000	Аэродром (96; 34)
7	1: 10 000	Лесн. (67; 13)	1:25 000	Мост (71; 12)
8	1:100 000	Отм. 171,9 (92; 24)	1: 10 000	Мост (66; 12)
9	1:25 000	Геопункт 198,4 (70; 09)	1:50 000	Мельница (76; 17)
10	1:50 000	Отм. 233,5 (74; 15)	1: 10 000	Кирп. (66; 13)
11	1: 10 000	Лесн. (66; 11)	1:100 000	Геопункт 167,6 (90; 14)
12	1:100 000	Церк. (90; 34)	1:25 000	Лесн. (71; 13)
13	1:25 000	Мост (71; 13)	1:50 000	Знак береговой сигнализации (73; 11)
14	1:50 000	Церк. (69; 21)	1:100 000	Геопункт 171,3 (86; 18)
15	1: 10 000	Мук. (65; 11)	1:25 000	Отм. 170,0 (68; 07)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица П2.1

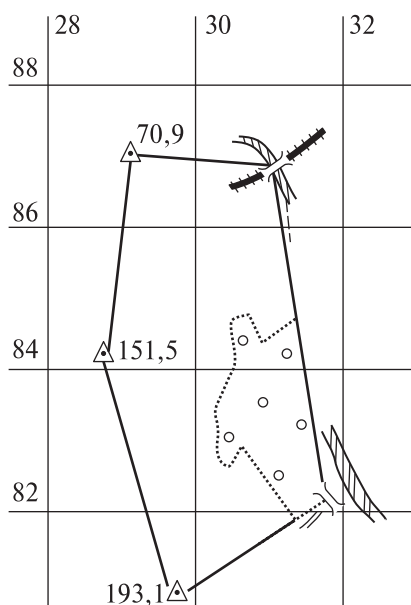
Исходные данные для определения по карте дирекционных углов, азимутов
и румбов направлений (к заданию Б лабораторной работы № 2)

Номер варианта	Масштаб	Координаты точек 1–3					
		1		2		3	
		X, м	Y, м	X, м	Y, м	φ	λ
1	1:10 000	68 182	12 800	68 472	11 900	54°42'28"	18°06'33"
2	1:25 000	72 250	13 290	73 200	11 170	54°43'50"	18°00'44"
3	1:50 000	74 415	9700	77 835	12 210	54°48'32"	18°00'45"
4	1:100 000	96 980	12 810	81 570	9280	54°56'33"	18°10'49"
5	1:10 000	67 202	11 890	67 550	10 990	54°42'01"	18°05'16"
6	1:25 000	71 900	12 945	71 650	9990	54°42'41"	18°01'44"
7	1:50 000	74 375	10 425	74 570	15 510	54°46'30"	18°00'58"
8	1:100 000	84 760	20 100	91 300	9000	54°52'47"	18°20'00"
9	1:10 000	67 060	13 395	67 280	12 657	54°40'47"	18°04'53"
10	1:25 000	71 910	13 625	69 435	10 520	54°42'27"	18°06'33"
11	1:50 000	76 600	10 950	75 300	14 150	54°49'22"	18°01'56"
12	1:100 000	84 560	19 900	80 800	28 200	54°45'32"	18°03'15"
13	1:10 000	66 040	12 075	66 505	11 605	54°40'28"	18°04'14"
14	1:25 000	69 435	10 520	68 190	12 820	54°44'25"	18°01'46"
15	1:50 000	72 250	13 135	74 565	15 510	54°45'30"	18°03'18"

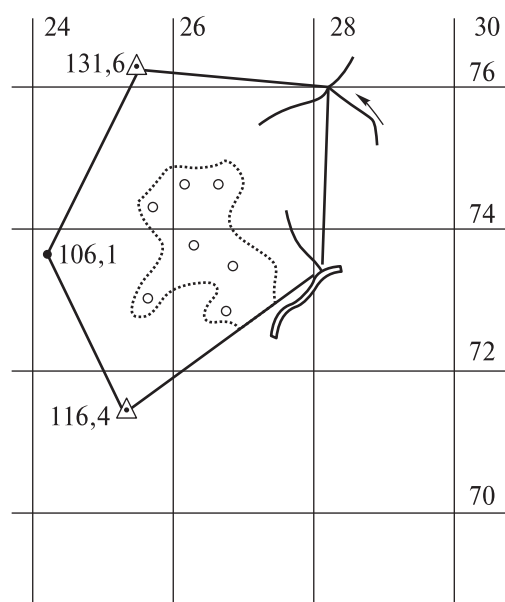
ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Схемы для определения на картах границ и участков полигонов
(к заданию В лабораторной работы № 2 (варианты 1–16))

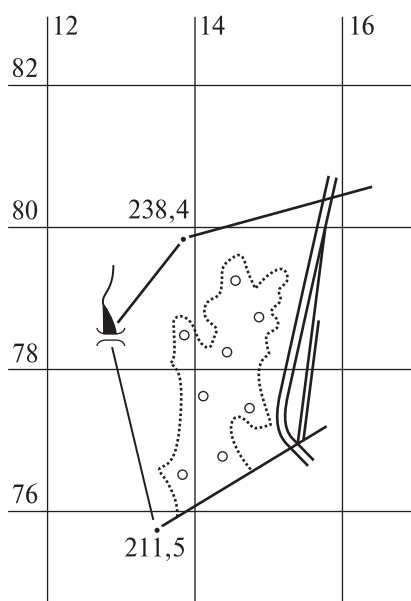
Масштаб карты 1:100 000



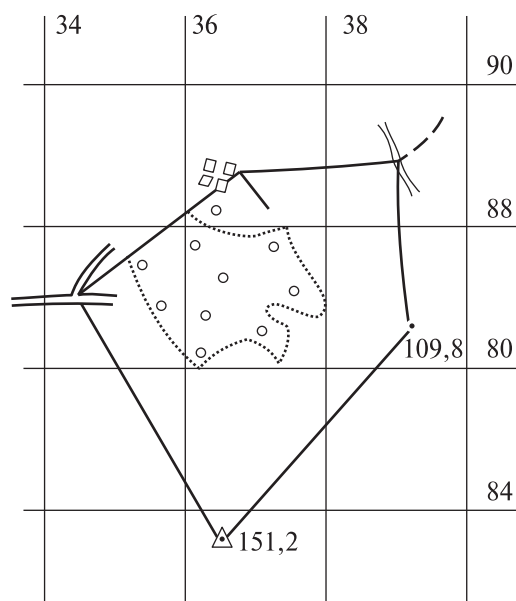
Вариант 1



Вариант 2

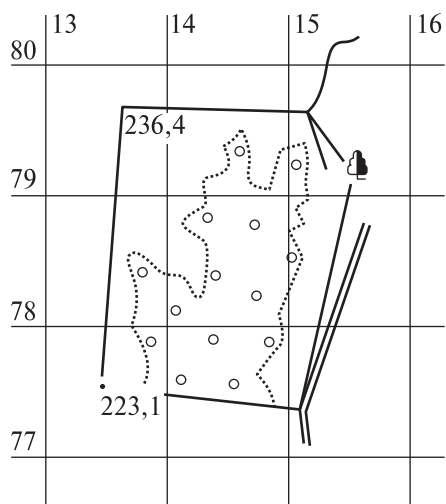


Вариант 3

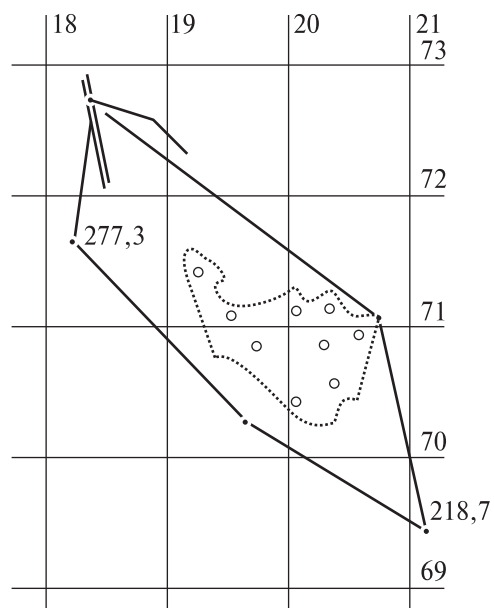


Вариант 4

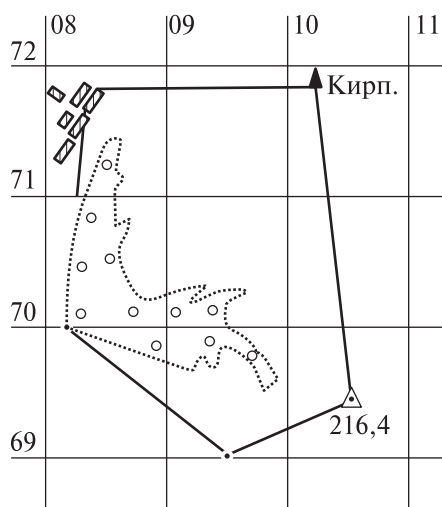
Масштаб карты 1:50 000



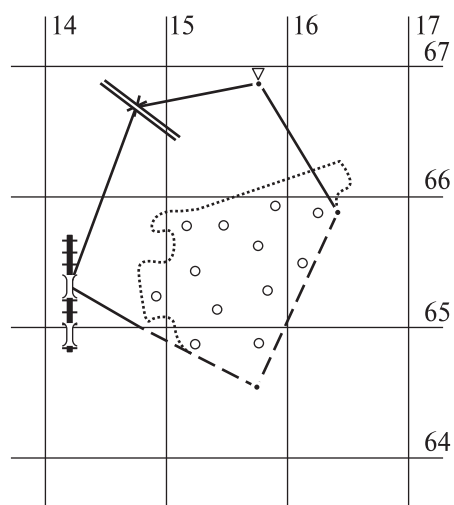
Вариант 5



Вариант 6

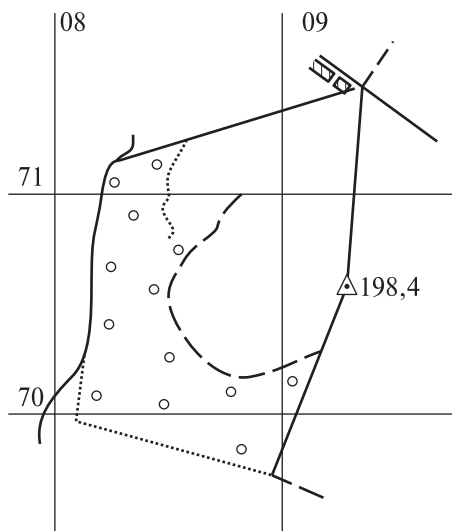


Вариант 7

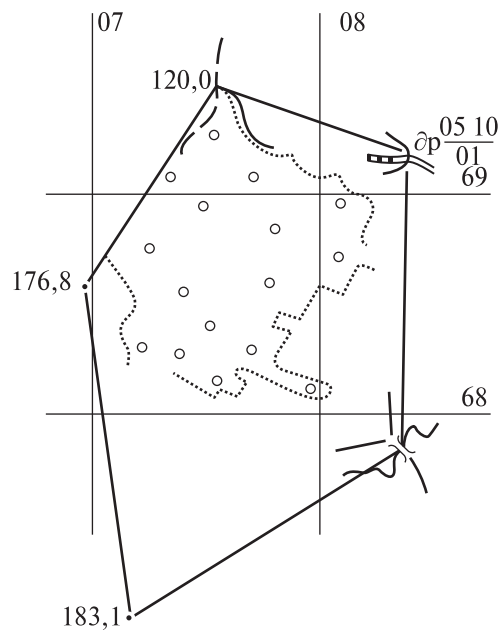


Вариант 8

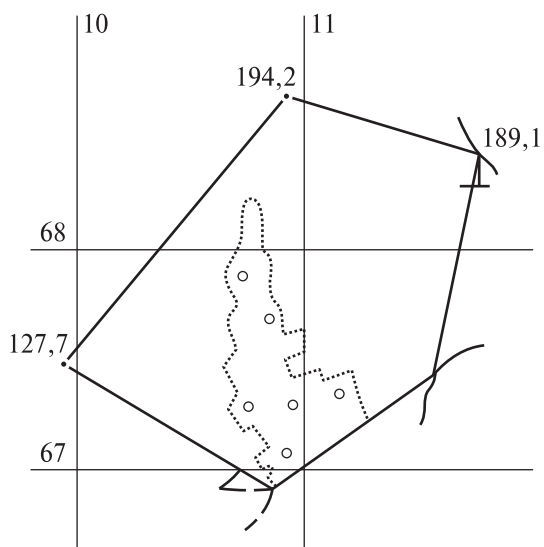
Масштаб карты 1:25 000



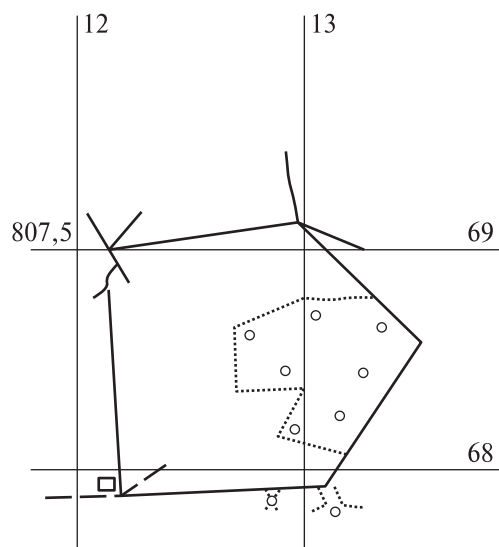
Вариант 9



Вариант 10

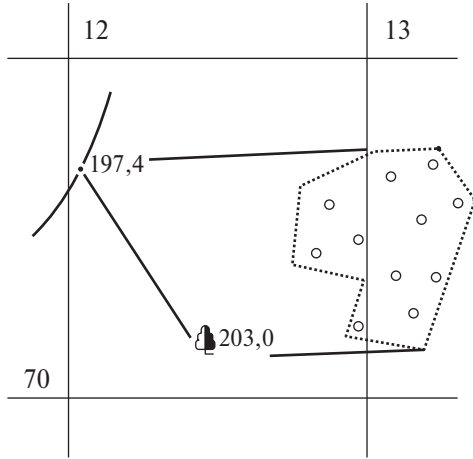


Вариант 11

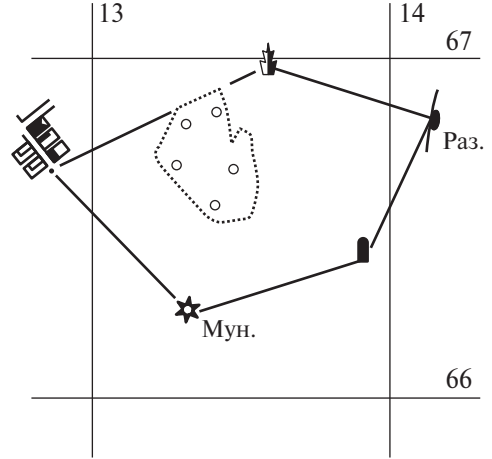


Вариант 12

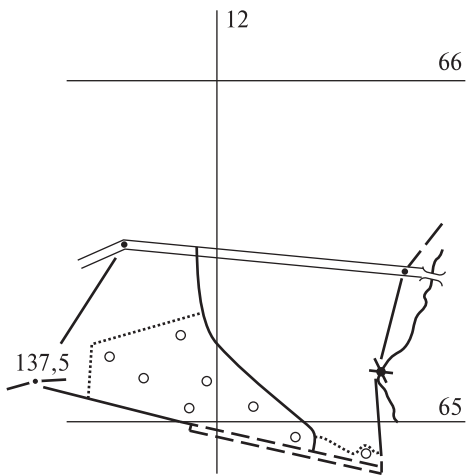
Масштаб карты 1:10 000



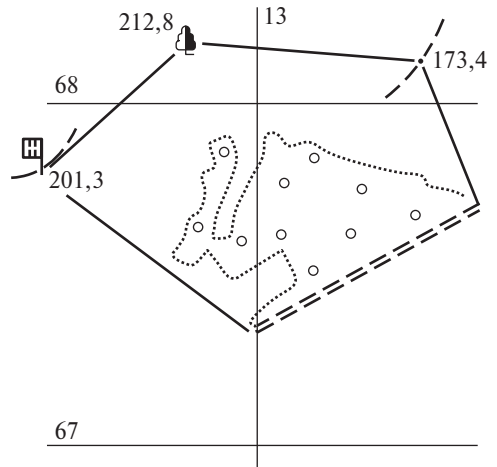
Вариант 13



Вариант 14



Вариант 15



Вариант 16

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Таблица П4.1

Исходные данные для определения погрешностей и обработки геодезических измерений (к заданиям В и Б лабораторной работы № 3)

Номер варианта	Истинное значение измеренного угла $Z = 137^{\circ}43'$	Результат измерений $l_i = 718, \dots, \text{м}$
1	16,6''	0,26
2	16,7''	0,27
3	16,8''	0,28
4	16,9''	0,29
5	17,0''	0,30
6	17,1''	0,31
7	17,2''	0,32
8	17,3''	0,33
9	17,4''	0,34
10	17,5''	0,35
11	17,6''	0,36
12	17,7''	0,37
13	17,8''	0,38
14	17,9''	0,39
15	18,0''	0,40
16	16,5''	0,41
17	16,4''	0,42
18	16,3''	0,43
19	16,2''	0,44
20	16,1''	0,45
21	16,0''	0,46
22	15,9''	0,47
23	15,8''	0,48
24	15,7''	0,49
25	15,6''	0,50
26	15,4''	0,51
27	15,3''	0,52
28	15,2''	0,53
29	15,1''	0,54
30	15,0''	0,55

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Таблица П5.1

Исходные данные для определения дирекционных углов, координат и отметок пункта полигонометрии ПП7 (к заданию Б лабораторной работы № 5)

Номер варианта	Дирекционный угол		Координаты ПП7, м		Отметка ПП7 <i>H</i> , м
	α_{12-7}	α_{11-7}	<i>X</i>	<i>Y</i>	
1	165°27'	220°31,5'	6848,44	1357,39	262,22
2	116°34'	171°38,5'	6926,17	1296,20	260,48
3	14°07'	69°11,5'	6063,55	1183,95	253,74
4	101°53'	156°57,5'	6145,39	1022,37	270,66
5	96°59'	152°03,5'	6261,88	1985,26	254,68
6	73°22'	128°26,5'	6328,64	1817,94	259,28
7	163°53'	218°57,5'	6432,58	1765,53	261,57
8	194°26'	249°30,5'	6571,46	1822,47	262,08
9	6°24'	61°28,5'	6660,73	1758,92	263,21
10	44°37'	99°41,5'	6758,22	1681,36	265,54
11	96°42'	151°46,5'	6867,48	1529,45	266,73
12	108°33'	163°37,5'	6981,25	1456,77	267,43
13	202°17'	257°21,5'	6019,34	1387,57	268,24
14	229°29'	284°33,5'	6173,46	1282,28	269,49
15	20°41'	75°45,5'	6282,19	1461,20	271,14
16	298°30'	353°34,5'	6390,71	1538,17	266,09
17	302°44'	357°48,5'	6455,66	1621,38	268,97
18	288°27'	343°31,5'	6529,84	1729,72	272,32
19	108°33'	163°37,5'	6237,73	1428,33	270,04
20	146°38'	201°42,5'	6450,98	1567,94	259,76
21	155°17'	210°21,5'	6571,24	1630,85	263,36
22	49°12'	104°16,5'	6544,72	1833,25	246,72
23	254°11'	309°15,5'	6950,14	1329,84	256,92
24	289°37'	344°41,5'	6322,72	1568,74	283,37
25	301°14'	356°18,5'	6555,85	1390,52	254,28
26	218°52'	273°56,5'	6666,86	1634,57	246,64
27	96°18'	151°22,5'	6903,19	1749,28	255,55
28	100°44'	155°48,5'	6745,25	1896,74	239,93
29	200°55'	255°59,5'	6491,68	1726,39	260,60
30	300°05'	355°10,5'	6849,44	1358,39	229,36

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Таблица Пб.1

Исходные данные для геометрического нивелирования (к заданию Д лабораторной работы № 8 и заданию А лабораторной работы № 9)

Номер варианта	Репер 305	Репер 1	Угол поворота α_1	Радиус кривой R_1	Азимут А
1	100,000	90,950	25°25′	500	97°
2	102,000	92,913	25°35′	490	111°
3	105,000	95,930	25°45′	480	117°30′
4	108,000	98,911	25°55′	470	124°45′
5	110,000	100,914	30°10′	460	139°25′
6	113,000	103,955	31°40′	450	142°30′
7	115,000	105,910	32°58′	440	147°15′
8	117,000	107,957	41°14′	430	150°45′
9	120,000	110,905	41°35′	420	154°15′
10	125,000	115,954	42°32′	410	159°30′
11	130,000	120,964	43°43′	400	162°45′
12	132,000	122,950	44°55′	390	164°15′
13	135,000	125,910	45°12′	380	168°30′
14	137,000	127,930	45°51′	370	171°00′
15	142,000	132,910	46°14′	360	174°15′
16	146,000	135,900	46°25′	350	178°30′
17	150,000	140,958	46°47′	340	179°45′
18	154,000	144,905	47°15′	330	185°00′
19	157,000	147,901	47°33′	320	190°15′
20	160,000	150,910	47°54′	310	196°30′
21	162,000	152,959	48°15′	300	205°45′
22	166,000	156,958	48°38′	290	217°00′
23	169,000	159,930	49°27′	280	223°15′
24	173,000	163,902	49°23′	270	227°30′
25	177,000	167,971	50°35′	260	232°45′
26	181,000	171,954	50°48′	290	247°00′
27	185,000	175,946	50°29′	300	255°15′
28	188,000	178,974	51°08′	310	264°30′
29	191,000	181,930	51°37′	320	279°45′
30	194,000	184,971	51°57′	330	284°00′

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Лабораторная работа № 1. Измерение расстояний по карте. Определение координат точек местности	5
Лабораторная работа № 2. Ориентирование направлений. Вычисление площади участков местности аналитическим способом	9
Лабораторная работа № 3. Элементы теории погрешностей при обработке геодезических измерений. Решение задач на топографической карте	12
Лабораторная работа № 4. Устройство и поверки теодолита. Измерение углов с помощью теодолита.....	18
Лабораторная работа № 5. Обработка результатов измерений теодолитной съемки. Вычисление углов теодолитного хода по результатам измерений. Вычисление координат вершин теодолитного хода, составление и построение плана полигона по координатам его вершин	24
Лабораторная работа № 6. Вычисление отметок вершин теодолитного хода. Обработка журнала тахеометрической съемки	33
Лабораторная работа № 7. Составление топографического плана участка местности по материалам тахеометрической съемки	40
Лабораторная работа № 8. Изучение устройства и поверок нивелира. Измерение и вычисление превышений. Обработка журнала геометрического нивелирования вдоль лесовозной дороги	43

Лабораторная работа № 9.

Построение продольного профиля дороги по результатам обработки журнала нивелирования. Вычисление параметров горизонтальных кривых.

Графическое оформление продольного и поперечного профилей	50
Литература	53
Приложение 1	54
Приложение 2	61
Приложение 3	62
Приложение 4	66
Приложение 5	67
Приложение 6	68

Учебное издание

Щербакова Елена Викторовна
Лежнев Даниил Викторович

Геодезия

Рабочая тетрадь

Редактор *Л.В. Сивай*
Художник *Я.М. Асинкритова*
Корректор *Ю.Н. Морозова*
Компьютерная верстка *Е.В. Жуковой*

Оригинал-макет подготовлен
в Издательстве МГТУ им. Н.Э. Баумана.

В оформлении использованы шрифты
Студии Артемия Лебедева.

Подписано в печать 31.05.2022. Формат 60×90/8.
Усл. печ. л. 9,0. Тираж 329 экз. Изд. 1040-2021 (4790).

Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана.
105005, г. Москва, улица 2-я Бауманская, д. 5, к. 1.
info@bmstu.press
<https://bmstu.press>

Отпечатано в типографии МГТУ им. Н.Э. Баумана.
105005, г. Москва, улица 2-я Бауманская, д. 5, к. 1.
baumanprint@gmail.com