

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра транспорта и дорожного строительства

Б. К. Абрамов

Л. Г. Калентьева

ГЕОДЕЗИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДЕЗИЯ

Методические указания
к выполнению контрольной работы
для студентов заочной формы обучения
направлений 656200 «Лесное хозяйство
и ландшафтное строительство»,
656300 «Технология лесозаготовительных
и деревообрабатывающих производств»
по специальностям 260400 «Лесное хозяйство»,
260500 «Садово-парковое и ландшафтное строительство»,
260100 «Лесоинженерное дело»

Екатеринбург
2003

Печатается по рекомендации методических комиссий
лесоинженерного факультета, лесохозяйственного факультета

1. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВ «ГЕОДЕЗИЯ», «ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДЕЗИЯ» И ПОРЯДОК ИХ ИЗУЧЕНИЯ

1.1. Задачи и последовательность изучения

Настоящие методические указания и контрольные задания предназначены для студентов лесохозяйственного и лесоинженерного факультетов заочного обучения. Указания призваны помочь студентам-заочникам изучить основные разделы и темы курсов «Геодезия» и «Инженерная геодезия», выполнить контрольные работы.

«Геодезия» и «Инженерная геодезия» являются дисциплинами общетехнического цикла. В них рассматриваются вопросы организации и производства измерений и съемок на земной поверхности, необходимых для проектирования, строительства и эксплуатации инженерных сооружений, составления карт, планов и профилей местности и их использования для решения задач лесоустройства, таксации леса, лесоводства, лесомелиорации и различных лесоинженерных задач.

После изучения курса студенты должны:

– знать применяемые в геодезии системы координат, способы изображения земной поверхности на картах и планах, методы и приборы геодезических измерений, а также приемы оценки их точности, способы производства геодезических работ и съемок местности, необходимых для проведения различных лесохозяйственных и лесоинженерных мероприятий;

– уметь решать по топографическим картам и планам различные инженерные задачи, производить геодезические измерения, съемки местности и обработку их результатов, составлять планы и профили местности, а также выполнять другие геодезические работы, связанные с лесоустройством, таксацией леса, лесомелиорацией и другими видами лесохозяйственной и лесоинженерной деятельности, а также с изысканием, проектированием, строительством и производственной деятельностью лесозаготовительных предприятий;

– иметь представление о фигуре и размерах Земли, о государственной геодезической сети, сетях сгущения, методах их создания и способах закрепления геодезических пунктов.

Подписано в печать	16.02.04	Поз. 2
Плоская печать	Формат 60x84 1/16	Тираж 150 экз.
Заказ 50/46	Печ. л. 2,09	Цена 7 руб. 20 коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

Изучение дисциплины опирается на знания математики, физики и инженерной графики, на ней базируется изучение таксации леса, лесоустройства, лесомелиорации, озеленения населенных мест. Дисциплина является одной из базовых для курсов «Проектирование лесозаготовительных предприятий», «Сухопутный транспорт леса», «Водный транспорт леса». Согласно программе, курсы «Геодезия» и «Инженерная геодезия» содержат четыре раздела, включающих в себя девятнадцать тем (см. таблицу).

Изучение курсов «Геодезия» и «Инженерная геодезия» студенты начинают с прослушивания установочных лекций, затем самостоятельно изучают теоретическую часть курса и выполняют две контрольные работы. После этого в период сессии выполняют лабораторные работы, сдают зачет и экзамен.

Основной формой работы студентов-заочников является самостоятельная работа над книгой. Для более успешного усвоения теоретического материала курса рекомендуется при его самостоятельном изучении составлять краткий конспект по темам курса. В конспекте должны быть приведены основные положения изучаемой темы, даны определения, выполнены необходимые чертежи, схемы, изложены выводы формул с конечными результатами. При составлении конспекта студент творчески перерабатывает материал книги и лучше его запоминает. Систематическая работа над книгой с составлением конспекта позволит успешно выполнить контрольные работы, подготовиться к лабораторным работам, сдаче зачета и экзамена.

На лабораторно-экзаменационную сессию вызываются студенты, изучившие полностью курс геодезии и выполнившие контрольные задания. Во время сессии проводятся лабораторные работы, индивидуальные и групповые консультации. Цель проведения лабораторных работ — изучение геодезических приборов и их поверок.

Индивидуальные консультации по курсам «Геодезия» и «Инженерная геодезия» студенты-заочники могут получить не только в период сессии, но и в любое другое время, послав на кафедру письмо с изложением возникших вопросов. Перед экзаменами проводятся групповые консультации, на которых обобщается изученный материал и даются ответы на вопросы студентов.

Содержание курсов «Геодезия» и «Инженерная геодезия»

Номер		Наименование раздела, темы
раздела	темы	
I	1	<i>Основы инженерной геодезии. Карты и планы</i> Предмет и задачи геодезии
	2	Сведения о фигуре Земли и применяемых в геодезии системах координат
	3	Изображение земной поверхности на планах и картах
II	4	<i>Геодезические измерения</i> Общие сведения о геодезических измерениях и геодезических приборах
	5	Измерение углов
	6	Измерение длин линий
	7	Нивелирование
	8	Определение площадей участков земной поверхности
III	9	<i>Топографические съемки</i> Топографические съемки, их виды и порядок производства
	10	Теодолитная съемка
	11	Тахеометрическая съемка
	12	Нивелирование поверхности
	13	Мензуральная и упрощенная съемки
	14	Фототопографическая съемка
IV	15	<i>Топографо-геодезические работы при проведении лесохозяйственных и лесоинженерных мероприятий</i> Топографо-геодезические работы при лесоустройстве, лесохозяйственной деятельности и озеленении населенных мест
	16	Общие сведения о геодезических работах при изысканиях, проектировании и строительстве лесохозяйственных, лесозаготовительных и лесосплавных предприятий
	17	Топографо-геодезические работы при изысканиях, проектировании и строительстве линейных сооружений*
	18	Составление проекта вертикальной планировки*
	19	Геодезические работы при изысканиях водных путей лесотранспорта*

*Здесь и далее - вопросы относятся только к лесоинженерной специальности

1.2. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Контрольные работы нужно выполнять при изучении соответствующих тем курса.

По каждой расчетно-графической работе должна быть представлена краткая пояснительная записка с расчетами, чертежами, схемами, заполненными ведомостями и журналами. Все чертежи и надписи на них должны быть выполнены на листах стандартного формата в соответствии с требованиями топографического черчения. Полевые журналы и ведомости можно заполнять карандашом или шариковой ручкой, пояснительная записка пишется ручкой. Небрежно выполненные работы не засчитываются. Бланки ведомостей и полевых журналов студенты приобретают на кафедре либо расчерчивают самостоятельно.

Выполнение расчетно-графических работ и решение задач, входящих в состав контрольных работ, связано с большим объемом вычислений. Для ускорения и облегчения их производства рекомендуется использовать микрокалькуляторы (МК). Желательно, чтобы каждый студент имел в личном пользовании МК и применял его при выполнении контрольных работ. Для решения геодезических задач требуется инженерный калькулятор, который кроме арифметических и алгебраических действий может также вычислять простейшие функции, и в частности, тригонометрические функции углов.

2. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

2.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Контрольная работа № 1 выполняется в процессе изучения I, II и III разделов курса и включает в себя:

- выполнение расчетно-графической работы «Топографическая карта и решение задач по ней»;
- выполнение расчетно-графической работы «Обработка материалов теодолитной съемки. Определение площадей»;
- решение задачи по теме «Измерение углов»;
- ответы на вопросы по темам «Измерение длин линий» и «Измерение углов».

Номера вариантов исходных данных к расчетно-графическим работам и задачам, а также номера вопросов студент берет по таблице 2.1

соответственно первым трем буквам его фамилии. Например, студент Петров для выполнения расчетно-графических работ должен принять следующие исходные данные:

– для работы «Топографическая карта и решение задач по ней» по первой букве фамилии (П), см. табл. 2.1 — по варианту 9;

– для работы «Обработка материалов теодолитной съемки. Определение площадей» — по третьей букве фамилии (Т) — по варианту 13. Аналогично студент Петров принимает варианты 12 исходных данных для решения задачи и варианты 10 — для ответов на вопросы.

Таблица 2.1

Номера вопросов и варианты исходных данных к расчетно-графическим работам и задачам

Буквы фамилии	Расчетнографические работы		Задачи	Вопросы
	Топографическая карта	Теодолитная съемка	Измерение углов	Измерение длин линий измерение углов
	Буква фамилии по порядку			
	1-я	3-я	1-я	2-я
а, б	1	3	4	8
в, г	2	4	5	9
д, е	3	5	6	10
ж, з, и, й	4	6	7	11
к	5	7	8	12
л	6	8	9	13
м	7	9	10	14
н, о	8	10	11	15
п, р	9	11	12	1
с	10	12	13	2
т, у	11	13	14	3
ф, х	12	14	15	4
ц, ч	13	15	1	5
ш, щ, ь	14	1	2	6
ы, ь, э, ю, я	15	2	3	7

2.2 ТОПОГРАФИЧЕСКАЯ КАРТА И РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО НЕЙ

2.2.1. Задание

Пользуясь учебной топографической картой масштаба 1:25000 и руководствуясь исходными данными, приведенными в табл.2.2 (данные принимаются согласно табл.2.1), требуется выполнить следующее.

1. Начертить на кальке линии координатной сетки, ограничивающие квадраты, в пределах которых расположены пункты А, В, С. Нанести на кальку пункты А, В, С по их прямоугольным координатам, указанным в табл. 2.2, и начертить линии АВ и ВС.

2. Определить длину линий АВ и ВС, используя масштаб карты.

3. Для участка местности в пределах квадратов, указанных в табл. 2.2, дать описание топографических условий — ситуации и рельефа.

4. Нанести на кальку водораздельные линии и тальвеги (водосборные линии) для территории, расположенной в пределах тех же квадратов (см. пункт 3).

5. Определить отметки точек А, В, С с точностью до десятых долей метра. Привести схемы, на которых показать вспомогательные построения, связанные с решением задачи.

6. Вычислить средний уклон линий АВ и ВС (в ‰).

7. От точки В в направлении к точке С построить на кальке линию заданного уклона, т. е. линию, вдоль которой уклон местности удовлетворяет условию $|\bar{i}| = i_3$ (табл. 2.2). Привести необходимые вычисления.

8. Построить на миллиметровой бумаге продольный профиль земной поверхности по линии АВС. Масштабы профиля: горизонтальный - 1:10000, вертикальный - 1:1000.

9. Определить географические координаты точки В, используя шкалу минут за внутренней рамкой карты и соответствующие надписи.

10. Определить дирекционный угол, географический и магнитный азимуты линии ВС.

11. Определить номенклатуру листа топографической карты масштаба 1:10000, в пределах которой находится пункт N с географическими координатами, указанными в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Прямоугольные координаты X и Y пунктов А, В, С, квадраты, уклон i_3 , географические координаты пункта N

Номер варианта	Пункт А		Пункт В		Пункт С		Квадраты		i_3 ‰	Пункт №			
	X	Y	X	Y	X	Y	1	2		широта (северная) градус минут	долгота (восточная) градус минут		
1	6060251	8541225	6059625	8541150	6058925	8541200	5841	5741	20	50	46	25	34
2	59875	43200	59075	43475	58325	43625	5942	5943	18	46	02	119	28
3	60300	45603	59550	45802	58625	45549	5845	5846	38	40	46	112	16
4	59952	46725	59225	46475	58553	47175	5846	5847	22	60	04	30	06
5	57775	41713	56802	41375	55650	41550	5641	5642	19	38	12	138	14
6	56182	43553	57235	43888	58158	43940	5643	5644	15	51	16	49	54
7	56585	44825	57512	45050	58375	44925	5745	5746	28	45	43	39	02
8	56325	47150	57155	47403	57857	46625	5646	5647	10	42	37	54	16
9	54712	41062	53548	41412	52750	40975	5341	5342	40	59	29	43	21
10	54937	44802	54931	43905	54330	42794	5443	5444	21	52	52	49	13
11	55588	46625	54885	45687	55385	44712	5445	5446	13	53	59	55	31
12	55087	47430	53941	47937	53285	47075	5347	5447	14	41	27	42	33
13	51175	41225	52562	42010	53525	42562	5242	4342	25	45	46	47	12
14	53350	45030	52475	44362	53350	43292	5244	5245	13	50	17	115	14
15	53362	47900	52612	47300	51900	48275	5246	5247	20	47	33	169	46

2.2.2. Указания по выполнению работы

Общие указания

Графические построения, связанные с решением перечисленных задач, следует выполнять на кальке, наложенной на карту. Наносить на карту линии и делать на ней надписи не разрешается.

Решение отдельных задач, входящих в расчетно-графическую работу, следует сопровождать пояснительными схемами, содержащими данные, непосредственно относящиеся к задаче.

Выполняя вычисления, необходимо привести используемые формулы, подставить в них исходные числовые величины и записать окончательный результат. Промежуточные вычисления приводить не нужно.

Указания по выполнению отдельных пунктов задания

Порядок нанесения пунктов А, В, С на карту по их прямоугольным координатам виден на примере (рис. 1). Для нанесения пункта В с координатами $x=5954550$ м, $y=11676650$ м от горизонтальной линии сетки 54 откладывают вверх в масштабе карты 550 м (избыток абсциссы пункта В над ближайшим меньшим значением абсциссы линии сетки $5954550 - 5954000=550$ м) и получают точки К и L (см. рис.1). Далее, от точки К до линии KL откладывают 650 м (избыток ординаты пункта В над ближайшим меньшим значением ординаты вертикальной линии сетки $11676650-11676000=650$ м) и получают пункт В.

Длины линий АВ и ВС определяют, пользуясь масштабом.

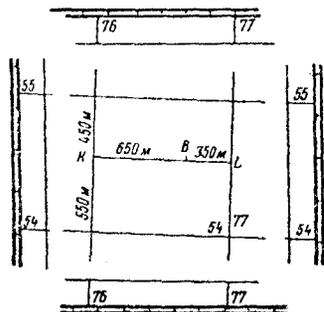


Рис. 1. Нанесение точки В на карту по заданным координатам X и Y

Описание топографических условий местности в заданных квадратах следует свести в таблицу приведенной ниже формы (табл. 2.3), указав в ней объекты местности и их характеристики: пункты государственной геодезической сети, их вид и отметки; населенные пункты, число домов в них, огнестойкость построек, выдающиеся строения, промышленные, сельскохозяйственные и социально-культурные объекты; дороги, их тип и вид покрытия, выемки, насыпи, мосты, размеры и грузоподъемность последних; линии электропередач и линии связи; реки и другие объекты гидрографии, их ширину и глубину, скорости течения, отметки урезов воды и т. д.; лесные участки, произрастающие на них породы, средние размеры древостоев, густоту насаждения; болота, их тип, проходимость и т. д. В таблице перечислить и охарактеризовать встречающиеся в заданных квадратах разновидности форм рельефа: равнинные участки, холмы, хребты, ложины, котловины, седловины и т. д.

Все перечисленные сведения о топографических условиях местности отображены в условных знаках, объяснение которых содержится в официальном руководстве (выдержки из него приведены на полях учебной карты*.

В табл. 2.3, в качестве примера приведено описание части ситуации и рельефа для квадрата 5742 (числа 57 и 42 являются обозначениями линий координатной сетки, образующих юго-западный угол квадрата).

4. Положение водораздельных линий и тальвегов определяется на карте конфигурацией горизонталей, расположением вершин возвышенностей и характерных точек седловин. Примеры нанесения водораздельных линий и тальвегов на карте приведены в учебниках [1, 2, 3].

5. Об определении отметок точек земной поверхности по топографической карте см. [1, 2, 3].

6. Средний уклон линии i_{cp} вычисляется по формуле (%)

$$i = \frac{H_K - H_N}{d} 1000,$$

где H_K , H_N — отметки соответственно конечной и начальной точек линии;
d — длина линии.

* Могут быть использованы также Условные знаки для топографической карты масштаба 1 : 10000 /ГУГК при СМ СССР (М.: Недра, 1577. 143 с.)

Таблица 2.3

Описание ситуации и рельефа в квадрате 5742

Название объектов	Характеристика объектов
Населенные пункты	
Прилесное	9 домов, дома огнестойкие.
Дороги	2 дороги без покрытия (улучшенные грунтовые дороги), ширина проезжей части 4 м; 2 полевые дороги.
Лес Темный	Преобладающие породы – сосна, береза, средняя высота древостоя 30 м, средний диаметр 0,25 м, расстояние между деревьями 5 м.
Рельеф	Просека в лесу шириной 4 м. Всхолмленная местность с возвышенностью высотой 57,2 м. Наименьшая высота 45 м.
Гидрография	Родник, являющийся истоком небольшой речки.
Растительный покров	Заболоченный участок с луговой травянистой растительностью

7. Для построения линии заданного уклона нужно определить, при каком расстоянии d между горизонталями уклон местности будет равен заданному уклону i_3 :

$$d = \frac{h}{i_3} \cdot 1000,$$

где h —высота сечения рельефа.

Затем, взяв раствор циркуля, равный отрезку d и в масштабе карты, из ближайшей к пункту В точки пересечения линии ВС с горизонталью сделать засечку на соседней горизонтали, из полученной точки аналогично — на следующей горизонтали и т. д. до горизонтали, ближайшей к пункту С, и соединить полученные точки. Делая засечки на горизонталях, следует стремиться, чтобы полученная ломаная линия не имела пилообразной формы. Примеры решения аналогичной задачи приведены [1, 2, 3].

8. Продольный профиль земной поверхности по линии АВС рекомендуется составлять в следующем порядке:

а) на листе кальки, наложенном на карту, изобразить точки наибольшего приближения линии АВС к горизонталям и точки ее

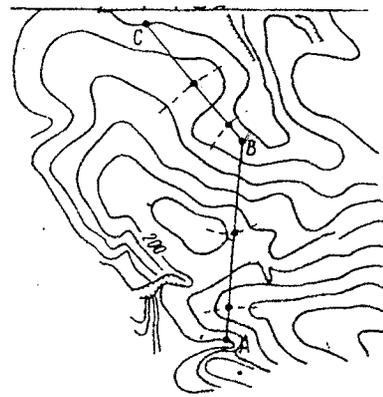


Рис. 3.2. План местности вдоль линии АВС

наибольшего удаления от горизонталей. На рис. 2 это точки пересечения линии АВС со штриховыми линиями;

б) вычислить отметки точек, указанных в пункте «а»);

в) пользуясь циркулем-измерителем и поперечным или линейным масштабом, определить расстояние от точки А до точек пересечения отрезка АВ с горизонталями и до точек, указанных в пункте «а»). Записать полученные расстояния на кальке около соответствующих точек. Затем, измеряя расстояния от точки В, сделать то же для отрезка ВС;

г) в нижней части листа миллиметровой бумаги с размерами 297·210 мм начертить сетку продольного профиля (рис.3). Длина сетки определяется длиной линии АВС в масштабе 1:10000;

д) расположив точку А на утолщенной вертикальной линии миллиметровки, отложить от нее записанные на кальке расстояния в масштабе 1:10000, начертить в графе «расстояния» вертикальные отрезки и около них написать отметки точек (см. рис. 3). От вертикального отрезка, соответствующего точке В, выполнить описанные операции для отрезка ВС;

е) вычислить и записать в нижней графе сетки профиля расстояния между соседними точками;

ж) для верхней линии сетки профиля выбрать отметку с таким расчетом, чтобы наименьшая ордината профиля составляла 4—6 см, а на утолщенные горизонтальные сантиметровые линии миллиметровки приходились отметки, кратные 10 м (при вертикальном масштабе профиля 1:1000, т. е. в 1 см – 10 м). Сделать на профиле соответствующие надписи (на рис. 3 верхней линии сетки соответствует отметка 120 м, надписаны линии с отметками 180, 190, 200, 210 м);

з) ориентируясь на эти надписи, для всех внесенных в сетку профиля отметок земной поверхности нанести соответствующие им точки и соединить их прямыми линиями. Построенная таким образом ломаная линия и будет

линией профиля земной поверхности по ABC. От каждой точки провести ординату — вертикальную линию до верхней линии сетки профиля.

9. Об определении географических координат пункта, заданного на карте, см. [1, 2, 3].

10. Порядок определения дирекционного угла, географического и магнитного азимутов линии, заданной на карте, см. [1, 3].

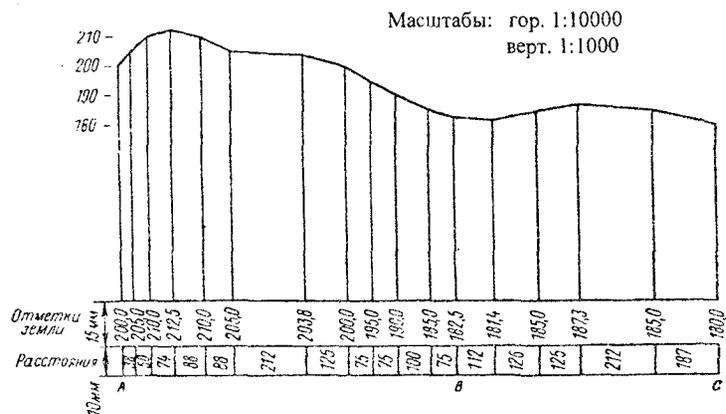


Рис. 3. Профиль местности по линии ABC

11. Решение задачи состоит в последовательном определении номенклатуры листов карты масштабов 1:1000000, 1:100000, 1:50000, 1:25000 и 1:10000, на которые приходится заданный пункт N. Решение рекомендуется выполнить путем составления схем разграфки листов карт перечисленных выше масштабов. На схемах нужно указать долготу и широту границ листов карт, на которые приходится пункт N, а рядом со схемами написать номенклатуру этих листов.

Ниже рассмотрен пример решения задачи для точки N, имеющей широту $5=41^{\circ}46'$ и долготу $L=69^{\circ}33'$.

Согласно международной разграфке листы карты М 1: 1000000 (рис. 4) ограничены меридианами и параллелями и имеют размеры по широте 4° (ряды) и по долготе 6° (колонны).

Ряд, в котором расположен пункт N, ограничен параллелями с широтой $B=40^{\circ}$ и $B=44^{\circ}$ (ближайшие к пункту N параллели, широта которых кратна 4°). Этот ряд обозначается буквой К (см. схему разграфки карты масштаба

М 1:1000000, приведенную на рис. 4). Пункт N приходится на колонну, заключенную между меридианами с долготой $L=66^{\circ}$ и $L=72^{\circ}$ (ближайшие к пункту N меридианы, долгота которых кратна 6°). Эта колонна имеет номер 42 (см. рис. 4). Таким образом, номенклатура листа М 1:1000000 имеет вид К-42 (рис. 5).

Листу карты масштаба 1:1000000 соответствуют 144 листа карты М 1:100000 (рис. 6), нумеруемые от 1 до 144. Непосредственно из схемы видно, что пункт N приходится на лист номер 80. Номенклатура этого листа К-42-80. Лист карты М 1:100000 разбивается на 4 листа М 1:50000, обозначаемые заглавными буквами русского алфавита: А, Б, В, Г (рис. 7). Пункт N располагается в пределах листа В, номенклатура которого записывается в виде К-42-80-В. Из листа карты М 1:50000 образуется 4 листа М 1:25000, обозначаемые строчными буквами: а, б, в, г. Пункт N находится на листе с номенклатурой К-42-80-В-а (рис. 8). Листы карты М 1:10000, получаемые делением листа М 1:25000 на четыре части, обозначаются цифрами 1, 2, 3, 4. Пункт N приходится на лист К-42-80-В-а-3 (рис.9).

Студент должен представить на рецензию следующие материалы:

- 1) кальки с графическими построениями и вычисления, составляющие решение изложенных задач;
- 2) таблицу с описанием ситуации и рельефа в заданных квадратах;
- 3) схематический продольный профиль местности по линии ABC;
- 4) схемы разграфки листов карт с обозначением их номенклатуры в соответствии с указаниями к пункту 10.

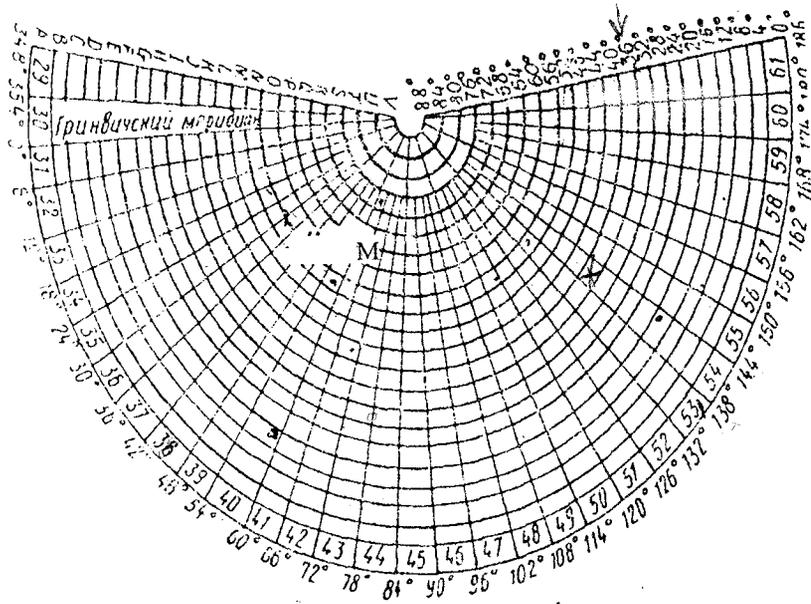


Рис.4 Разграфка карты. М 1:1000000

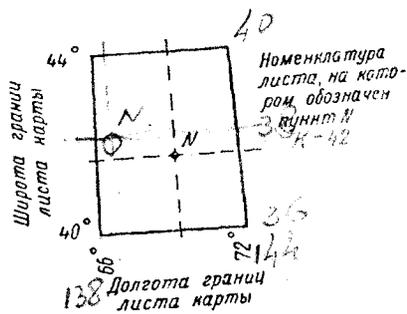


Рис. 5 Схема листа карты М 1:1000000

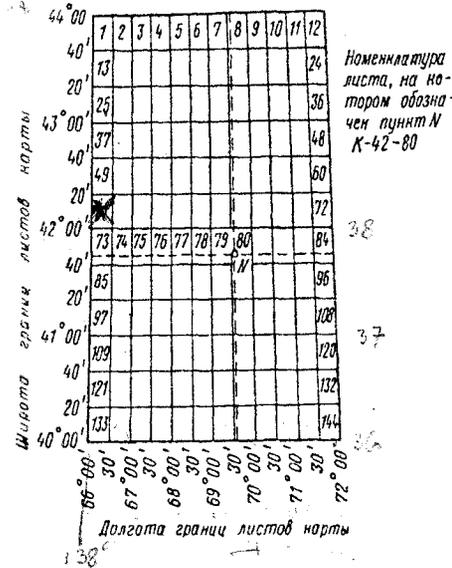


Рис. 6. Схема разграфки листа карты М 1:1000000 на листы М 1:100000

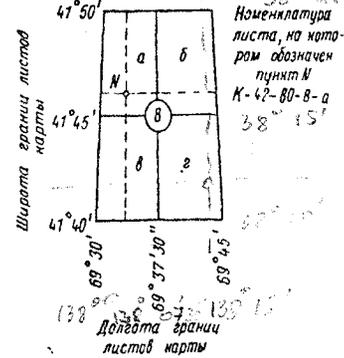


Рис. 3.8. Схема разграфки листа карты М 1:1000000 на листы М 1:100000

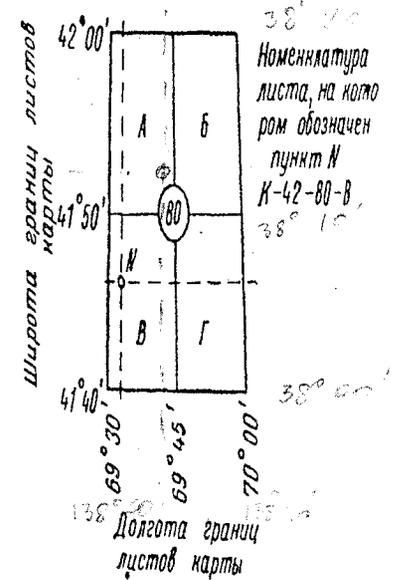


Рис. 7. Схема разграфки листа карты М 1:100000 на листы М 1:50000

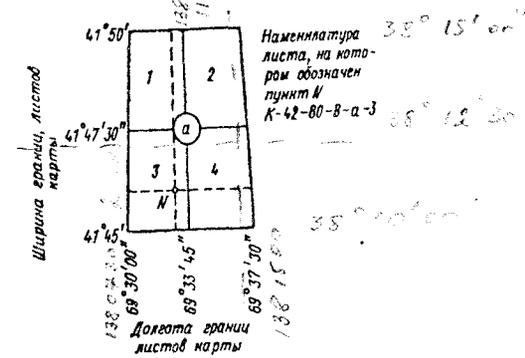


Рис. 3.9. Схема разграфки листа карты М 1:1000000 на листы М 1:100000

**2.3. РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА
«ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ ТЕОДОЛИТНОЙ СЪЕМКИ.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ»**

2.3.1. Исходные данные

По границе снимаемого участка проложен замкнутый теодолитный ход, в котором горизонтальные углы измерены теодолитом 2ТЗО полным приемом, длины сторон — землемерной лентой ЛЗ-20 (в прямом и обратном направлениях), углы наклона к горизонту — эклиметром.

Плановая привязка теодолитного хода произведена к пунктам № 11 и № 12 геодезической сети сгущения. При этом измерены правые по ходу горизонтальные углы и длина линии между пунктом № 12 и точкой № 2.

Результаты полевых измерений приведены в табл. 2.4.

Съемка ситуации выполнена на основе теодолитного хода, абрисы изображены на рис. 10. Исходный дирекционный угол стороны п. 11—12 и координаты п. 12 принимаются согласно табл. 2.5 в соответствии с номером варианта исходных данных.

2.3.2. Задание

1. Обработать журнал теодолитной съемки.
2. Вычислить координаты точек теодолитного хода, произведя увязку углов и приращений координат.
3. Построить план участка местности по координатам точек теодолитного хода в масштабе 1:2000. Ситуацию изобразить в соответствии с указаниями, приведенными в Приложении.
4. Определить общую площадь участка по координатам точек теодолитного хода и площади отдельных участков геометрическим способом или планиметром.

2.3.3. Указания по выполнению работы

Обработка журнала теодолитной съемки

Журнал рекомендуется обрабатывать в следующем порядке.

1. Переписать в журнал результаты полевых измерений.

2. Вычислить горизонтальные углы по отсчетам, полученным в первом и втором полуприемах (при КП и КЛ) по формуле

$$\beta = a - b,$$

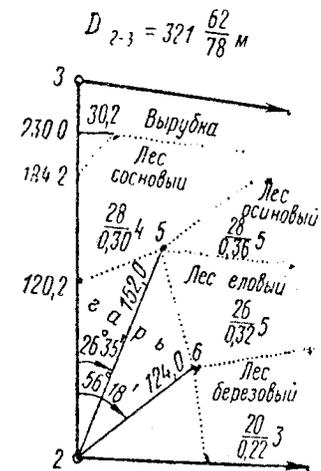
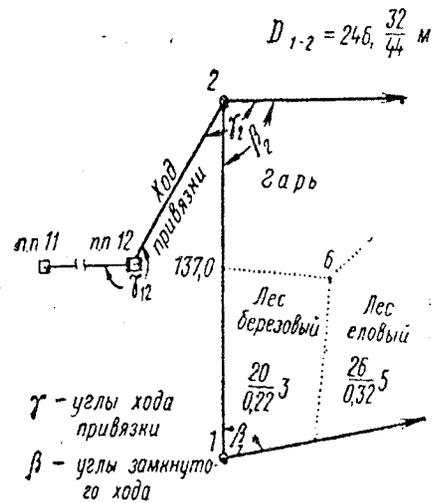
- где a - отсчет по лимбу при визировании на заднюю (правую) точку;
 b - то же на переднюю (левую) точку.

Таблица 2.4

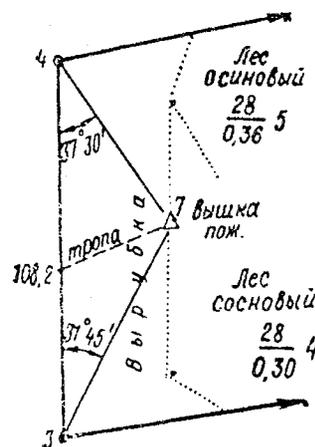
Журнал измерений															
Номер точки стояния прибора	Положение вертикального круга	Номер точки наблюдения	Отсчеты по горизонтальному кругу		Величина угла		Средняя величина угла		Угол наклонной линии	Длина линии, м				Примечание	
			Градусы	Минуты	Градусы	Минуты	Градусы	Минуты		между точками	первого и второго измерения	среднее из двух измерений	исправленная за наклонной		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Основной замкнутый ход															
1	КП	4	24	51						1-2	246,32				
		2	301	28											
	КЛ	4	196	36						246,44					
		2	113	13											
2	КП	1	236	38						2-3	321,62				
		3	145	52											
	КЛ	1	83	35						321,78					
		3	352	47											
3	КП	2	339	52						5°30'	3-4	222,83			
		4	261	15											
	КЛ	2	61	46						222,93					
		4	343	11											

Окончание табл. 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	КП	3	188	43	Привязочный ход от п. 12 к точке № 2 замкнутого хода	4-1	282,40							
		1	81	26										
	3	341	03											
4	КЛ	1	233	48										
		п. 11	205	58	Съемка точки № 7 (пожарной вышки) способом угловых засечек с точек № 3 и 4									
2	333	15												
КЛ	п. 11	357	36											
	2	124	13											
2	КП	п. 12	346	14	Съемка участка гари полярным способом с точки № 2	2-5	152,0							
		3	238	13										
	КЛ	п. 12	320	31										
3		212	30											
4	КЛ	3	185	24	Съемка участка гари полярным способом с точки № 2	2-6	124,0							
3	КЛ	7	147	54										
		7	205	52										
2	КП	3	0	00	Съемка участка гари полярным способом с точки № 2									
		5	26	35										
	КЛ	6	56	18										
		3	0	00										



$D_{3-4} = 222 \frac{93}{83} \text{ м}, \gamma_{3-4} = 5^\circ 30'$



$D_{4-1} = 282 \frac{30}{40} \text{ м}$

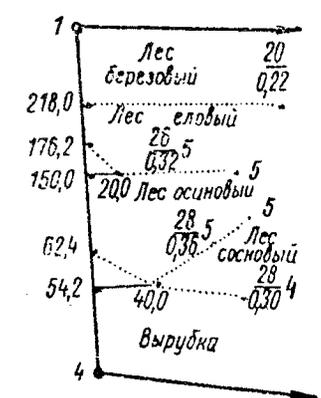


Рис. 10. Абрисы участка

Таблица 2.5
Дирекционные углы линии п. 11—12 (α_{11-12}) и координаты п. 12 (x_{12} , y_{12})

Номер варианта	(α_{11-12})		y_{12} , м	x_{12} , м
	градусы	минуты		
1	11	34	5432502,16	8544500,35
2	57	51	5432510,21	8544521,79
3	78	25	5432525,89	8544564,35
4	93	26	5432542,33	8544581,02
5	125	01	5432609,25	8544617,86
6	156	44	5432629,18	8544638,65
7	179	13	5432636,34	8544699,45
8	218	32	5432661,51	8544713,25
9	244	11	5432677,11	8544731,55
10	261	16	5432693,76	8544744,24
11	281	34	5432704,95	8544788,91
12	301	58	5432723,74	8544809,06
13	318	19	5432744,44	8544837,64
14	330	52	5432766,58	8544874,18
15	346	16	5432777,36	8544899,39

Если $|\beta_{кп} - \beta_{кл}| \leq 2t$, где t — точность отсчетного устройства теодолита, то следует вычислить среднее значение угла:

$$\beta_{hg} = \frac{\beta_{af} + \beta_{ab}}{2}$$

При больших расхождениях следует проверить правильность вычисления углов в полуприемах.

3. Вычислить средние значения длины линий по результатам измерения в прямом и обратном направлениях:

$$D_{hg} = \frac{D_{fg} + D_{exg}}{2}$$

Вычислить горизонтальные проложения (проекции) измеренных линий, углы наклона которых v к горизонту более 2° :

$$D = D_{ср} \cos v$$

В приведенных результатах измерений только сторона 3—4 имеет наклон линии к горизонту более 2° .

Составление ведомости вычисления координат точек теодолитного хода

Исходными данными для составления ведомости являются:

- средние значения горизонтальных углов;
- горизонтальные проложения сторон теодолитного хода;
- дирекционный угол стороны п. 11—12;
- координаты п. 12.

Ведомость рекомендуется заполнять в следующем порядке (пример заполнения дан в табл. 2.6).

1. Занести в ведомость измеренные углы, длины сторон, дирекционный угол стороны 11—12, а также координаты п. 12.

2. Вычислить фактическую и допустимую невязки замкнутого теодолитного хода и сравнить их. Если фактическая невязка не превышает допустимой, увязать углы, см. [1, 2, 3].

3. Вычислить дирекционные углы сторон теодолитного хода и проверить правильность вычислений, см. [1, 2, 3].

4. Вычислить приращения координат, произвести их контроль и увязку. При использовании микрокалькулятора, вычисляющего тригонометрические функции, приращения координат определяют по формулам

$$\Delta x = d \cos \alpha, \quad \Delta y = d \sin \alpha,$$

где d — горизонтальное проложение стороны теодолитного хода;
 α — дирекционный угол этой стороны.

Значения Δx и Δy в этом случае получаются с соответствующими знаками (+ или —).

При использовании таблицы тригонометрических функций в приведенных формулах дирекционные углы заменяют соответствующими им румбами и вычисляют модули (абсолютные значения) приращений. Знаки приращений определяют по наименованию румба (табл. 2.7).

Порядок контроля и увязки приращений подробно рассмотрен в учебниках [1, 2, 3].

Таблица 2.6

Ведомость вычисления координат (пример)

Номера точек	Измеренные углы, β	Поправка	Исправленные углы	Румбы, r	Длина линии (горизонт. прог.), d	Вычисленные приращения				Исправленные приращения				Координаты	
						Δx	Δy	Поправки	±	Δx	Δy	Поправки	±	x	y
Ход привязки от п. 15 к точке 1 замкнутого хода															
п. 14															
п. 15	203°14'		203°14'	ЮВ:17°14'										578,34	446,58
1	129°15'		129°15'	ЮВ:40°28'	148,64	-113,08	+96,46							465,26	543,04
2				ЮЗ:10°17'											
Замкнутый ход.															
1	89°12'	+1'	89°13'	ЮЗ:10°17'	124,61	-122,61	+0,02	-22,25	-0,05					465,26	543,04
2	63°38'	+1'	63°39'	ЮЗ:53°22'	273,09	+162,95	+0,04	-219,14	-0,08					342,67	520,74
3	27°08'		27°08'	СЗ:80°30'	244,94	-40,43	+0,03	241,59	-0,07					505,66	301,52
1	179°58'	+2'	187°00'		642,64	-0,09	+0,09	+0,20	-0,20					465,26	543,04

Таблица 2.7
Знаки приращений координат

Приращения	Наименование румба			
	СВ	ЮВ	ЮЗ	СЗ
Δx	+	-	-	+
Δy	+	+	-	-

5. Вычислить координаты точек теодолитного хода. По координатам исходного пункта и исправленным приращениям координат последовательно вычисляют координаты точек теодолитного хода по формулам

$$x_{i+1} = x_i + \Delta x_i, \quad y_{i+1} = y_i + \Delta y_i.$$

Обозначения те же, что и в учебниках [1, 2, 3]. Координаты точки 2 замкнутого хода, полученные по координатам точки 1 и приращениям $\Delta x_{1,2}$ и $\Delta y_{1,2}$, должны точно совпасть с координатами точки 2, вычисленными по данным хода привязки (см. табл. 2.6, координаты точки 1):

$$f_{\beta} = \Sigma \beta_{и} - \Sigma \beta_{т};$$

$$\Sigma \beta_{т} = 180^\circ(n - 2) = 180^\circ(3 - 2) = 180^\circ;$$

$$f_{\beta} = 179^\circ 58' - 180^\circ = -2';$$

$$f_{\beta_1} = \pm 3 m_{\beta} \sqrt{n} = \pm 3 \cdot 0,5' \sqrt{3} \approx \pm 3';$$

$$f_g = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{(-0,09)^2 + (0,2)^2} = \sqrt{0,0081 + 0,04} = \sqrt{0,0481} \approx 0,22 \text{ м};$$

$$\frac{f_p}{P} = \frac{0,22}{642,64} = \frac{1}{2921} < \frac{1}{2000}.$$

Вычерчивание плана

На листе чертежной бумаги размером 210x297 мм с помощью циркуля и линейки строят координатную сетку с размером квадратов 5x5 см (в масштабе 1:2000 сторона квадрата соответствует 100 м).

Размеры сетки определяют по разностям наибольших и наименьших значений координат точек теодолитного хода. Линии координатной сетки размещают и надписывают с таким расчетом, чтобы план расположился в средней части листа (рис. 11).

Правильность построения координатной сетки проверяется измерением сторон и диагоналей квадратов. Погрешность построения не должна превышать 0,2 мм.

Далее по координатам наносят на план точки замкнутого теодолитного хода, а также п. 12. Построение контуров участков выполняют по данным, содержащимся в абрисах, в соответствии с использованными способами съемки ситуации. При построении плана пользуются транспортиром, циркулем-измерителем и линейкой. Нанося на план условные знаки, нужно строго соблюдать форму, размеры и расположение отдельных значков, а также дополняющих знаки надписей.

Необходимые данные об условных знаках приведены в Приложении. План оформляют в туши. Пример оформления плана приведен на рис. 11.

Определение площадей

Площадь полигона вычисляют аналитическим способом по координатам точек теодолитного хода, используя формулы, приведенные в учебниках. Пример вычисления площади по координатам точек приведен в табл. 2.8. Координаты точек приняты по табл. 2.6. Площади участков (выделов) на плане рекомендуется измерить планиметром. Описание планиметра и порядка его использования имеется в учебнике [1].

В процессе измерения площадей участков планиметром заполняют ведомость, пример которой приведен в табл. 2.9.

Площадь полигона, вычисленная по координатам, $S_k=1,53$ га. Невязка $\Delta S=0,01$. Относительная ошибка $\frac{\Delta S}{S} = \frac{0,01}{1,53} = \frac{1}{153}$

Измерив площади всех участков, располагающихся в пределах полигона, оценивают точность полученных результатов и выполняют увязку площадей. Считая истинной величину площади полигона, вычисленную по координатам точек теодолитного хода S_k , определяют абсолютную погрешность ΔS суммы площадей, измеренных планиметром, $\Delta S = S_B - S_k$, где S_B — сумма площадей, измеренных планиметром.

Если относительная погрешность $\frac{\Delta S}{S} \leq \frac{1}{100}$, невязку ΔS распределяют с обратным знаком на все площади пропорционально последним, причем поправки округляют до 0,01 га. Сумма увязанных площадей должна быть равна S_k .

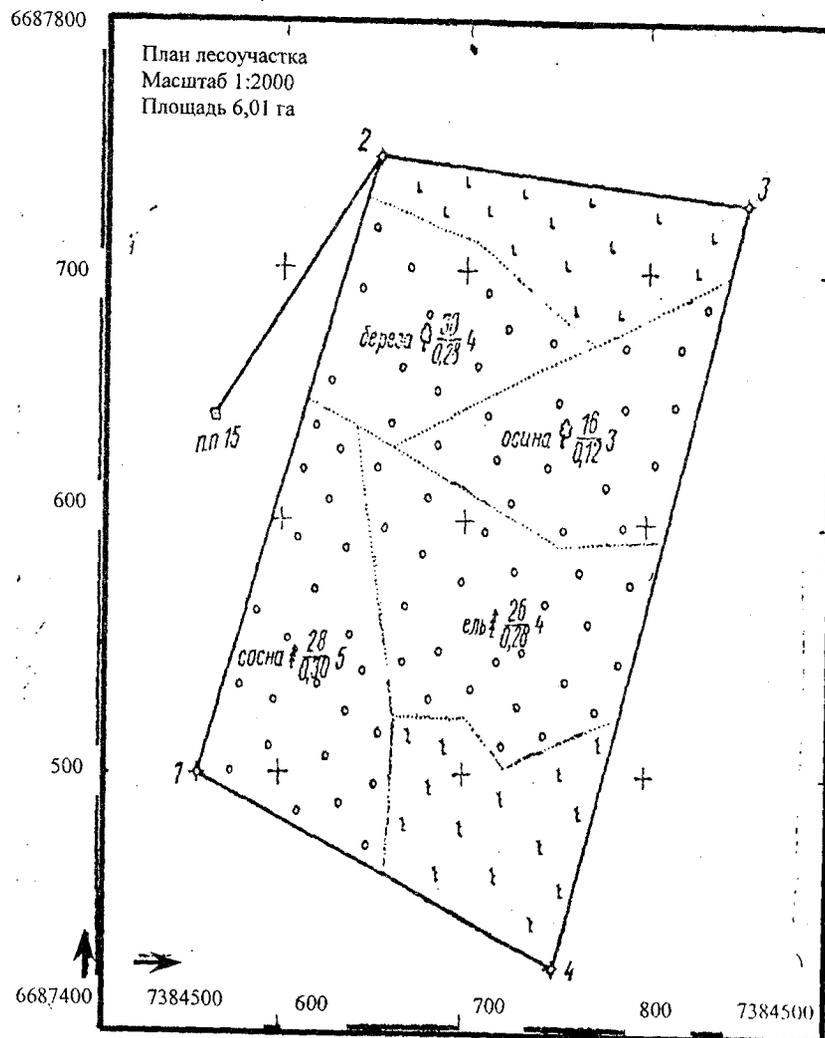


Рис. 11. Пример оформления плана

Таблица 2.8

Ведомость вычисления площади полигона по координатам точек (пример)

Номер точки	Координаты		$y_{i+1} - y_i$	$x_{i+1} - x_i$	$x_i(y_{i+1} - y_i)$	$y_i(x_{i+1} - x_i)$
	x	y				
1	2	3	4	5	6	7
1	465,26	543,04	219,22	162,99	101994,290	88510,089
2	342,67	520,74	-241,52	-40,40	-82761,658	-21037,896
3	505,66	301,52	22,30	-122,59	11276,218	-36963,336
			$\Sigma=0$	$\Sigma=0$	$\Sigma=30508,860$	$\Sigma=30508,857$

$$2S = 30508,86 \text{ м}^2 ; S = 15254,43 \text{ м}^2 = 1,53 \text{ га.}$$

В случае отсутствия планиметра следует использовать геометрический способ определения площади. Измеряемый участок разбивают на простейшие геометрические фигуры (главным образом на треугольники). Измеряя элементы фигур (основания, высоты), вычисляют их площади и, суммируя последние, получают площади участков.

К геометрическому способу относится вычисление площадей с помощью палеток [1, 2]. Палетку можно изготовить, начертив на листе прозрачного материала (например, кальки) сетку квадратов со сторонами 2 ... 5 мм.

Можно также использовать палетку в виде равноотстоящих параллельных линий, с помощью которых измеряемая площадь разбивается на трапеции [1].

Измеряя площади геометрическим способом, составляют ведомость, подобную приведенной. Площади участков заносят в графу «вычисленная площадь» и суммируют их. Затем вычисляют абсолютную и относительную погрешности. Если последняя не превышает 1/50, делают увязку площадей.

Таблица 2.9

Ведомость вычисления площадей участков планиметром (пример).
 Определение цены деления планиметра обводом квадрата 10 см x 10 см.
 Площадь квадрата 10 см x 10 см в М 1:2000 равна $S_H=4,00$ га.

Масштаб плана 1 : 2000. Планиметр полярный № 0839.
 Цена деления $p=0,00506$ га

№ п/п	Описание контуров	Отсчеты по счетному механизму		Разность отсчетов, (n_1-n_2)	Среднее из разностей отсчетов, $(n_1-n_2)_{ср}$	Площадь, га		
		после обвода, n_2	до обвода, n_1			вычисленная	поправка	увязанная
Квадрат 10 см x 10 см		2118	1331	787	788			
		2908	2118	790				
		3965	2908	787				
		$\dot{a} = \frac{S}{(n_2 - n_1)_{ср}} = \frac{4zw}{788} = 0,00506 \text{ га (до сотых тысяч)}$						
1	Ель	1582	1524	58	59	0,30	+0,01	0,31
		1642	1582	60				
2	Гарь	1371	1351	20	19	0,10		0,10
		1388	1370	18				
3	Сосна	2572	2520	52	51	0,26		0,26
		2622	2572	50				
4	Вырубка	3690	3635	55	54	0,27		0,27
		3743	3690	53				
5	Береза	3720	3661	59	58	0,29		0,29
		3777	3720	57				
6	Осина	4376	4316	60	59	0,30		0,30
		4434	4376	58				
					Итого	1,52	+0,01	1,53

По разделу 2.3 на рецензию следует представить:

- 1) пояснительную записку с расчетами;
- 2) обработанный журнал теодолитной съемки;
- 3) ведомость вычисления координат точек теодолитного хода;
- 4) план участка местности;
- 5) ведомость вычисления площади полигона;
- 6) ведомость вычисления площадей участков.

2.4 ЗАДАЧА И ВОПРОСЫ К ТЕМАМ «ИЗМЕРЕНИЕ УГЛОВ» И «ИЗМЕРЕНИЕ ДЛИН ЛИНИЙ»

Задача

Для проверки перпендикулярности визирной оси зрительной трубы теодолита ТЗ0 к оси вращения трубы производились отсчеты по горизонтальному кругу при наведении трубы на одну и ту же точку.

Отсчеты брались при двух положениях лимба (до и после поворота его на 180 градусов) и при двух положениях вертикального круга (КП и КЛ).

Полученные отсчеты приведены в табл. 2.10.

Определить величину коллимационной ошибки, установить, допустима ли она, и указать порядок юстировки.

Вопросы

1. Перечислите основные части теодолита и укажите их назначение.
2. Какие требования предъявляют к взаимному расположению осей теодолита? Ответ сопроводите схемой.
3. Для чего служат отсчетные устройства и какие виды этих устройств имеют технические теодолиты?
4. Перечислите основные части зрительной трубы и укажите их назначение. Что называется визирной осью зрительной трубы? Как установить зрительную трубу для наблюдения?
5. Какие существуют типы уровней? Их назначение. Что называется нульпунктом и осью цилиндрического уровня? Что такое цена деления уровня?

Таблица 2.10

Отсчеты по горизонтальному кругу,
произведенные при проверке теодолита ТЗ0

Номер варианта	Отсчеты по горизонтальному кругу							
	До поворота лимба				После поворота лимба примерно на 180°			
	КП		КЛ		КП		КЛ	
	градус	минута	градус	минута	градус	минута	градус	минута
1	1	25	181	29	181	01	1	05
2	324	38	144	39	143	25	323	26
3	45	37	225	40	224	11	44	14
4	115	23	195	20	295	58	115	55
5	275	56	95	54	94	13	274	11
6	62	46	242	50	241	33	61	37
7	144	21	324	18	325	44	145	41
8	93	50	273	55	274	09	94	14
9	211	14	31	20	31	45	211	51
10	349	11	169	155	171	22	351	26
11	76	34	256	36	255	52	75	54
12	173	15	353	14	352	54	172	53
13	110	17	290	11	291	18	111	12
14	25	28	205	24	206	37	26	33
15	255	39	75	45	74	29	254	35

6. Из каких операций складывается установка теодолита в рабочее положение на станции для измерения угла?

7. Что называется местом нуля вертикального круга? Как определяют место нуля вертикального круга и как его приводят к нулю? Какова цель такого приведения?

8. В чем сущность явления параллакса сетки нитей? Как устранить параллакс?

9. Что значит ориентировать линию на местности? Какие различают углы ориентирования линий? Что называется географическим азимутом линий? Какова взаимосвязь между прямыми и обратными географическими азимутами линий?

10. Что называется склонением магнитной стрелки? Какая связь между географическими и магнитными азимутами? Ответ сопроводите схемой для случаев восточного и западного склонения.

11. Что называется сближением меридианов? Какова взаимосвязь между дирекционным углом и географическим азимутом? Ответ сопроводите схемой.

12. В чём заключается подготовка линий к непосредственному измерению их длин мерными приборами? Как производят вешение с помощью геодезического прибора и глазомерно?

13. Расскажите о порядке измерения длин линий землемерной лентой ЛЗ-20 с комплектом в шесть шпилек. Какова точность измерения длины линий на местности землемерной лентой ЛЗ-20 и от чего она зависит?

14. Как устроен нитяной дальномер и как определяется коэффициент нитяного дальномера?

15. Как определяется расстояние нитяным дальномером и с какой относительной погрешностью можно измерять длины линий нитяным дальномером?

ПРИЛОЖЕНИЕ

Выдержки из руководства «Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1: 2000, 1:1000, 1:500» (М.: Недра, 1973)

Номер	Названия условных знаков и пояснения по их изображению	Изображение на планах М 1 : 2000
1	Пункты геодезических сетей местного значения (сетей сгущения) и их номера. (15 — номер пункта; 2,0 — размер значка, 0,2 — толщина линии в мм). Изображаются черным цветом.	
2	Точки плановых съемочных сетей, закрепленные на местности и их номера (5 — номер точки, 1,5 и 2,5 — размеры в мм). Изображаются черным цветом.	
3	Пересечения координатных линий (3,0 — размер в мм). Изображаются зеленым цветом.	
4	Контуры участков (1,0 Т — расстояние между соседними участками в мм). Изображаются черным цветом.	
5	Вышки легкого типа — наблюдательные, пожарные и др. (3,5 и 1,5 — размеры в мм). Изображаются черным цветом.	
6	Тропы (2,0 — длина штрихов, 1,0 — интервал между ними, 0,15 — толщина линий в мм). Изображаются черным цветом.	

Продолжение приложения

Номер	Названия условных знаков и пояснения по их изображению	Изображение на планах М 1 : 2000
7	Леса: а хвойные; б лиственные. Название породы, ее обозначение. Характеристики древостоя (числитель — средняя высота, знаменатель — средняя толщина стволов, срава — среднее расстояние между древостоями; 1,5 — диаметр кружков в мм*. Значки и надписи выполняются черным цветом.	
8	Вырубленные участки леса (вырубка) 1,8 — размер знака в мм*. Изображаются черным цветом.	
9	Горелые и сухостойные участки леса. 2,5 — высота значка в мм*. Изображаются черным цветом.	
10	Обозначения древесных пород леса: а — хвойные (общий знак); б — лиственные (общий знак). 2,5, и 1,5 — размеры в мм. Изображаются черным цветом.	

* Общее количество знаков на изображаемом участке принимается из расчёта 1 значок на 1 ... 2 см² площади участка. Значки помещаются произвольно без разграфки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баршай С.Е., Нестеренок В.Ф., Хренов Л.С. Инженерная геодезия. Минск. Высшая школа, 1976.
2. Ключин Е.Б., Киселев М.И. и др. Инженерная геодезия. Учебник для ВУЗов. М., Высшая школа, 2002г.
3. Фёдоров Г.А. Инженерная геодезия. Учебник. М., Высшая школа, 2002г.