

А.Я. Сафонов, К.Н. Шумаев, Т.Т. Миллер, Ю.В. Горбунова

**УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА
ПО ПОЛУЧЕНИЮ ПЕРВИЧНЫХ
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ УМЕНИЙ
И НАВЫКОВ**

Красноярск 2020

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

**УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА
ПО ПОЛУЧЕНИЮ ПЕРВИЧНЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ
УМЕНИЙ И НАВЫКОВ**

Рекомендовано учебно-методическим советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет» для внутривузовского использования в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлению 21.03.02 «Землеустройство и кадастры»

Электронное издание

Красноярск 2020

ББК 26.12я73

У 91

Рецензенты:

*О. С. Артемьев, доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
профессор кафедры лесной таксации, лесоустройства
и геодезии ФГБОУ ВО «Сибирский государственный
университет науки и технологий им. академика
М. Ф. Решетнева»*

*О. А. Лосева, главный специалист-эксперт отдела
землеустройства и мониторинга земель, кадастровой
оценки недвижимости, геодезии и картографии Управления
Росреестра по Красноярскому краю*

Авторы:

Сафонов А. Я.

Шумаев К. Н.

Миллер Т. Т.

Горбунова Ю. В.

**У 91 Учебная практика по получению первичных профес-
сиональных умений и навыков [Электронный ресурс]: учеб.
пособие / А. Я. Сафонов, К. Н. Шумаев, Т. Т. Миллер, Ю. В. Гор-
бунова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2020. – 222 с.**

Учебное пособие разработано в соответствии с утверждённой програм-
мой «Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и
навыков». Подробно изложена методика выполнения поверок геодезических
приборов, полевых и камеральных работ при прохождении учебной практики
по получению профессиональных умений и навыков.

Предназначено для студентов Института землеустройства, кадастров и
природообустройства направления 21.03.02 «Землеустройство и кадастры»
очной и заочной форм обучения.

ББК 26.12я73

© Сафонов А. Я., Шумаев К. Н.,
Миллер Т. Т., Горбунова Ю. В., 2020
© ФГБОУ ВО «Красноярский государственный
аграрный университет», 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	6
1 Цели и задачи учебной практики	11
2 Требования к уровню освоения дисциплины	13
3 Структура, содержание и организация учебной практики	15
3.1 Структура и содержание учебной практики	15
3.2 Организация учебной практики	17
4 Устройство геодезических приборов	20
4.1 Устройство теодолита 4Т30П	20
4.2 Устройство электронного теодолита VEGA TEO5...	24
4.2.1 Устройство и характеристика теодолита TEO5	24
4.2.2 Функции дисплея и клавиш управления электронного теодолита TEO5	27
4.2.3 Установка источника питания	27
4.2.4 Настройка измерений	30
4.2.5 Приведение теодолита в рабочее положение	31
4.3 Устройство нивелира ЗНЗКЛ	36
Контрольные вопросы для самоподготовки	39
5 Поверки и юстировки геодезических приборов	42
5.1 Поверки и юстировки теодолита 4Т30П	42
5.2 Поверки и юстировки электронного теодолита TEO5	47
5.3 Поверки и юстировки нивелира ЗНЗКЛ	53
Контрольные вопросы для самоподготовки	57
6 Составление плана объекта недвижимости	59
6.1 Горизонтальная съёмка объекта недвижимости ...	59
6.1.1 Рекогносцировка местности и закрепление точек теодолитного хода	59
6.1.2 Измерение углов и сторон теодолитного хода	59
6.1.3 Привязка теодолитного хода к опорной сети...	62
6.1.4 Требования к детальности отображения ситуации при крупномасштабной съёмке	64
6.1.5 Съёмка ситуации	67
6.2 Камеральная обработка результатов теодолитной съёмки	73
6.3 Построение плана	78

6.4 Оформление рамки и зарамочные надписи	82
6.5 Ситуация и написание названий объектов ситуации	85
Контрольные вопросы для самоподготовки	89
7 Геодезическое трассирование линейного объекта	91
7.1 Техническое нивелирование	91
7.2 Полевое трассирование. Разбивка пикетажа	95
7.3 Расчёт элементов круговой кривой	98
7.4 Расчёт пикетажного положения главных точек кривой	99
7.5 Порядок разбивки главных точек кривой на местности	100
7.6 Привязка и нивелирование трассы	102
7.7 Обработка журнала геометрического нивелиро- вания	107
7.8 Построение продольного профиля трассы	111
7.9 Составление ведомости прямых вставок и круговых кривых	115
Контрольные вопросы для самоподготовки	117
8 Нивелирование и вертикальная планировка строительной площадки для создания объекта недвижимости	120
8.1 Полевые работы	120
8.1.1 Разбивочные работы	120
8.1.2 Подготовительные работы	122
8.1.3 Нивелирование вершин квадратов	124
8.2 Камеральные работы	126
8.2.1 Расчёт высот точек вершин квадратов	126
8.2.2 Составление топографического плана участка строительной площадки для создаваемого объекта недвижимости	128
8.2.3 Оформление топографического плана строительной площадки объекта недвижимости ...	132
8.2.4 Вертикальная планировка под горизонталь- ную площадку	133
8.2.5 Составление картограммы земляных работ ..	135
8.2.6 Оформление картограммы земляных работ ..	138
8.2.7 Вычисление объёма земляных работ	140
Контрольные вопросы для самоподготовки	144

9 Результаты полевых работ	146
10 Оформление полевых журналов	147
11 Технический отчёт	148
12 Текущий контроль и защита отчёта по учебной практике	149
13 Охрана труда и правила безопасного выполнения работ при ведении топографо-геодезических и камеральных работ	154
13.1 Охрана труда и правила техники безопасности при ведении топографо-геодезических работ	154
13.2 Охрана труда и техника безопасности при выполнении камеральных работ	157
Контрольные вопросы для самоподготовки	158
Тестовые задания по практике	159
Ответы на тестовые задания	195
Заключение	203
Библиографический список	204
Приложения	211
Приложение А. Каталог координат и высот пунктов полигонометрии 2-го разряда геодезического полигона Красноярского ГАУ	211
Приложение Б. Пример использования таблиц В.Н. Ганьшина, Л.С. Хренова для определения основных элементов круговых кривых	213
Приложение В. Образец оформления титульного листа отчёта бригады	215
Приложение Г. Показатели и критерии оценки результатов обучения	216

ВВЕДЕНИЕ

Место учебной практики в структуре ОПОП бакалавриата по направлению подготовки 21.03.02 «Землеустройство и кадастры» для профилей «Землеустройство, «Земельный кадастр» и «Городской кадастр».

Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков Б2.В.01(У) является одним из важнейших этапов практического обучения в высшем учебном заведении, организуется на 1-м курсе бакалавриата, когда студенты уже получили теоретические знания в области геодезии, освоили методику отдельных геодезических измерений, но ещё не приобрели умения и навыки выполнения работ на практике. Данный курс позволяет познакомиться со средствами, методами и технологией геодезических работ при землеустройстве и ведении государственного кадастра объектов недвижимости. Основные навыки работы с геодезическими приборами, умение создать съёмочное обоснование, выполнять съёмку с соблюдением всех нормативно-технических требований студенты получают во время учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков.

Учебная практика является обязательной и представляет собой вид учебных занятий, непосредственно ориентированных на профессионально-практическую подготовку обучающихся, процесс закрепления полученных знаний в целях:

1) закрепления и углубления знаний, полученных студентами в процессе теоретического обучения, по применению конституционного, административного, муниципального законодательства, нормативных актов и инструкций по выполнению геодезических и кадастровых работ;

2) приобретения и развития профессиональных навыков и компетенций, углубления уже полученных в ходе теоретического обучения;

3) получения опыта самостоятельной профессиональной деятельности с использованием современных геодезических приборов;

4) приобретения навыка систематизации, структурирования и технического оформления получаемых данных.

Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков базируется на предметах и дисциплинах основной профессиональной образовательной программы бакалавриата. Приступающий к прохождению учебной практики студент должен обладать теоретическими знаниями, полученными в процессе изучения дисциплин.

Учебная практика призвана начать формирование профессиональной компетентности, высокой культуры и гражданской активности у студентов, будущих бакалавров в области землеустройства и кадастров.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, являются «Высшая математика», «Физика», «Информатика», «Инженерная графика», «Геодезия», «Топографическое черчение» и «Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков научно-исследовательской деятельности».

«Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Основы строительного дела», «Организация и технология работ по природообустройству и водопользованию», «Инженерное обустройство территории», «Прикладная геодезия», «Исполнительская практика».

Форма проведения практики непрерывная. Полевая и камеральная практика. Способ проведения практики – стационарный.

Место прохождения практики определяется расположением учебных геодезических полигонов в микрорайоне Ветлужанка и на территории, прилегающей к Институту землеустройства, кадастров и природообустройства (ИЗКиП). Учебная практика осуществляется на 1-м курсе во 2-м семестре. Общая трудоёмкость учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков – 3 зачетных единицы, 108 часов (12 дней), из которых 72 часа – контактная работа (12 дней) и 36 – самостоятельная. Контактная работа предусматривает групповую работу обучающихся с педагогическими работниками университета.

Этапы практики:

– организационный – 1 день;

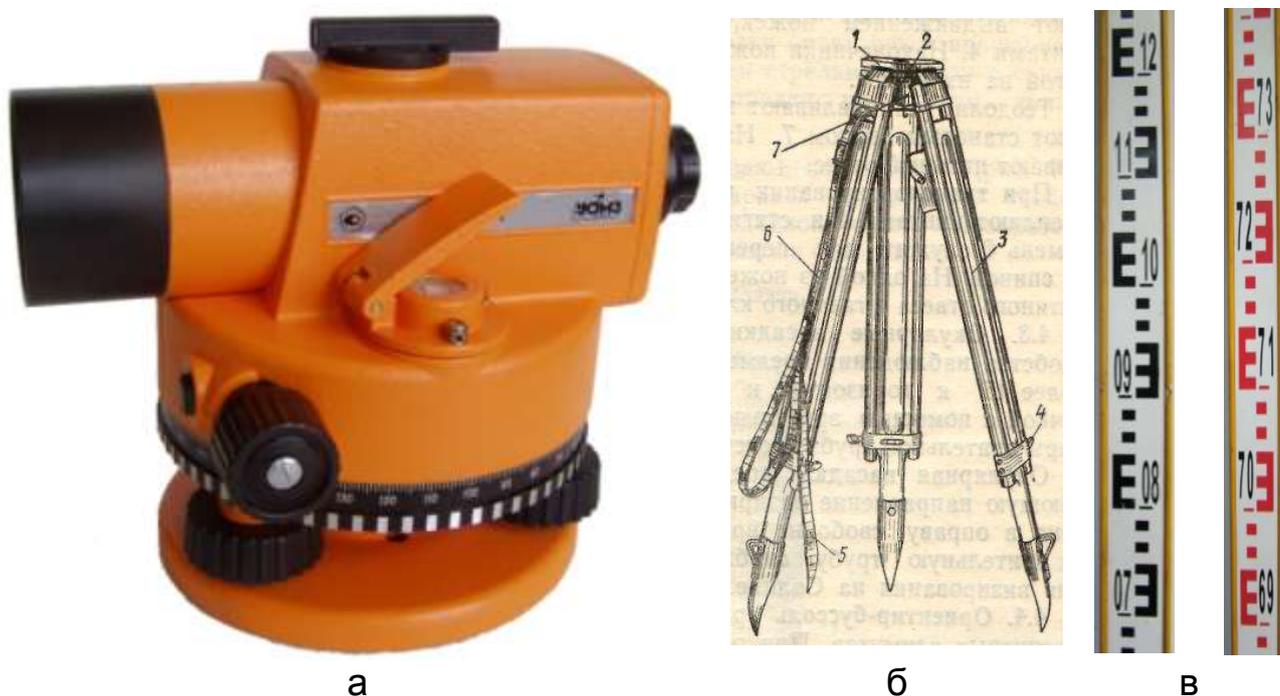
- непосредственное прохождение практики – 9 дней;
- отчётный – 2 дня.

Форма аттестации (отчётности) по итогам практики: составление и защита отчёта, собеседование.

Контроль знаний студентов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

В учебном пособии подробно изложена методика и последовательность выполнения комплекса работ в полевых и камеральных условиях. Даны рекомендации по охране труда и безопасному ведению работ в полевых условиях при выполнении топографо-геодезических работ во время учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков.

Для выполнения работ на бригаду выдаётся нивелирный, теодолитный или тахеометрический комплект. В зависимости от того, нивелир отечественный или импортный, оптический или цифровой, а также теодолит или тахеометр, в комплект подбираются штатив, рейки, вехи и отражатели. На рисунках 1–3 представлены возможные варианты комплектации нивелиров и теодолита.



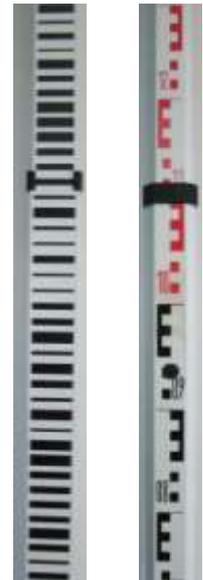
*Рисунок 1 – Комплект к нивелиру Уральского ОМЗ:
а – нивелир ЗНЗКЛ; б – штатив ШР–140; в – рейка РН-3-3000СП*



а



б

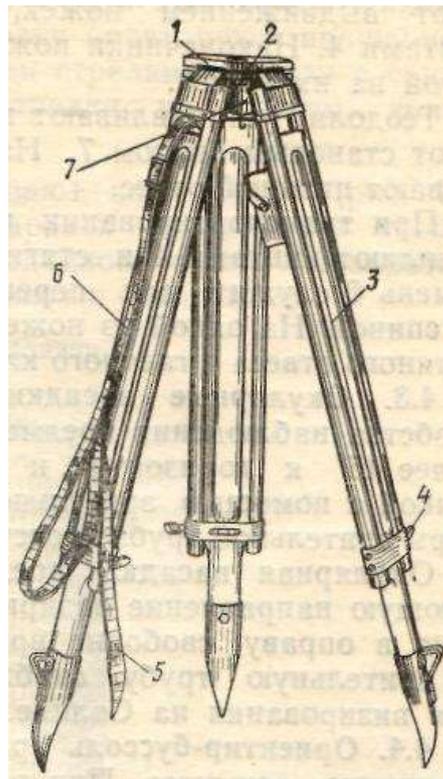


в

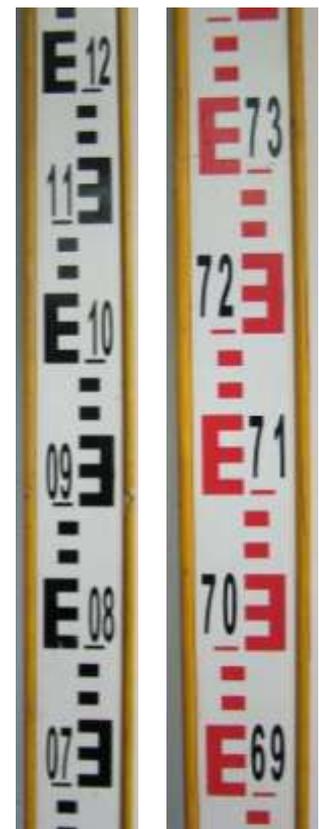
Рисунок 2 – Комплект к нивелиру SOKKIA:
а – нивелир SDL 50; б – штатив T2N-L; в – рейка ND345124–103



а



б



в

Рисунок 3 – Комплект к теодолиту 4Т30П Уральского ОМЗ:
а – теодолит; б – штатив раздвижной ШР-140: 1 – головка; 2 – болт;
3 – ножка; 4 – винт; 5, 6 – ремни; 7 – становой винт; в – рейка
нивелирная РН-3000СП, чёрная и красная сторона

Особое внимание необходимо уделить тому, что у импортных нивелиров, теодолитов, тахеометров, вешек и штативов соединительная резьба дюймовая, а у российских метрическая. И они взаимно не заменяемы.

На первоначальном этапе для закрепления методики угломерных измерений удобны современные электронные теодолиты, имеющие стабильные осевые системы, высокотехнологичное электронное оборудование на основе микросхем и компьютерных технологий.

В процессе выполнения программы практики студенты должны быть предельно внимательны при осуществлении следующих мероприятий:

- особенно тщательно должно быть выполнено метрологическое обеспечение как поверки геодезических приборов, так и, при необходимости, их юстировки – это является залогом точности полевых измерений;

- четко придерживаться технологии выполнения работ на всех этапах;

- строго соблюдать методику геодезических измерений при работе с различными приборами;

- внимательно оценивать контрольные параметры как на этапе измерений (на станции), так и при камеральных расчётах (величины допустимых отклонений выделены полужирным шрифтом);

- для измерений и расчётов, при которых для ускорения процесса работы не требуется контрольное измерение или вычисление, необходима проверка в «две руки».

Учебное пособие подготовлено в соответствии с действующим стандартом и рабочей программой для студентов направления 21.03.02 «Землеустройство и кадастры». Может быть полезно для студентов, обучающихся по направлениям 20.03.02 «Природообустройство и водопользование» Института землеустройства, кадастров и природообустройства; 35.03.03 «Агрехимия и агропочвоведение» и 35.03.10 «Ландшафтная архитектура» Института агроэкологических технологий.

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

В соответствии с учебным планом студенты 1-го курса направления 21.03.02 «Землеустройство и кадастры», профили «Землеустройство», «Земельный кадастр», «Городской кадастр», квалификация бакалавр, должны пройти учебную практику по получению первичных профессиональных умений и навыков Б2.В.01 (У).

Целью учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков Б2.В.01 (У) является приобретение студентами необходимых навыков для самостоятельного проведения инженерно-геодезических работ и топографических съёмок, а также закрепление и углубление теоретических знаний, полученных в процессе обучения.

Задачей учебной практики является освоение студентом геодезической техники и технологий при производстве полевых геодезических измерений, камеральной обработки полученных данных, приобретение умения выполнять топографические съёмки крупных масштабов и других материалов, необходимых для проектирования и создания объектов землеустройства и кадастра недвижимости.

В том числе для достижения поставленных целей необходимо решить следующие **задачи**:

- продолжение более углубленного изучения нормативного регулирования земельных отношений государства и общества;
- освоение на практике базовых приемов работы с геодезическими приборами и оборудованием;
- непосредственное участие в производстве полевых и камеральных геодезических работ.

В результате освоения практики по получению первичных профессиональных умений и навыков студент приобретает и формирует следующие профессиональные **навыки и умения**:

- умение пользоваться технической литературой, инструкциями и указаниями в плане исполнения геодезических и топографических работ;

– овладение методами топографо-геодезических измерений пространства применительно к задачам землеустройства и кадастра недвижимости;

– анализ собственного опыта практической деятельности с целью их последующего использования при подготовке выпускной бакалаврской работы;

– приобщение обучаемых к организаторской деятельности, развитие у них интереса к избранной специальности.

2 ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения программы учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков у студентов должны быть сформированы следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции:

ОПК-3 – способность использовать знания современных технологий, проектных, кадастровых и других работ, связанных с землеустройством и кадастрами;

ПК-8 – способность использовать знание современных технологий сбора, систематизации, обработки и учёта информации об объектах недвижимости современных географических и земельно-информационных систем;

ПК-10 – способность использовать знания современных технологий при проведении землеустроительных и кадастровых работ.

В результате прохождения практики по получению первичных профессиональных умений и навыков студент должен **знать**:

- системы координат, применяемые в геодезии (геодезическая и астрономическая системы координат, общегеографическая система координат, прямоугольная система координат Гаусса, система высот, полярная система координат);

- теоретические основы для выполнения топографо-геодезических работ;

- методику производства топографо-геодезических измерений;

- способы и методы привязки на местности точек и объектов ситуации, в том числе способы и методы привязки с помощью спутниковых навигационных систем;

- способы и методы выноса на местность проектных точек и объектов;

- устройство геодезических приборов (теодолит 4ТЗОП, ТЕО 5, нивелир ЗН-ЗКЛ, SDL50 и др.);

- состав топографо-геодезических работ при проектировании и создании объектов землеустройства и кадастра недвижимости;

- условные знаки топографических карт и планов.

В результате прохождения учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков студент должен **уметь**:

- применять компьютерную технику при решении топографо-геодезических задач;

- выполнять геодезические измерения на местности и оценивать их точность;

- читать топографическую карту (определять характеристики объектов, изображенных на топографической карте или плане, устанавливать их взаимосвязь с другими объектами, определять географические и прямоугольные координаты и высоты точек местности, строить профили местности по карте, определять уклоны и углы наклона местности, площади объектов на карте; ориентировать топографическую карту или план на местности);

- пользоваться специальной технической литературой по производству топографо-геодезических работ;

- использовать картографическую, топографогеодезическую и иную продукцию при решении задач землеустройства и кадастра недвижимости;

- работать с топографическими картами и планами.

В результате прохождения учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков студент должен **владеть навыками**:

- решения задач по топографическим планам и картам;

- определения прямоугольных координат и высот точек местности;

- производства топографических съёмок местности;

- проложения теодолитных и нивелирных ходов;

- решения задач землеустройства и кадастра недвижимости геодезическими методами;

- грамотной организации геодезических работ применительно к решению специальных задач.

3 СТРУКТУРА, СОДЕРЖАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

3.1 Структура и содержание учебной практики

Распределение трудоемкости учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков представлено в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Распределение трудоемкости учебной практики по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	зач. ед.	ча- сов	по семестрам	
			№ 1	№ 2
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3	108	–	108
Контактная работа	2	72	–	72
Самостоятельная работа студентов	1	36	–	36
Вид контроля: зачёт		+		+

Тематический план проведения практики по получению первичных профессиональных умений и навыков представлен в таблице 3.2.

Непосредственному выполнению программы практики предшествует распределение каждого студента в бригады по личному согласию. Обязательный инструктаж по охране труда проводится ответственными за руководство практикой. Обязательным условием для допуска студента к учебной практике является наличие противоэнцефалитных прививок или противоэнцефалитной страховки.

Ознакомление студентов с правилами внутреннего распорядка работы их группы. Во время практики студенты должны находиться в непосредственном подчинении руководителя группы. Руководитель группы (преподаватель) назначает каждой бригаде бригадира из числа наиболее опытных и подготовленных студентов.

Таблица 3.2 – Тематический план проведения практики

Этап практики	Виды работ и мероприятия учебной практики и их трудоемкость (в часах)	Формы текущего контроля
1	2	3
Организационный	<p>1. Инструктаж по охране труда при выполнении полевых и камеральных геодезических работ. Формирование бригад – 2 часа.</p> <p>2. Организация труда во время практики. План работ на период практики – 2 часа.</p> <p>3. Получение геодезических приборов и полевых журналов. Выполнение поверок и юстировок приборов – 4 часа</p>	<p>Внесение соответствующих записей в дневник практики и отчёт;</p> <p>устная беседа с руководителем практики</p>
Непосредственное прохождение практики	<p>1. Рекогносцировка местности. Закрепление на местности точек пунктов геодезических ходов различного назначения – 8 часов</p>	<p>Проведение полевого контроля и проверка журналов составления абрисов и кроков</p>
	<p>2. Отработка методики создания теодолитного хода и ходов повышенной точности. Контроль измеренных величин на станции – 6 часов</p>	<p>Проведение полевого контроля и проверка журналов измерения углов и длин линий</p>
	<p>3. Отработка методики выполнения горизонтальной съёмки местности полярным способом. Контроль измеренных величин на станции – 12 часов</p>	<p>Проведение полевого контроля и проверка журналов горизонтальной съёмки</p>
	<p>4. Отработка методики создания нивелирного хода технической точности способами из середины при нивелировании трассы линейного объекта. Контроль измеренных величин на станции – 8 часов</p>	<p>Проведение полевого контроля и проверка журналов геодезического трассирования</p>

1	2	3
	5. Отработка методики нивелирования поверхности строительной площадки. Контроль измеренных величин на станции – 12 часов	Проведение полевого контроля и проверка журнала и схемы нивелирования
	6. Обработка материалов нивелирования поверхности строительной площадки – 6 часов	Проведение контроля во «вторую руку»
Отчётный	Оформление и защита отчёта по прохождению практики – 12 часов	Защита отчёта

Определённые для бригады служебные обязанности практиканты должны выполнять в полном объёме, под руководством непосредственного руководителя практики.

При выполнении бригадой своих обязанностей все действия они осуществляют самостоятельно, согласовывая их с руководителем практики.

Текущие вопросы, возникающие в процессе практики (оказание помощи, устранение недостатков в организации практики и т.д.), практиканты разрешают с непосредственным руководителем практики, руководителем подразделения, представителем вуза, ответственным за прохождение учебной практики.

На основе строгого соблюдения законности, высокой организованности студент обязан в полном объёме выполнить программу настоящей практики, соблюдать правила внутреннего распорядка.

3.2 Организация учебной практики

Для прохождения учебной геодезической практики по получению первичных профессиональных умений и навыков Б2.В.01 (У) из числа студентов формируются бригады численностью по пять человек. В каждой бригаде руководитель практики назначает бригадира из числа наиболее инициативных и успевающих студентов.

На весь период учебной практики устанавливается шестидневная рабочая неделя с шестичасовым рабочим днем.

Обязанности бригадира студенческой бригады:

- организация мероприятий по получению и ответственному хранению необходимых для учебной практики геодезических приборов и принадлежностей;

- организация и контроль за деловой и трудовой дисциплиной среди членов бригады. Ведение ежедневного табеля посещения занятий студентами бригады.

Учебной геодезической практикой бригады руководит преподаватель. Он определяет конкретные задания бригаде в соответствии с программой практики. Систематически контролирует их выполнение, даёт консультации, показывает технику и методику геодезических измерений.

Обязанности члена студенческой бригады:

- соблюдать установленный распорядок дня на полевых и камеральных работах;

- бережно относиться к вверенному имуществу, геодезическим приборам и принадлежностям;

- строго выполнять правила охраны труда и техники безопасности;

- строго соблюдать правила санитарии и личной гигиены;

- иметь форму одежды, не затрудняющей производство полевых работ и безопасное перемещение в пределах учебного полигона;

- в случаях заболевания или производственной травмы (несчастного случая) студента пострадавший или член бригады немедленно ставят в известность преподавателя.

Для успешного выполнения программы учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков бригаде необходимо иметь следующие основные приборы и принадлежности:

- теодолит 4Т30П или равноточный – 1 комплект;

- нивелир технический 3Н-3КЛ или равноточный – 1 комплект;

- рейки нивелирные РН-3, РН-4 – двухсторонние, шашечные, складные или телескопические – 2 шт.;

- вешки деревянные высотой 1,5 метра – 2 шт.;

- колышки деревянные длиной 15–20 см – 26 шт.;

- топорик туристический или молоток – 1 шт.;
- лента стальная мерная 20-метровая или рулетка 20- или 50-метровая – 1 комплект;
- лопата штыковая – 1 шт.;
- электронный тахеометр – 1 комплект;
- методические указания, действующие инструкции и условные знаки для топографических планов масштабов 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000 и 1:500;
- бланки полевых геодезических журналов для технического нивелирования и теодолитных ходов и съемок.

При получении геодезических приборов и принадлежностей производится тщательная проверка:

- комплектности оборудования;
- отсутствия или наличия механических повреждений;
- целостности оптических систем;
- плавности вращения узлов прибора, крепежных, наводящих и юстировочных винтов.

Пользуясь приборами, необходимо учитывать следующие правила по их использованию:

- доставать прибор из ящика и укладывать его обратно следует очень осторожно, согласно схеме укладки;
- на штативе прибор сразу же закрепляется станковым винтом;
- при переносе прибор должен находиться в вертикальном положении, ножки штатива должны быть закреплены;
- необходимо беречь прибор от влаги, солнечного света, пыли.

Инструменты для бригады подбирает, исследует, получает бригадир и в дальнейшем несёт личную материальную ответственность за их сохранность и техническое состояние.

4 УСТРОЙСТВО ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

4.1 Устройство теодолита 4Т30П

Теодолит 4Т30П является модификацией теодолитов технической точности. Устройство теодолита 4Т30П представлено на рисунке 4.1. Данный прибор обеспечивает точность измерения горизонтальных углов одним приемом со средней квадратической ошибкой 20". Техническая характеристика теодолита 4Т30П представлена в таблице 4.1.

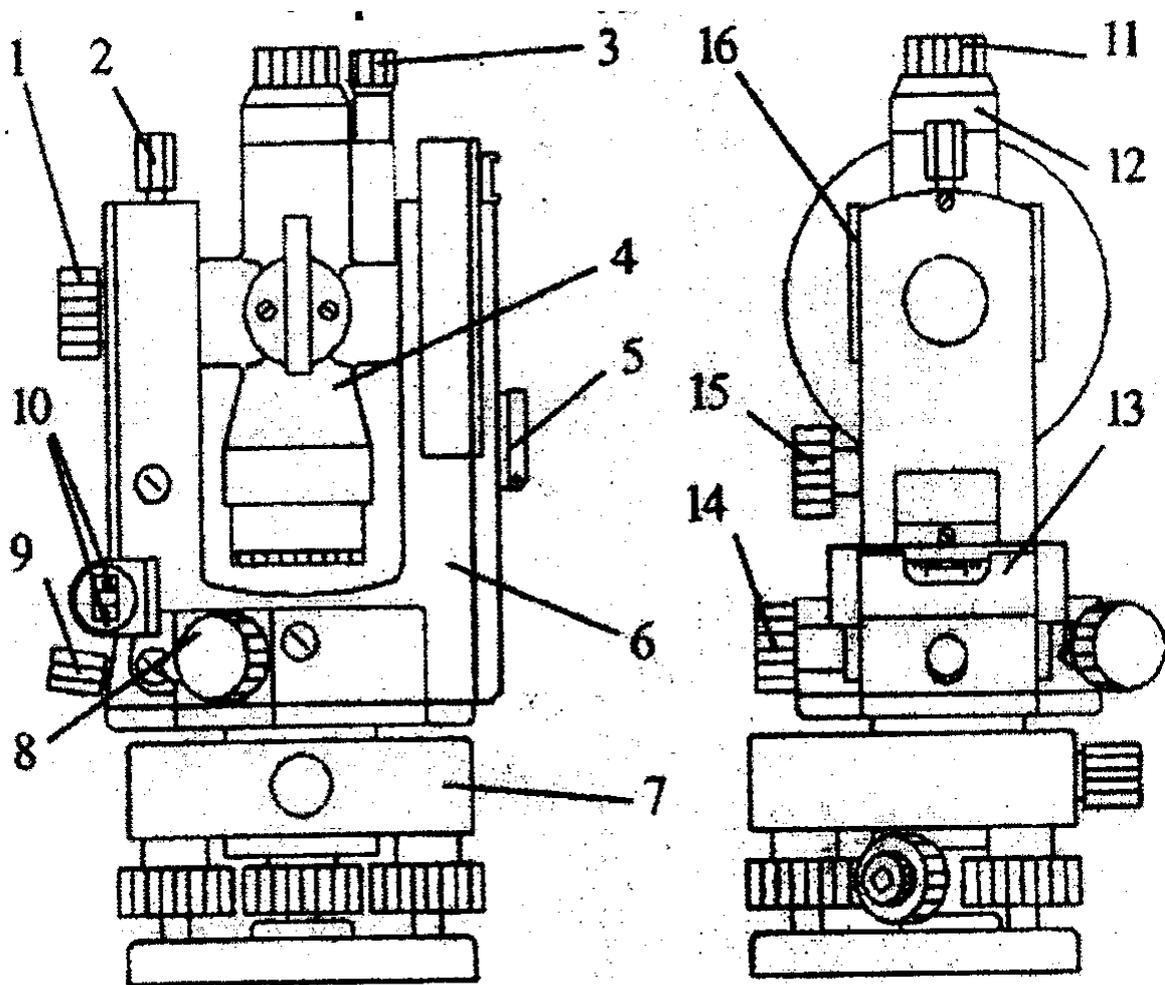


Рисунок 4.1 – Устройство теодолита 4Т30П:

1 – кремальера; 2 – винт трубы закрепительный; 3 – окуляр микроскопа; 4 – зрительная труба; 5 – иллюминатор с зеркалом подсветки; 6 – колонка; 7 – подставка; 8 – рукоятка перевода лимба; 9 – винт алидады закрепительный; 10 – винт юстировочный; 11 – кольцо окуляра зрительной трубы диоптрийное; 12 – колпачок; 13 – уровень на алидаде; 14 – винт алидады наводящий; 15 – винт трубы наводящий; 16 – коллиматорный визир

Таблица 4.1 – Техническая характеристика

Параметр	Величина
Диапазон измерения горизонтальных углов	0 ... 360°
Предел измерения вертикальных углов	+60° ... -55°
Средняя квадратическая погрешность измерения одним приёмом:	
горизонтального угла	20"
вертикального угла	30"
Погрешность ориентирования по буссоли:	
систематическая	30'
случайная	10'
Зрительная труба	
Изображение	Прямое
Увеличение, крат	20
Поле зрения	2°
Пределы визирования, м	1,2 ... ∞
Коэффициент дальномера К	100 ± 0,5
Постоянное слагаемое С	0
Наружный диаметр оправы объектива, мм	38
Отсчётное устройство	
Цена деления лимбов	1°
Цена деления шкал микроскопа:	
для варианта а	5'
для варианта б	1'
Погрешность снятия показания с лимбов, не более	30"
Цена деления уровня:	
при алидаде	45"
при трубе	20"
Масса, кг:	
теодолита с подставкой	2,3
футляра	1,5
штатива	5,0
Габаритные размеры, мм:	
теодолита	140×130×230
футляра	285×245×320
штатива (в сложенном виде)	Ø140×1000
Диапазон рабочих температур	от -40° до +50°С

Теодолит состоит из вертикального круга, горизонтального круга, зрительной трубы и подставки. Горизонтальный и верти-

кальный круги оптических теодолитов выполнены из стекла. Горизонтальный круг градуирован через один градус и оцифрован от 0 до 360°. Вертикальный круг градуирован через один градус и оцифрован от -0 до -75° и от +0 до +75°.

На рисунке 4.2 изображено поле зрения отсчётного устройства теодолита 4Т30П.

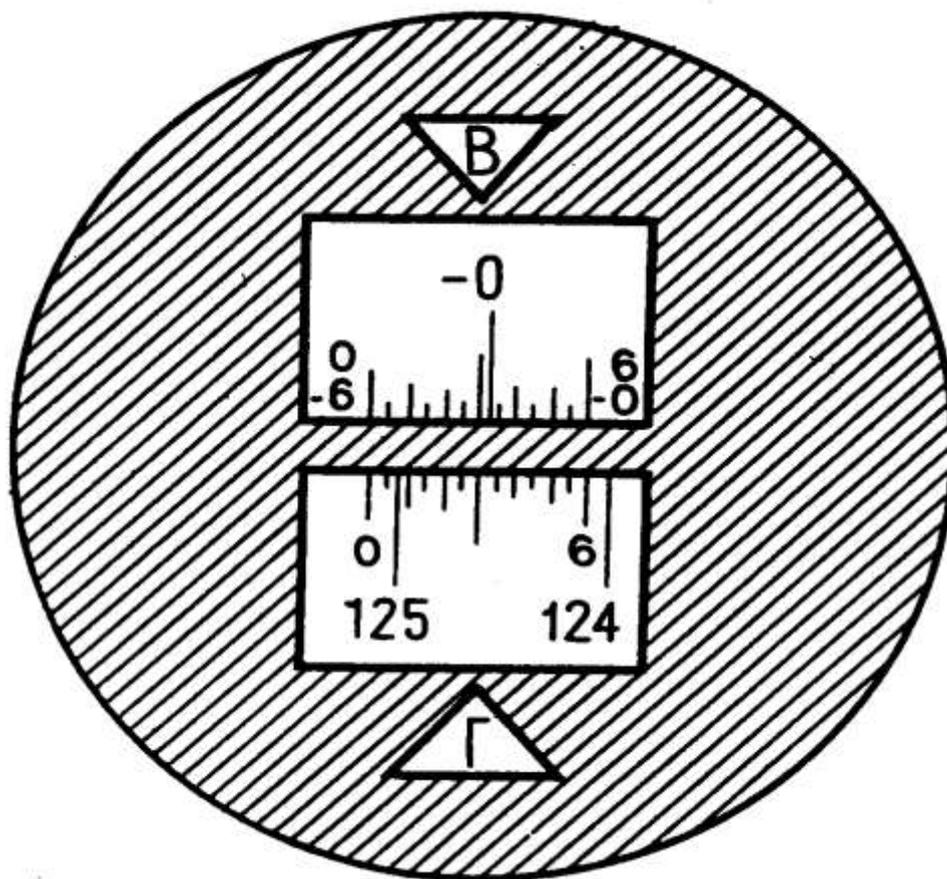


Рисунок 4.2 – Поле зрения микроскопа теодолита 4Т30П

В верхнем прямоугольнике под буквой «В» отсчётное устройство вертикального круга. Показание лимба вертикального круга $-0^{\circ}27'$. В нижнем прямоугольнике над буквой «Г» отсчётное устройство горизонтального круга. Показания лимба горизонтального круга $125^{\circ}07',5$.

Для выполнения измерения теодолит надо установить и закрепить на штативе становым винтом, так чтобы подъёмные винты свободно вращались. После центрирования теодолита над точкой и приведения его в горизонтальное положение выполняются измерения угла полным приёмом. Полный приём со-

стоит из двух полуприёмов, выполненных при разных положениях вертикального круга. Точность считывания значений 0',5. Результаты измерения записываются в журнал измерения углов (таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Журнал измерения горизонтальных углов

Номер точки стояния	Номер точки наблюдения	Положен. круга	Отсчёты по гориз. кругу, ° ' "	Угол, ° ' "	Средний угол, ° ' "
с.с.1	п.п.8	КЛ	119 53	84 44	
	с.с.2	КЛ	35 09		84 44,5
	п.п.8	КП	299 54	84 45	
	с.с.2	КП	215 09		

Измерение угла выполнено для точки 1 съёмочного обоснования (с.с.1) в теодолитном ходе технической точности. Задняя точка визирования – пункт полигонометрии второго разряда (п.п.8), к которому осуществлялась привязка. Передняя точка визирования – вторая точка съёмочного обоснования (с.с.2). Измерен правый по ходу лежащий угол в полигоне при движении по ходу часовой стрелки. При двух положениях круга (КЛ и КП) получены значения измеренных углов вычитанием из значения заднего отсчёта значения отсчёта переднего. Расхождение между значениями измеренных углов ($84^{\circ}44'$ и $84^{\circ}45'$) при разных положениях вертикального круга относительно зрительной трубы не превышает двойной точности ($1'$) теодолита 4Т30П. Следовательно, можно вычислять среднее значение измеренного угла, которое составляет $84^{\circ}44',5$.

Расстояние можно определить при помощи вертикальной нивелирной рейки, имеющей сантиметровые деления. Для этого наводят на рейку зрительную трубу. Считывают отсчёты по верхней и нижней дальномерным нитям сетки нитей зрительной трубы. Коэффициент нитяного дальномера теодолита равен 100. Значит, одному сантиметру на рейке между дальномерными нитями соответствует один метр на местности между теодолитом и рейкой. Расстояние от прибора до объекта равно количеству сантиметровых делений между нитями дальномера,

выраженному в метрах. Поле зрения теодолита представлено на рисунке 4.3.

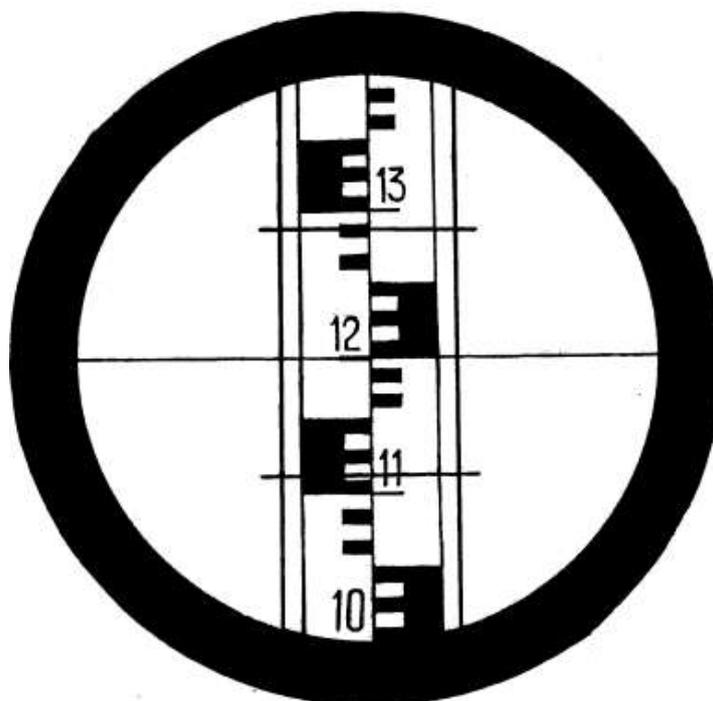


Рисунок 4.3 – Поле зрения зрительной трубы теодолита 4Т30П

Расстояние можно определить как разность отсчётов по верхней и нижней нитям, помноженную на коэффициент дальности, то есть

$$D = (128,7 - 111,3) \times 100 = 17,4 \text{ м.}$$

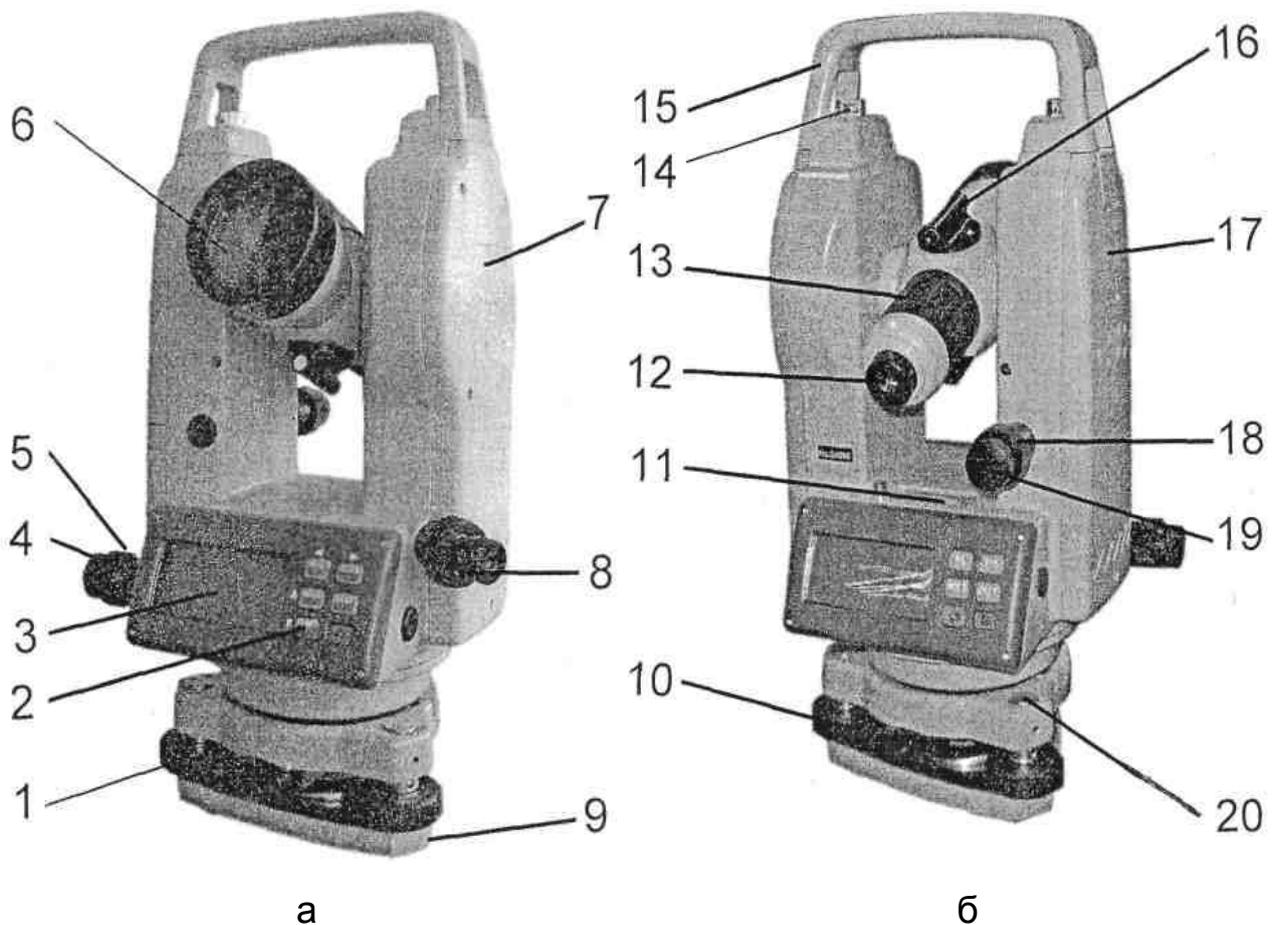
4.2 Устройство электронного теодолита VEGA TEO5

4.2.1 Устройство и характеристика теодолита TEO5

Данный прибор обеспечивает точность измерения горизонтальных углов одним приемом со средней квадратической ошибкой 5". Устройство теодолита VEGA TEO5 представлено на рисунке 4.4. Техническая характеристика теодолита VEGA TEO5 представлена в таблице 4.3.

Электронный теодолит VEGA TEO5 состоит из горизонтального круга, вертикального круга, зрительной трубы, подставки и электронной части. Подставка у теодолита съёмная. Горизонтальный и вертикальный круги, как и у оптических теодолитов,

долитов, выполнены из стекла. Горизонтальный и вертикальный круги градуированы от 0 до 360°.



*Рисунок 4.4 – Устройство электронного теодолита VEGA TEO5:
а – вид теодолита со стороны оптического центрира; б – вид теодолита со стороны закрепительного винта трубы и вертикального круга;*

1 – подъёмные винты; 2 – функциональные клавиши; 3 – дисплей; 4 – наводящий винт горизонтального круга; 5 – закрепительный винт горизонтального круга; 6 – объектив зрительной трубы; 7 – метка высоты инструмента; 8 – оптический центрир; 9 – основание; 10 – закрепительный винт подставки; 11 – цилиндрический уровень; 12 – кольцо окуляра зрительной трубы диоптрийное; 13 – кремальера (фокусирующее кольцо); 14 – винт ручки теодолита; 15 – ручка теодолита; 16 – коллиматорный визир; 17 – отделение для батарей; 18 – закрепительный винт трубы и вертикального круга; 19 – наводящий винт трубы и вертикального круга; 20 – круглый уровень

Назначение частей теодолита VEGA TEO5 такое же, как и у теодолитов ЗТ5КП и ТЭ5.

Таблица 4.3 – Техническая характеристика электронного теодолита VEGA TEO5

Элемент теодолита	Параметр	Величина
Зрительная труба	Длина	155 мм
	Диаметр входного зрачка, не менее	45 мм
	Увеличение, не менее	30 ^x
	Изображение	Прямое
	Угловое поле зрения	1°30'
	Предел разрешения, не более	2,5"
	Наименьшее расстояние визирования, не более	1,3 м
	Коэффициент нитяного дальномера	100 ± 0,5
	Постоянная нитяного дальномера, не более	± 0,05
Система измерения углов	Диапазон измерения углов	0 ... 360°
	Система отсчёта углов	Относительная
	Дискретность отсчитывания измерения углов	1"/5"
	Допускаемое СКО измерения углов, не более	5"
	Диаметр вертикального круга	78 мм
Треггер	Съёмный	Да
Оптический центрир	Изображение	Прямое
	Увеличение	4 ^x
	Поле зрения	5°
	Фокус	0,5 ~ бесконечность
	Точность	± 0,5 мм
Источник электропитания	Щелочная батарея	4 батарейки, тип АА
	Аккумулятор	6 В/1500 мАч
	Продолжительность непрерывной работы, не менее	Батарейки: 6 ч; аккумулятор: 15 ч
Подсветка	ЖК дисплей	Да
	Сетка нитей	Да
Уровни	Цена деления установочного круглого уровня	8 ± 1,2'/2 мм
	Цена деления цилиндрического уровня	30 ± 4,5"/2 мм
Другое	Диапазон рабочих температур	От -20° до +50°С
	Масса, не более	4,4 кг
	Габаритные размеры, Д×Ш×В	145×200×320 мм

Благодаря высокому уровню международной стандартизации и унификации в конструкции приборов различных производителей, в технических характеристиках приборов аналогичной точности, в принципе их работы очень мало отличий. Поэтому пользователям нет необходимости переучиваться для выполнения измерений теодолитом другой фирмы.

4.2.2 Функции дисплея и клавиш управления электронного теодолита ТЕО5

Внешний вид панели управления представлен на рисунке 4.5, а её функции в таблицах 4.4 и 4.5.

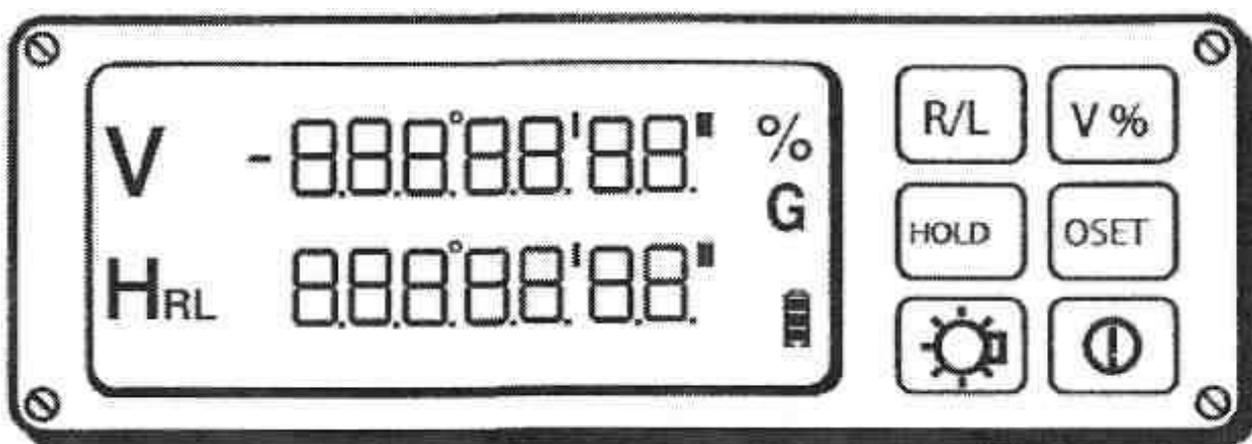


Рисунок 4.5 – Внешний вид панели управления электронного теодолита VEGA TE05

4.2.3 Установка источника питания

Источником питания для цифрового теодолита служат 4 щелочные батарейки типа AA или аккумулятор 6 В/1 500 мАч. Последовательность установки блока батарей представлена на рисунке 4.6.

Для установки батарей необходимо выполнить следующие действия:

- а) извлечение блока батарей – нажать защёлку блока батарей и вытащить блок из теодолита;
- б) снятие металлической крышки блока – нажать на рычажок и снять крышку;

Таблица 4.4 – Символы дисплея и соответствующие им текущие функции электронного теодолита ТEO5

Обозначение на дисплее	Функция
V	Символ вертикального угла SET указывается на месте вертикального отсчёта, пока зрительная труба не пройдёт через место нуля горизонтальной оси. Эта процедура устанавливает место нуля.
H _R	Символ горизонтального угла, измеренного по часовой стрелке
H _L	Символ горизонтального угла, измеренного против часовой стрелки
	Символ, указывающий уровень заряда батареи
G	Угловые измерения в гонах
%	Символ функции измерения уклона

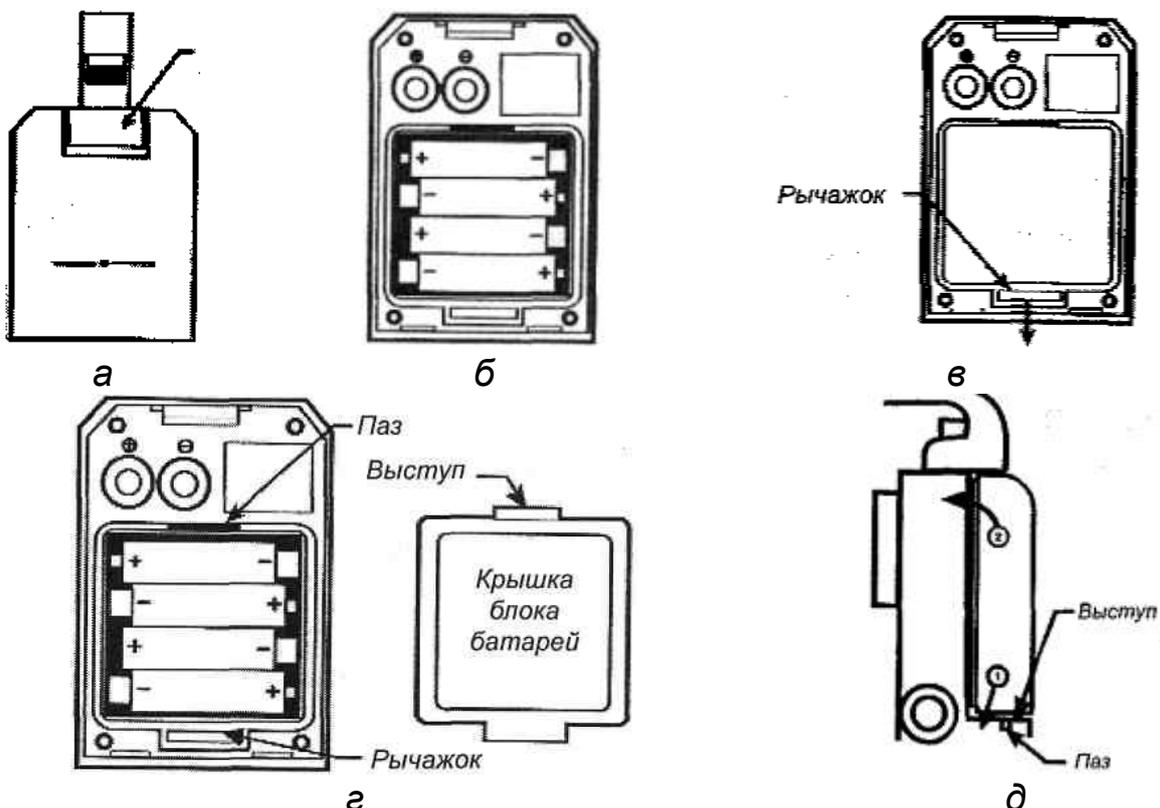
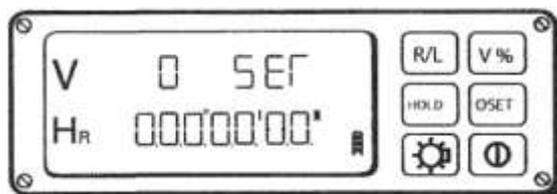


Рисунок 4.6 – Последовательность установки блока батарей

Таблица 4.5 – Функциональные клавиши панели управления электронного теодолита VEGA TEO5

Клавиша	Функция	Операция
R/L	Установка направления отсчёта горизонтального угла	Изменение направления измерения горизонтального угла по часовой стрелке на направление измерения против часовой стрелки. Направление меняется при каждом нажатии клавиши
HOLD	Удержание отсчёта горизонтального угла	Удержание текущего значения горизонтального угла на дисплее. Когда нажата эта клавиша, отсчёт горизонтального угла мигает. Теодолит можно повернуть без изменения отсчёта горизонтального угла
	Подсветка дисплея и сетки нитей	Для включения подсветки дисплея и сетки нитей нажать эту клавишу, повторное нажатие данной клавиши отключает подсветку
V%	Уклон	Переход от градусов/гонов к уклону в % для вертикального угла. Символ «%» появляется на дисплее, когда активизирован режим уклона
OSET	Обнуление отсчёта горизонтального круга	Обнуление отсчёта горизонтального круга на дисплее. Нажатие этой клавиши устанавливает отсчёт 0°00'00" на любое направление
	Включение / выключение	Включает / выключает теодолит

в) установка батареек – установить батарейки в положение, показанное на рисунке 4.6, соблюдая последовательность «+» «-»;

г) установка металлической крышки блока – вставить выступ крышки блока батарей в паз блока батарей и нажать на крышку до щелчка;

д) установка блока батарей – вставить выступ блока батарей в выступ верхней части теодолита и нажать на блок батарей до щелчка.

4.2.4 Настройка измерений

1. Включить теодолит.

2. Нажать одновременно клавиши «R/L» и «V%». Раздастся звуковой сигнал, и дисплей будет выглядеть, как на рисунке 4.7.

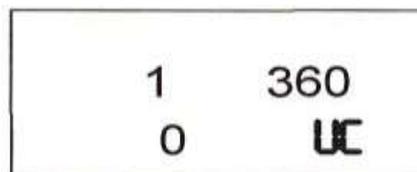


Рисунок 4.7 – Вид дисплея перед настройками

3. Настройки измерений выполнить в последовательности, представленной в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Последовательность выполнения настроек

Клавиша	Операция	Дисплей
R/L	Изменение отсчёта горизонтального и вертикального угла, чтобы на дисплее было 1" или 5". (Изменение отсчёта не повышает точности измерения)	
V%	Изменение единиц измерения горизонтальных и вертикальных углов между 360° или 400 гонами	
HOLD	Изменение времени отключения теодолита. Три режима: «0» – не отключается; «10» – отключение через 10 минут; «30» – через 30 минут	
OSET	Изменение нулевых точек и систем отсчёта вертикального круга. Три системы: Ua, Ub, Uc (рисунок 4.8)	
	Наличие или отсутствие звукового сигнала при отсчётах 0°, 90°, 180° и 270°	

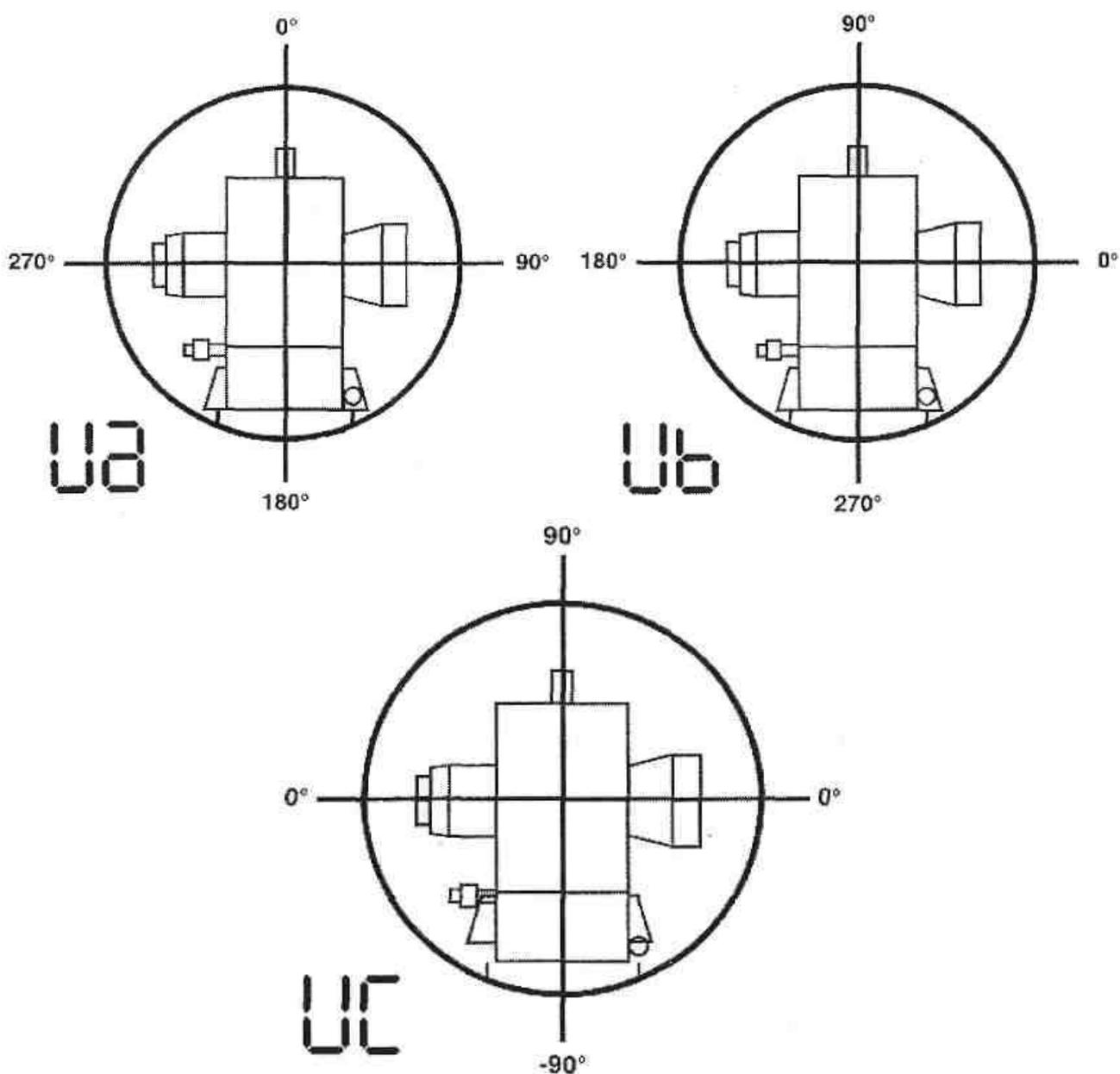


Рисунок 4.8 – Возможные системы отсчёта вертикального круга

4. После выполнения всех настроек нажать одновременно клавиши «R/L» и «V%». Раздастся звуковой сигнал, и дисплей вернётся к обычному виду.

4.2.5 Приведение теодолита в рабочее положение

Ножки штатива выдвигаются на требуемую высоту. Штатив устанавливается над точкой. Теодолит устанавливается на штатив и закрепляется становым винтом. Башмаки штатива постепенно вдавливаются в грунт, центрируя теодолит над точкой.

Первоначально выполняется приблизительное горизонтирование прибора по круглому уровню (рисунок 4.9).

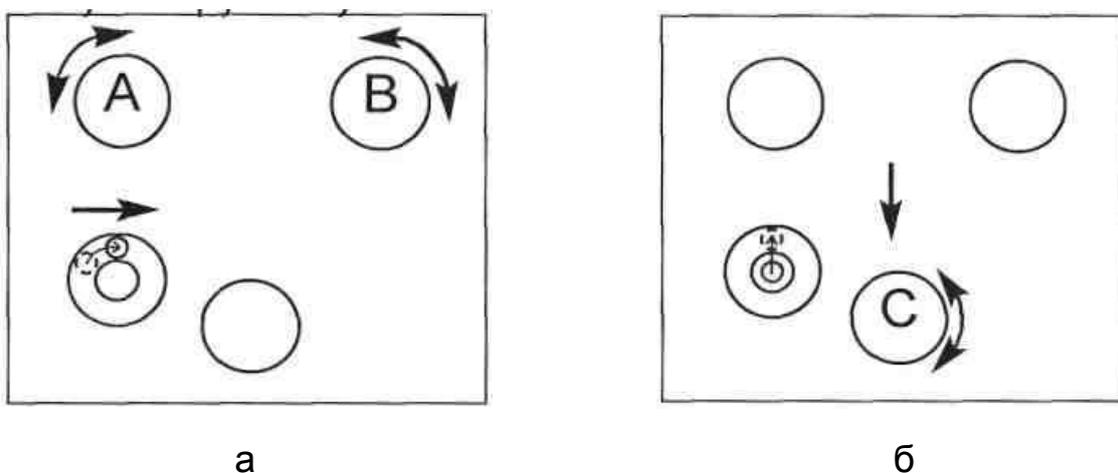


Рисунок 4.9 – Приблизительное горизонтирование теодолита по круглому уровню

Теодолит в горизонтальное положение приводится при помощи трёх подъёмных винтов. Вращая два подъёмных винта А и В (рисунок 4.9, а) навстречу друг другу в одну или другую сторону, перемещают пузырёк круглого уровня так, чтобы он оказался посередине от левого и правого края. Затем используя третий подъёмный винт С, перемещают пузырёк в центр круглого уровня (рисунок 4.9, б).

После этого выполняется точное приведение прибора к горизонту (рисунок 4.10). Горизонтальный круг устанавливается таким образом, чтобы ось цилиндрического уровня была параллельна любым двум подъёмным винтам А и В (рисунок 4.10, а).

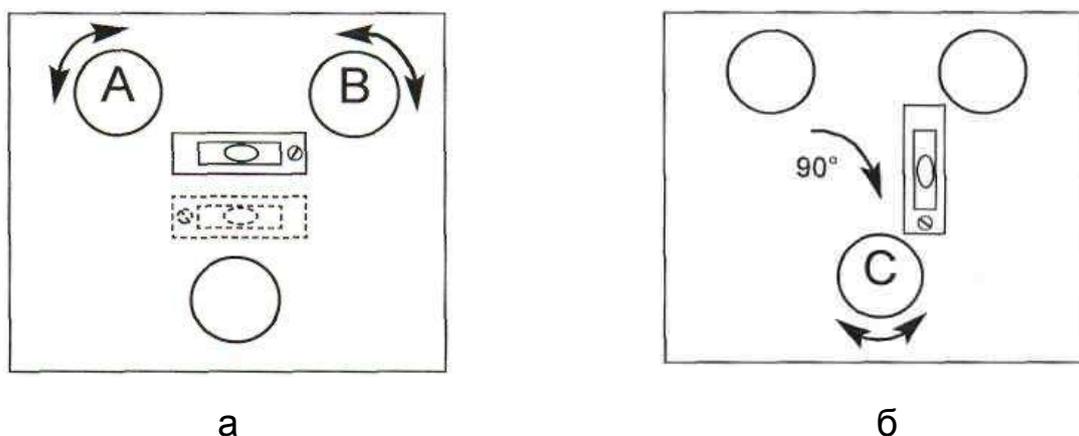


Рисунок 4.10 – Точное горизонтирование по цилиндрическому уровню

Вращая эти два подъёмных винта навстречу друг другу в одну или другую сторону, приводят пузырёк цилиндрического уровня в нуль-пункт (на середину). После чего поворачивают теодолит вокруг вертикальной оси таким образом, чтобы цилиндрический уровень стал перпендикулярным тем же двум подъёмным винтам (рисунок 4.10, б). Вращением третьего подъёмного винта, в направлении которого повернут цилиндрический уровень, приводят пузырёк уровня в нуль-пункт. Затем возвращают теодолит в исходное положение и уточняют приведение пузырька в нуль-пункт. Повторить горизонтирование до тех пор, пока пузырёк цилиндрического уровня не будет оставаться в нуль-пункте при любом повороте прибора.

После этого выполняется центрирование прибора с помощью оптического центрира (рисунок 4.11).

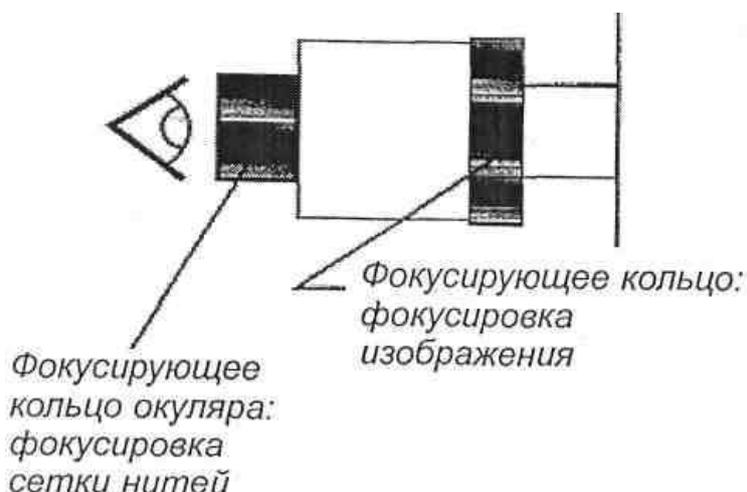


Рисунок 4.11 – Оптический центрир

Вращая фокусирующее кольцо окуляра оптического центрира, добиваются чёткого изображения сетки нитей (рисунок 4.12, а). Вращая фокусирующее кольцо оптического центрира, добиваются чёткого изображения точки, над которой выполняют центрирование. Центрирование над точкой корректируется передвижением теодолита на штативе при ослабленном становом винте (рисунок 4.12, б). После чего закрепляют становой винт (рисунок 4.12, в). Затем проверяют положение пузырьков круглого и цилиндрического уровней. При необходимости уточняют горизонтирование теодолита по ранее приведённой схеме.



Рисунок 4.12 – Центрирование над точкой

Сетка нитей, расположенная в окулярной части зрительной трубы, фокусируется под зрение наблюдателя при помощи диоптрийного кольца окуляра. Зрительная труба наводится на яркую поверхность. Диоптрийное кольцо вращается до тех пор, пока сетка нитей не станет чёткой. При этом необходимо следить, чтобы не было параллакса. *Параллакс* – это видимое смещение между точкой визирования и сеткой нитей при перемещении глаза относительно центра окуляра. Параллакс снижает точность измерений.

Для устранения параллакса необходимо выполнить следующие действия:

1. Навести зрительную трубу на точку визирования и привести её в фокус при помощи вращения кремальеры.
2. Перемещать глаз вверх и вниз или вправо и влево и следить за смещением точки визирования относительно перекрестия сетки нитей.
3. При наличии параллакса подфокусировать окуляр с сеткой нитей.

Чтобы гарантировать точность измерений, всегда перед началом работы необходимо устранять параллакс.

Далее, при откреплённых закрепительных винтах алидады горизонтального круга и трубы, зрительная труба по коллиматорному визиру наводится на объект (рисунок 4.13). Коллиматорные визиры расположены над зрительной трубой и под ней. После чего закрепительными винтами фиксируется положение алидады и трубы. Затем, при помощи наводящих винтов алидады и трубы, пересечение сетки нитей наводится на объект. Необходимо следить, чтобы расстояние между глазом и визиром было небольшим.

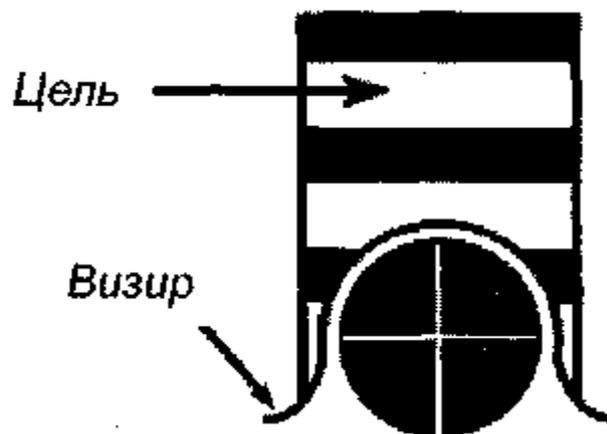


Рисунок 4.13 – Визирование на цель по коллиматорному визиру

Далее необходимо выполнить проверку заряда источника питания. Последовательность отображения действий на дисплее представлена на рисунке 4.14.

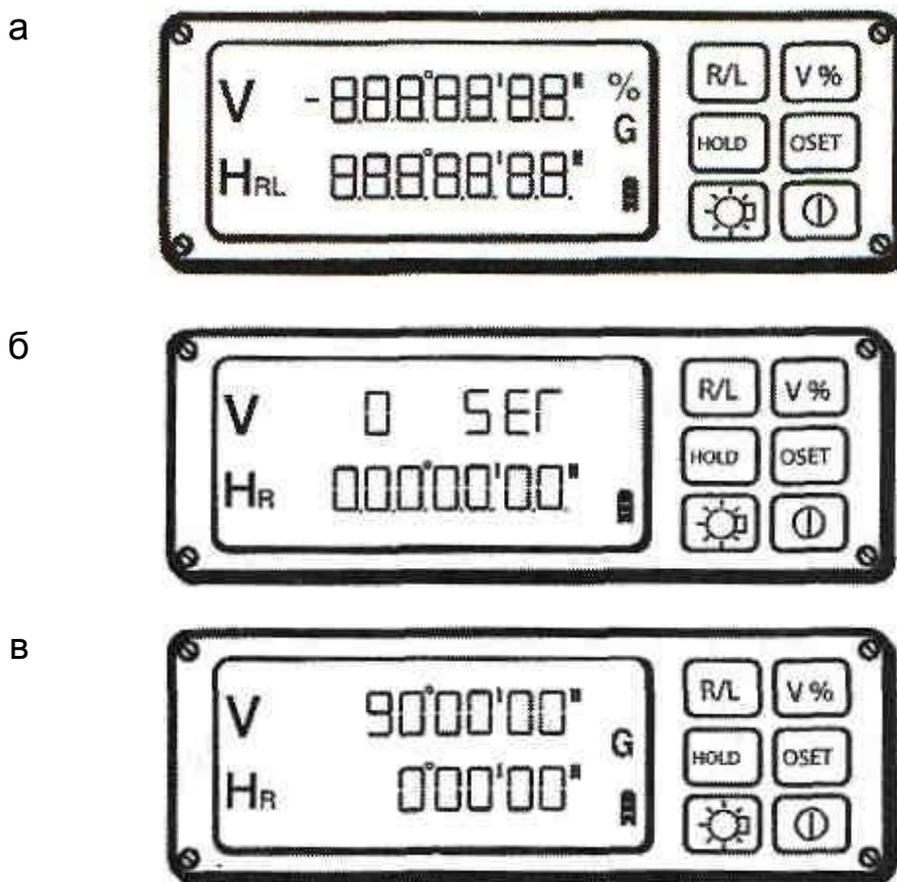
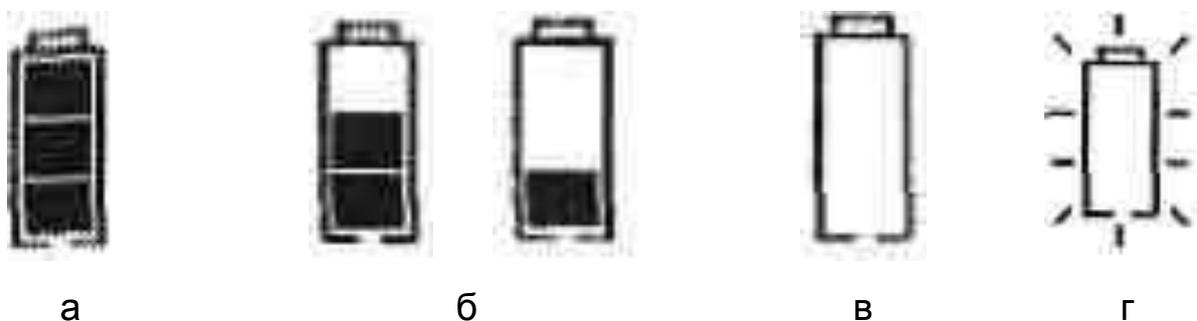


Рисунок 4.14 – Индикация на дисплее при включении и проверке заряда источника питания

Включить теодолит (рисунок 4.14, а). Все символы на дисплее будут светиться в течение двух секунд. Затем отсчёт по

вертикальному кругу станет стандартным и будет выглядеть как «0 SET». Необходимо повернуть зрительную трубу в вертикальной плоскости (вокруг горизонтальной оси). После чего изображение дисплея примет вид, представленный на рисунке 4.14, в.

В правом нижнем углу высвечивается символ отображающий уровень заряда батареи. Возможные варианты уровня заряда представлены на рисунке 4.15. Измерения возможны при полном, частичном или низком уровне заряда. При разряженных батареях измерения не возможны. Время работы комплекта батарей зависит от её типа и марки, а также температуры окружающей среды. Необходимо убедиться в наличии запасного комплекта батарей.



*Рисунок 4.15 – Возможные варианты уровня заряда батареи:
а – полный; б – частичный; в – низкий; г – разряд батареи*

Электронные теодолиты имеют оптическую систему, позволяющую получать прямое изображение. При выполнении горизонтальной или тахеометрической съёмки в комплекте с ними используется нивелирная рейка с прямой оцифровкой. Визирование по вертикали производится средней горизонтальной нитью сетки нитей на высоту инструмента или визирования.

4.3 Устройство нивелира ЗНЗКЛ

Данная модель нивелира предназначена для технического нивелирования со средней квадратической ошибкой не более 3 мм на 1 км двойного хода. На рисунке 4.16 представлено устройство нивелира ЗНЗКЛ.

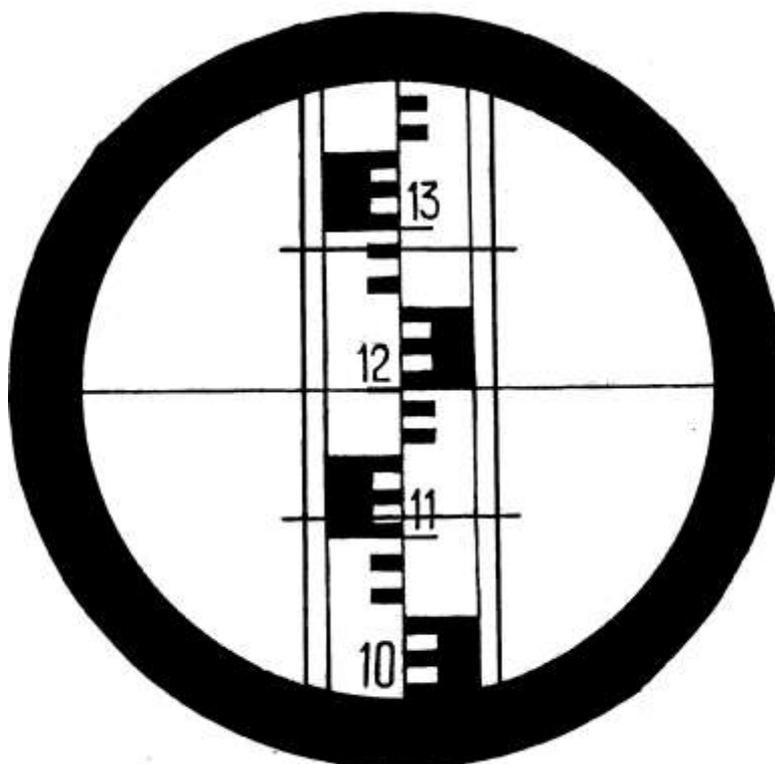


Рисунок 4.16 – Устройство нивелира ЗНЗКЛ:

1 – окуляр с диоптрийным кольцом; 2 – колпачок; 3 – крышка; 4 – корпус; 5 – кремальера; 6 – коллиматорный визир; 7 – зрительная труба; 8 – бленда; 9 – лимб (горизонтальный круг); 10 – наводящий винт; 11 – подставка; 12 – трегер; 13 – подъемный винт

Нивелир имеет оптическую систему, позволяющую получать прямое изображение. В комплекте с ним поставляются две рейки с прямой оцифровкой. Отсчёт считывается по средней горизонтальной нити сетки нитей. Можно также определить

расстояние по верхней и нижней дальномерным нитям сетки нитей. Коэффициент дальномера нивелира равен 100, то есть одному сантиметру на рейке между дальномерными нитями соответствует один метр на местности. Поле зрения нивелира представлено на рисунке 4.17.



*Рисунок 4.17 – Поле зрения зрительной трубы
точного нивелира ЗНЗКЛ*

Отсчёт по рейке по средней нити составляет 1200, что соответствует 1200 м. Расстояние можно определить как разность отсчётов по верхней и нижней нитям, помноженную на коэффициент дальномера, то есть

$$D = (1,287 - 1,113) \cdot 100 = 17,4 \text{ м.}$$

Нивелирные рейки обычно представляют собой деревянные бруски цельные или складные, длиной 1,5; 3 или 4 м и толщиной 2–3 см. Кроме того, рейки бывают телескопические до пяти метров длиной из алюминиевого сплава.

Допускается изготовление реек из пластика, металлов и других материалов. Нивелирные рейки могут быть с односторонней и двухсторонней оцифровкой.

Нивелирные рейки РНЗ – это деревянные складные бруски длиной 3 м и толщиной 2–3 см. На рейках с обеих сторон нанесены сантиметровые шашечные деления. Арабскими цифрами подписываются значения дециметра. Рейки могут иметь обратную или прямую оцифровку.

На одной стороне чередуются деления чёрного и белого цветов (чёрная сторона), а на другой стороне – красного и белого (красная сторона).

Для облегчения снятия нивелирных отсчётов первые пять сантиметровых делений (шашек) каждого дециметра или последние пять объединены в виде буквы Е.

На чёрных сторонах реек счёт шкалы начинается от нуля, а на красных сторонах от произвольного числа, не повторяющегося на чёрной стороне, например от отсчёта 4687 мм. В результате разность отсчётов по обеим сторонам пары реек при одном и том же горизонте нивелира является постоянной величиной, позволяющей контролировать отсчёты по рейкам и точность определения превышения на станции двукратным измерением.

Контрольные вопросы для самоподготовки

1. Что такое теодолит?
2. Какие измерения можно выполнить теодолитом?
3. Как делятся теодолиты по точности?
4. Какие теодолиты относятся к техническим?
5. Перечислите основные элементы теодолита.
6. Опишите устройство теодолита 4Т30П.
7. Что служит контролем приведения прибора 4Т30П в рабочее положение?
8. Как оцифрован горизонтальный круг теодолита 4Т30П?
9. Как оцифрован вертикальный круг теодолита 4Т30П?
10. В чём отличие оцифровки шкалы горизонтального и вертикального круга?
11. Назовите цену наименьшего деления шкалы теодолита 2Т30П.
12. Назовите цену наименьшего деления шкалы теодолита 4Т30П.

13. При помощи какого элемента осуществляется предварительное грубое наведение прибора на объект?
14. Какими винтами осуществляется точное наведение прибора на объект?
15. Каким винтом осуществляется перестановка лимба горизонтального круга теодолита 4Т30П?
16. Какая защита предусмотрена на перестановочном винте лимба горизонтального круга теодолита 4Т30П?
17. Из каких действий состоит измерение теодолитом горизонтального угла полным приёмом?
18. Назовите допустимую величину расхождения между значениями измеренных углов, полученных в разных полуприёмах одного полного приёма.
19. Как измерить расстояние теодолитом, используя рейку нивелирную и дальномерные нити сетки нитей?
20. Перечислите основные элементы теодолита VEGA TEO5.
21. Опишите устройство теодолита VEGA TEO5.
22. Что служит контролем приведения электронного теодолита в рабочее положение?
23. Как градуирован горизонтальный круг электронного теодолита?
24. Как градуирован вертикальный круг электронного теодолита?
25. В чём отличие системы измерения угла горизонтального и вертикального круга?
26. Назовите дискретность считывания теодолита VEGA TEO5.
27. При помощи какого элемента осуществляется предварительное грубое наведение прибора на объект?
28. Какими винтами осуществляется точное наведение прибора на объект?
29. Какой клавишей осуществляется обнуление лимба горизонтального круга электронного теодолита?
30. Из каких действий состоит измерение теодолитом горизонтального угла полным приёмом?
31. Назовите допустимую величину расхождения между значениями измеренных углов, полученных в разных полуприёмах одного полного приёма.

32. Назовите основные элементы нивелира ЗНЗКЛ.
33. Что служит контролем приведения прибора ЗНЗКЛ в рабочее положение?
34. При помощи какого винта осуществляется приведение цилиндрического уровня в «нуль-пункт»?
35. Из какого материала изготавливаются нивелирные рейки?
36. Какой длины могут быть нивелирные рейки?
37. Какова цена наименьшего деления рейки?
38. С какой точностью производится считывание отсчёта при техническом нивелировании?

5 ПОВЕРКИ И ЮСТИРОВКИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

5.1 Поверки и юстировки теодолита 4Т30П

Единство и требуемая точность измерений определяются метрологическим обеспечением измерительных средств. Это достигается установлением и применением научно-методических приёмов, технических средств, правил и норм контроля приборов, применяемых в производстве.

Одно из важнейших понятий в системе метрологического обслуживания геодезических приборов – *поверка*. Под поверкой геодезических приборов понимают контроль метрологической исправности и определение конкретных значений метрологических характеристик, нормированных в технической документации.

Для геодезических приборов выполняют следующие поверки: периодическую, межсезонную, контрольную, эксплуатационную, внеочередную. Объём поверочных работ устанавливается в зависимости от типа прибора. Применяемые методы и средства поверки выбирают с учётом специфических особенностей и назначения прибора. Для обеспечения нормальных условий проведения испытаний или поверки необходимо соблюдение целого ряда требований по предохранению геодезического прибора от внешних влияний в рабочем пространстве.

При испытании взаимодействия деталей прибора особое внимание необходимо обратить на следующие требования:

1) вращение горизонтального и вертикального кругов и алидады горизонтального круга должно быть свободным и при работе наводящими винтами плавным;

2) закрепительные винты лимба, алидады и зрительной трубы надо зажимать без лишних усилий. При поворотах верхней части прибора следует брать руками за алидадную часть у места расположения закрепительного винта;

3) подъёмные винты не должны иметь шатаний в подставке.

В исправном теодолите взаимное положение его частей и осей должно отвечать определенным геометрическим услови-

ям. Контроль выполнения этих условий называется поверками теодолита. У теодолита поверяется положение четырёх осей: вертикальной, горизонтальной, визирной и оси цилиндрического уровня.

Ось цилиндрического уровня на алидаде горизонтального круга должна быть перпендикулярна к вертикальной оси теодолита (поверка уровня).

Для этой поверки лимб устанавливают в горизонтальное положение. Затем поворачивают алидаду на 180° относительно исходного положения. Если пузырёк уровня останется на середине, то условие поверки считается соблюденным. Если же пузырёк уровня отойдет от середины больше чем на одно деление, значит, условие не соблюдено, и необходимо исправить обнаруженную неперпендикулярность осей, т.е. произвести юстировку. Для этого подсчитывают, на сколько делений уровня отклонился пузырёк. Ошибку в размере половины делений устраняют исправительным винтом уровня с помощью специальной шпильки. При большом отклонении исправление выполняют постепенно. Поверку и юстировку повторяют несколько раз до полного устранения ошибки.

Визирная ось зрительной трубы должна быть перпендикулярна к горизонтальной оси теодолита (поверка коллимационной ошибки).

Предварительно вращением диоптрийного кольца (на оправе окуляра) добиваются чёткого изображения сетки нитей. Затем трубу наводят на какой-либо объект вблизи горизонта. При визировании на точку вертикальный круг может находиться или слева, или справа по отношению к наблюдателю. Поэтому различают наблюдения, выполненные при «круге право» – КП, и наблюдения, выполненные при «круге лево» – КЛ. Для получения чёткого изображения наблюдаемой точки в поле зрения пользуются кремальерой (фокусирующим кольцом зрительной трубы). Затем на замеченную точку наводят центр сетки нитей трубы теодолита с помощью микрометрического винта алидады и берут отсчёт по лимбу горизонтального круга при положении КЛ. Переводят трубу через зенит. Наводят зрительную трубу на ту же точку и берут отсчёт, но в уже в положении

КП. Разность между отсчётами даёт угол, соответствующий двойной коллимационной ошибке. Величина коллимационной ошибки вычисляется по формуле

$$C = \frac{KL - KP \pm 180^\circ}{2}. \quad (5.1)$$

Если она превышает двойную величину точности считывания отсчёта, равную 1' для теодолита 4Т30П, то положение визирной оси желательно исправить.

Для этого определяется отсчёт

$$KP_0 = KP - C. \quad (5.2)$$

На этот отсчёт при помощи наводящего винта устанавливается алидада горизонтального круга. Одновременно центр сетки нитей сместится с наблюдаемой точки. Наводить на эту точку центр сетки нитей необходимо её исправительными винтами. Исправление производят следующим образом. Откручивают защитный колпачок с окуляра зрительной трубы, под которым расположены четыре юстировочных (исправительных) винта. Отпустив вертикальные винты, вращением горизонтальных винтов перемещают сетку нитей до тех пор, пока её центр не совпадёт с наблюдаемой точкой. В процессе исправления рекомендуется сначала отпустить противоположный винт, а затем ввинчивать нужный, чтобы сетка нитей была устойчиво закреплена. После устранения коллимационной ошибки поверку прибора необходимо повторить.

Горизонтальная и вертикальная оси теодолита должны быть взаимно перпендикулярны.

Установив теодолит на 10–20 метров от стены здания, нужно навести сетку нитей зрительной трубы на хорошо видимую, высоко расположенную точку. Закрепить алидаду горизонтального круга. Затем зрительная труба наклоняется примерно до горизонтального положения. На стене карандашом отметить точку, в которую проецируется центр сетки нитей. Затем, ослабив закрепительные винты зрительной трубы и алидады, трубу перевести через зенит. Далее следует навести сетку нитей на ту же высоко расположенную точку и снова наклонить трубу до горизонтального положения. Если центр сетки

нитей совпадает с меткой на стене или отклонится не более чем на две ширины биссектора сетки, то условие выполнено. Устранение значения неперпендикулярности осей теодолита более допустимого выполняется в специализированной мастерской. Данное условие у современных приборов гарантируется заводом-изготовителем.

Вертикальная нить сетки нитей должна быть перпендикулярна к горизонтальной оси теодолита.

Наводится вертикальная нить сетки на чётко видимую удалённую точку. Вращая трубу микрометренным (наводящим) винтом вертикального круга теодолита, наблюдают прохождение вертикальной нити через искомую точку. Если вертикальная нить и точка в ходе вращения трубы взаимно отклоняются, юстировку выполняют путем поворота окулярной части зрительной трубы с сеткой на требуемый угол. Для этого ослабляются четыре винта, крепящие окулярную часть к зрительной трубе. После данной операции требуется повторить определение коллимационной ошибки.

При горизонтальном положении зрительной трубы отсчёт по вертикальному кругу должен быть равен нулю.

Определение места нуля (МО) вертикального круга теодолита. Для контроля наблюдают при обоих положениях вертикального круга (КП и КЛ) на две точки местности и дважды вычисляют значение МО по формуле

$$MO = \frac{KP + KL}{2}. \quad (5.3)$$

Колебания МО при наблюдении на разные точки не должны превышать двойную величину точности считывания отсчёта по вертикальному кругу, или 1'.

Приведение МО к нулю можно выполнить следующим способом. Зрительную трубу наводящим винтом устанавливают на отсчёт, равный вычисленному углу наклона, по формуле

$$v = \frac{KP - KL}{2}. \quad (5.4)$$

После этого вертикальными юстировочными винтами сетки нитей совмещают её горизонтальный штрих с изображением наблюдаемой точки. Для контроля выполненных действий желательнее вновь определить значение МО. Если юстировка МО не выполнялась, то в процессе определения углов наклона необходимо учитывать значение места нуля.

Определение рена отсчётного микроскопа. Изображение одного деления угломерного круга должно быть равно 12 делениям шкалы микроскопа. Разность между ними называют реном.

Значение рена определить следующим образом. Совместить какой-либо штрих А лимба с нулевым штрихом отсчётной шкалы микроскопа и снять показание по штриху ($A - 1^\circ$). Вычислить разность показаний по штрихам А и ($A - 1^\circ$), которая равна рену на данном участке лимба.

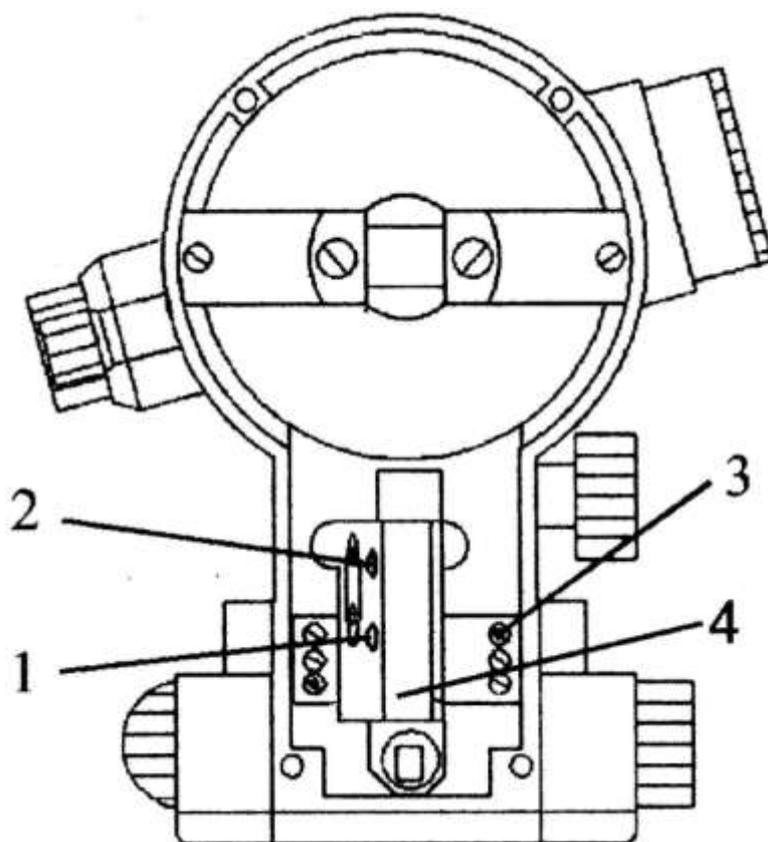
Рен вертикального лимба определить на участках 0, 2, -2° при круге слева и справа, рен горизонтального круга – через 60° .

Вычислить среднее арифметическое значение рена для каждого круга из шести определений.

Расхождение между значениями рена для разных участков лимба не должно превышать 30". При среднем значении рена более 15" произвести его исправление.

Предварительно устраняется параллакс. Для этого необходимо снять боковую крышку со стороны лимба вертикального круга (рисунок 5.1). Наблюдая в микроскоп, установить окуляр по глазу до получения чёткого изображения шкалы. Слегка открепив винт 2 крепления линз горизонтального круга, перемещением линзы вдоль паза кронштейна добиться чёткого изображения горизонтального лимба, винт закрепить. Аналогично исправляется параллакс вертикального круга нижним винтом, расположенным в глубине боковой продольной прорези.

После устранения параллакса проверить и при необходимости устранить рен. Рен горизонтального и вертикального кругов исправить перемещением обеих линз соответствующих кругов. Если изображение круга необходимо уменьшить, обе линзы необходимо удалить от круга, если увеличить – приблизить. Одновременно следят за отсутствием параллакса между изображениями штрихов лимба и шкалы микроскопа.



*Рисунок 5.1 – Теодолит 4Т30П без боковой крышки:
1, 2 – винты крепления линз горизонтального круга;
3 – винт крепления кронштейна; 4 – кронштейн*

Поверки и юстировки теодолита в обязательном порядке выполняют перед выходом в поле.

5.2 Поверки и юстировки электронного теодолита ТЕО5

Единство и требуемая точность измерений достигаются установлением и применением научно-методических приёмов, технических средств, правил и норм контроля приборов, применяемых в производстве. Под единством угловых геодезических измерений понимают такое состояние измерений, при котором получаемые результаты выражаются в принятых единицах плоского угла, а погрешности результатов измерений известны с требуемой надёжностью. Государственная поверочная схема для средств измерения плоского угла устанавливается государственным стандартом.

Рабочие теодолиты должны проходить ведомственную поверку, организуемую ведомственными метрологическими служ-

бами, а при отсутствии таковых – в специализированных метрологических центрах.

Для электронных теодолитов периодическая поверка основных электронных узлов выполняется не реже одного раза в год.

По результатам поверки оформляется протокол, выдаётся свидетельство о метрологической аттестации прибора. Теодолит, не имеющий аттестации, к производству измерений не допускается.

При испытании взаимодействия деталей прибора особое внимание необходимо обратить на следующие требования:

1) вращение горизонтального и вертикального кругов и алидады горизонтального круга должно быть свободным и при работе наводящими винтами плавным;

2) закрепительные винты круга и зрительной трубы надо зажимать без лишних усилий. При поворотах верхней части прибора следует брать руками за алидадную часть у места расположения закрепительного винта;

3) подъёмные винты не должны иметь шатаний в подставке;

4) сетка нитей зрительной трубы должна быть установлена правильно.

Поверки и юстировки электронных теодолитов средней точности необходимо проводить в следующей последовательности:

1. Поверка и юстировка цилиндрического уровня.

2. Поверка и юстировка круглого уровня.

3. Поверка и юстировка оптического центрира.

После выполнения юстировки всегда необходимо повторить поверку.

Поверка цилиндрического уровня. Ось цилиндрического уровня на алидаде горизонтального круга должна быть перпендикулярна к вертикальной оси теодолита.

Горизонтальный круг устанавливается таким образом, чтобы ось цилиндрического уровня была параллельна любым двум подъёмным винтам (рисунок 5.2). Вращая эти два подъёмных винта навстречу друг другу в одну или другую сторону, приводят пузырёк цилиндрического уровня в нуль-пункт (на середину) (рисунок 5.2, а). После чего поворачивают теодолит вокруг вертикальной оси таким образом, чтобы цилиндрический

уровень стал перпендикулярно тем же двум подъёмным винтам (рисунок 5.2 ,б). Вращением третьего подъёмного винта, в направлении которого повернут цилиндрический уровень, приводят пузырёк уровня в нуль-пункт. Затем возвращают теодолит в исходное положение и уточняют приведение пузырька в нуль-пункт.

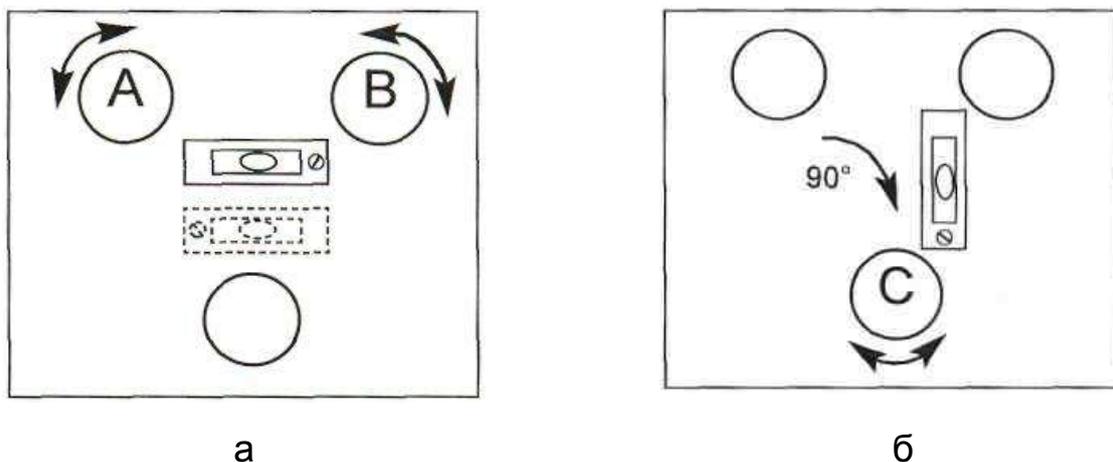
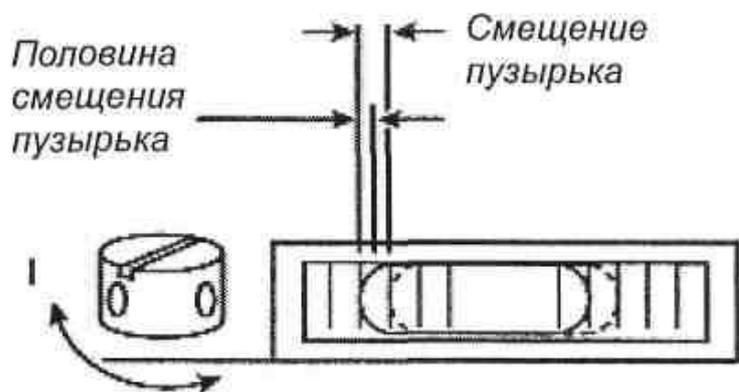


Рисунок 5.2 – Точное горизонтирование по цилиндрическому уровню

После этого поворачивают алидаду на 180° ; если пузырёк уровня останется на середине, то условие поверки считается соблюденным (рисунок 5.2, а – пунктир). Если же пузырёк уровня отойдет от середины больше чем на одно деление, значит, условие не соблюдено и необходимо исправить обнаруженную неперпендикулярность осей, т.е. произвести юстировку. Для этого подсчитывают, на сколько делений уровня отклонился пузырёк. Ошибку в размере половины делений устраняют исправительным винтом уровня (рисунок 5.3) с помощью специальной юстировочной шпильки. При большом отклонении исправление выполняют постепенно. Поверку и юстировку повторяют несколько раз до полного устранения ошибки.

Поверка круглого уровня. Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения теодолита.

До начала данной поверки должна быть выполнена юстировка цилиндрического уровня. Если пузырёк круглого уровня находится в нуль-пункте после приведения в центр пузырька цилиндрического уровня, то дальнейшая юстировка не требуется.



Чтобы переместить пузырёк, поверните этот винт

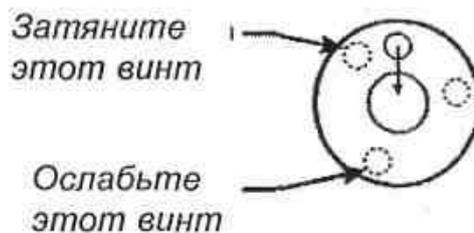
Рисунок 5.3 – Юстировка цилиндрического уровня

В противном случае необходима юстировка. Действуя юстировочной шпилькой, повернуть юстировочные винты (рисунок 5.4, а), пока пузырёк круглого уровня не переместится в центр. Во избежание разрыва нельзя перетягивать юстировочные винты. Необходимо ослабить один винт на $\frac{1}{4}$ оборота винта (рисунок 5.4, б), а затем затянуть другой винт также на $\frac{1}{4}$ оборота. После этого проверку повторяют, повернув прибор на 180° .



а

Чтобы пузырёк сместился в указанных направлениях



б

Рисунок 5.4 – Юстировка круглого уровня

Проверка оптического центрира. Визирная ось оптического центрира должна совпадать с вертикальной осью вращения теодолита (рисунок 5.5).

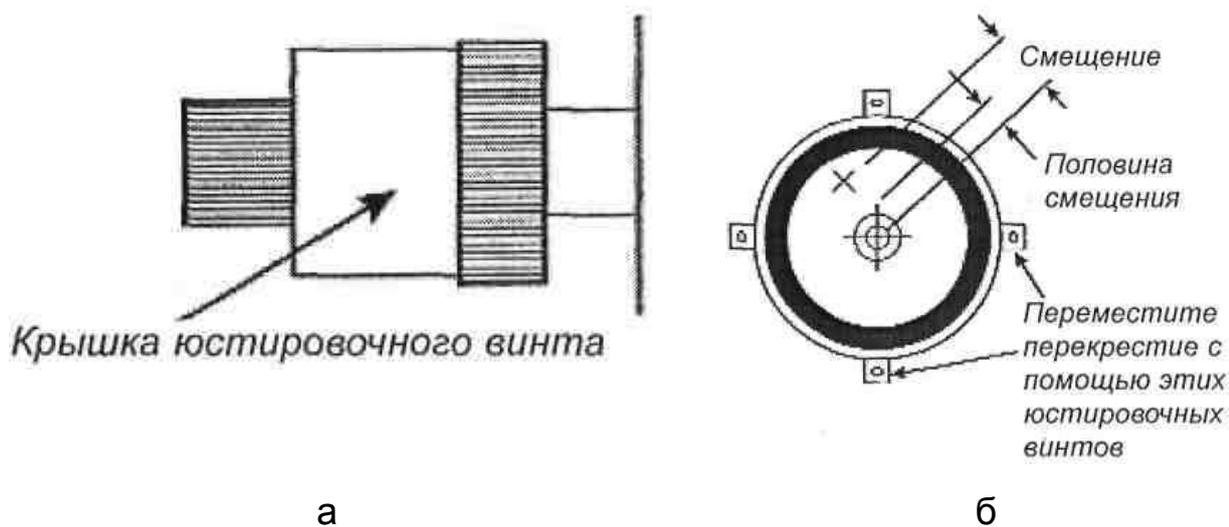


Рисунок 5.5 – Юстировка оптического центрира

Навести оптический центрир на точку центрирования с помощью трёх подъёмных винтов или, ослабив становой винт, передвинуть теодолит по головке штатива к точке. Затем повернуть теодолит на 180° и повторить визирование через оптический центрир. Если точка центрирования находится в центре круга поля зрения оптического центрира, то юстировка не требуется. В противном случае необходима юстировка. Для этого нужно снять крышку юстировочных винтов оптического центрира (рисунок 5.5, а), повернув её против часовой стрелки. Под ней расположены четыре юстировочных винта. Действуя юстировочной шпилькой, вращением юстировочных винтов, возвращают перекрестие сетки нитей центрира на половину дуги отклонения от точки (рисунок 5.5, б). Необходимо ослабить один винт на $\frac{1}{4}$ оборота винта, а затем затянуть другой винт также на $\frac{1}{4}$ оборота. После этого, повернув прибор на 180° , проверку повторяют до полного устранения смещения.

Установка места нуля вертикального круга

Последовательность действий при установке места нуля электронного теодолита средней точности представлена в таблице 5.1.

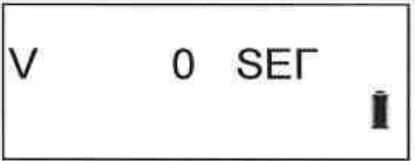
Метрологические центры в процессе первичной или периодической поверки, кроме внешнего осмотра и опробования каждого теодолита, выполняют определение следующих метрологических характеристик.

1. Определение цены деления уровней.
2. Определение наименьшего расстояния визирования.

3. Определение коэффициента нитяного дальномера.
4. Определение постоянного слагаемого нитяного дальномера.
5. Определение диапазона работы компенсатора.
6. Определение систематической погрешности компенсатора на 1' наклона оси.
7. Определение погрешности оптического центрира.
8. Определение СКО измерения горизонтальных и вертикальных углов.

Пункты 1, 2 и 4 определяются только при первичной поверке.

Таблица 5.1 – Последовательность действий при установке места нуля электронного теодолита VEGA TEO5

Операция	Клавиша	Дисплей
Точное горизонтирование теодолита	Нет	
Нажать клавишу «V%», и удерживая её, нажать клавишу питания. На дисплее появится режим установки места нуля вертикального круга	V% ⓘ	
Повернуть зрительную трубу в вертикальной плоскости, чтобы установить место нуля. На дисплее появится «STEP – 1»		
Навести зрительную трубу на цель, расположенную близко к горизонту на расстоянии примерно 100 м. Нажать «V%». Данные для первой точки будут сохранены. На дисплее появится «STEP – 2»	V%	
Перевести зрительную трубу через зенит и снова визировать её на начальную точку. Нажать «V%». Данные для второй точки будут сохранены, и место нуля вертикального круга будет установлено. После нажатия клавиши инструмент подаст звуковой сигнал и вернётся в режим обычных измерений	V%	

5.3 Поверки и юстировки нивелира ЗНЗКЛ

При внешнем осмотре нивелира проверяют плавность вращения зрительной трубы, наводящего и подъёмных винтов, фокусирование сетки и зрительной трубы, исправность уровня, юстировочных винтов, работу элевационного винта.

Нивелир НЗ поверяется на следующие геометрические условия.

Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения нивелира.

Действуя подъёмными винтами подставки, пузырёк круглого уровня приводят в нуль-пункт, затем верхнюю часть нивелира поворачивают на 180° вокруг оси. Если пузырёк остался в нуль-пункте, то условие выполнено. Если же пузырёк отклонился, вращением юстировочных винтов его возвращают к центру ампулы на половину дуги отклонения, а окончательно совмещают с нуль-пунктом подъёмными винтами подставки. После этого поверку повторяют.

Горизонтальный штрих сетки нитей должен быть перпендикулярен оси вращения нивелира.

Зрительной трубой визируют на рейку, установленную в 50–60 метрах от нивелира. Вращая зрительную трубу вокруг вертикальной оси, следят, изменяется ли отсчёт при перемещении изображения рейки от одного края поля зрения к другому. Если отсчёт изменяется больше чем на 1 мм, диафрагму с сеткой поворачивают в требуемое положение, ослабив крепящие её винты. Необходимо отметить, что юстировка для данной поверки выполняется в мастерской.

Ось цилиндрического уровня должна быть параллельна оси зрительной трубы.

Это условие, называемое главным, поверяют разными способами.

Способ 1. Нивелирование одной и той же линии способом «вперёд» и «из середины». Поверку выполняют в следующем порядке. На местности с помощью кольев или костылей закрепляют линию длиной 70–80 м (рисунок 5.6).

Прибор устанавливают на одинаковом расстоянии от концов линии, тщательно приводят пузырёк цилиндрического уровня на середину и делают отсчёты a_1 и b_1 по двум противоположно стоящим рейкам.

Затем определяют превышение h по формуле

$$h = a_1 - b_1. \quad (5.5)$$

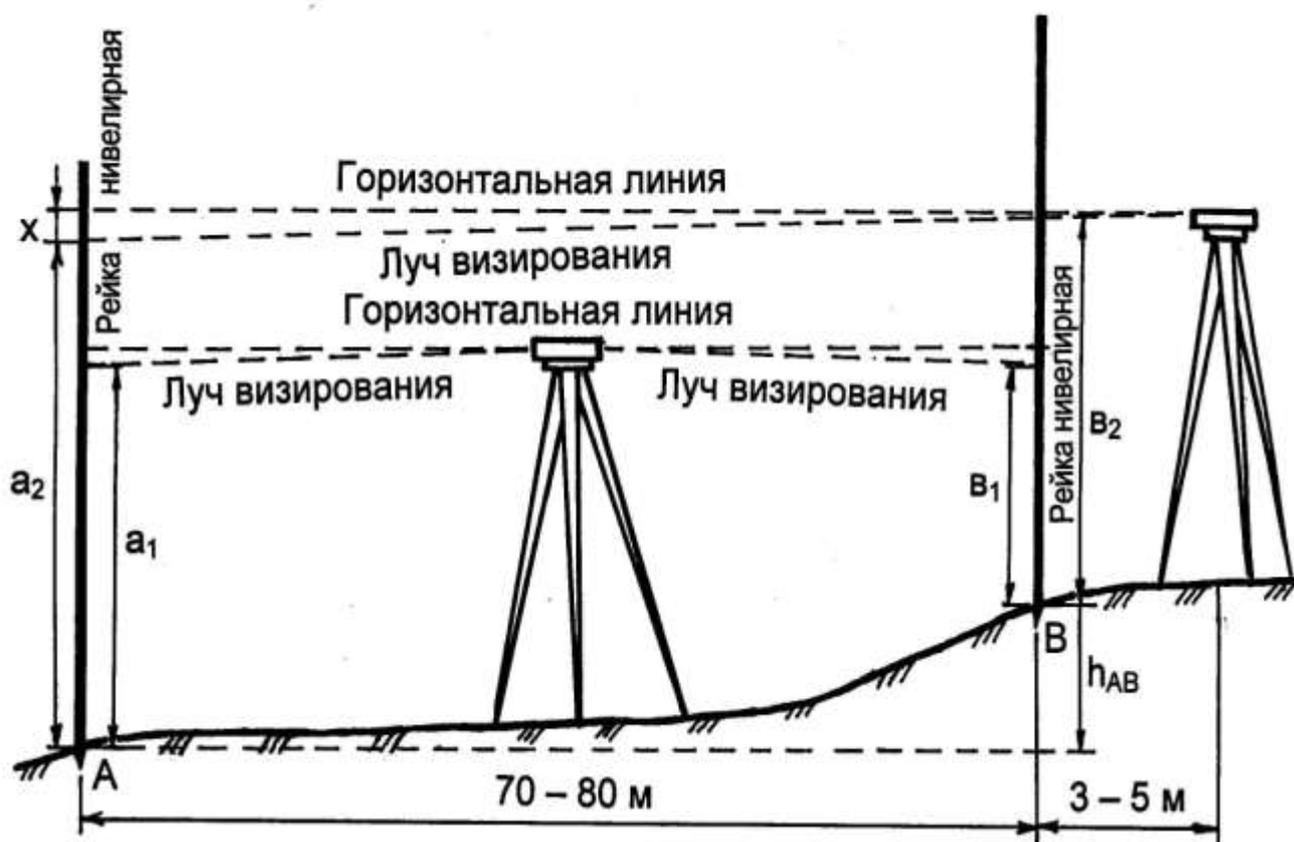


Рисунок 5.6 – Проверка главного геометрического условия нивелира

Устанавливают прибор примерно в створе линии АВ на расстоянии 3–5 м от точки В (рисунок 5.6), приведя пузырёк цилиндрического уровня на середину, делают отсчёт b_2 , который принимают за истинный. Вычисляют теоретическое значение отсчёта по рейке, установленной в точке А, то есть

$$a_2 = h - b_2. \quad (5.6)$$

Если отсчёт по рейке со станции 2 совпадает с отчётом a_2 или будет отличаться от него не более чем на 4 мм, то условие можно считать выполненным. В противном случае путем вращения элевационного винта устанавливается средний штрих сетки нитей на отсчёт a_2 , после чего приводится пузырёк уровня на середину, действуя вертикальными юстировочными вин-

тами цилиндрического уровня. После юстировки поверку повторяют.

Способ 2. Двойное нивелирование способом «вперёд» (рисунок 5.7).

Поверка производится двойным нивелированием линии АВ следующим образом.

Нивелир устанавливается над точкой А, приводится в рабочее положение, и измеряется его высота i_1 (расстояние от центра окуляра до верха колышка) с ошибкой не более **1 мм**. По среднему штриху сетки нитей определяется отсчёт b_1 по рейке, установленной в точке В. Затем меняется местами положение рейки и нивелира, и выполняются аналогичные действия на точке В, в результате получаем значения i_2 и b_2 .

Если визирная ось зрительной трубы не параллельна оси цилиндрического уровня, то в отсчётах по рейке будет присутствовать так называемая «ошибка X», величину которой можно определить по формуле

$$X = \frac{b_1 + b_2}{2} - \frac{i_1 + i_2}{2}. \quad (5.7)$$

Если ошибка X не превышает 4 мм, то условие можно считать выполненным (для проложения ходов технического нивелирования). В противном случае для станции 2 вычисляют верный отсчёт по рейке согласно формуле

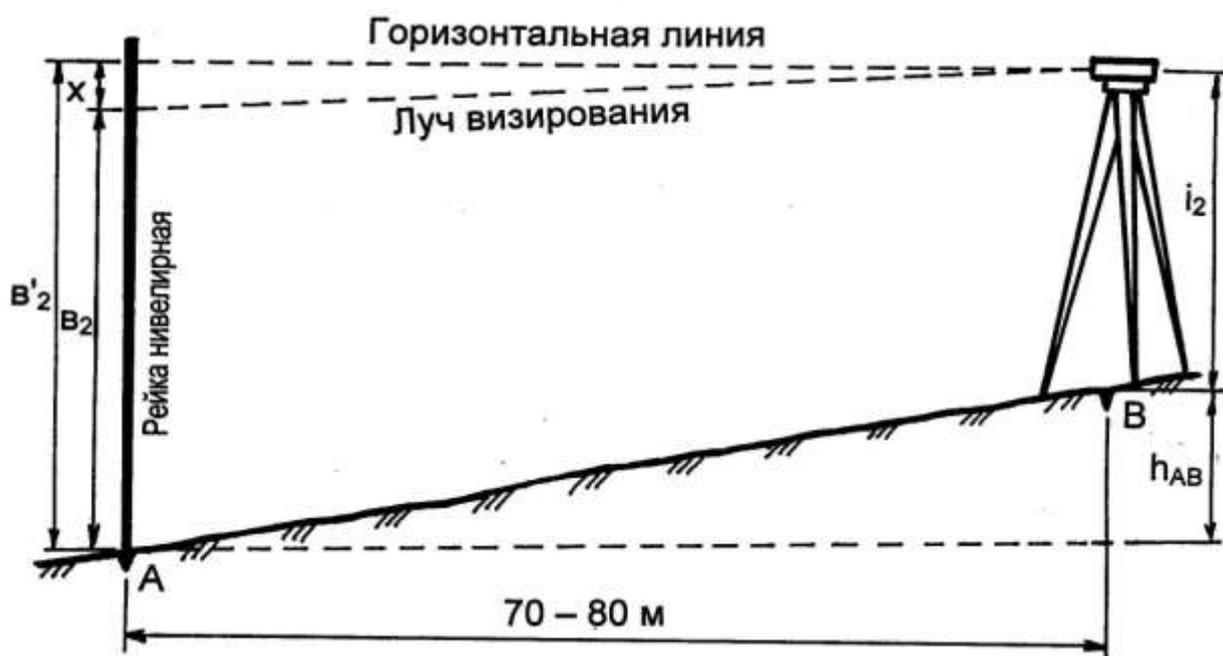
$$b'_2 = b_2 - X. \quad (5.8)$$

Непараллельность указанных осей исправляют таким же образом, как и при первом способе.

Поверку лучше выполнять в пасмурную погоду или в затенённом месте, чтобы исключить односторонний нагрев солнцем цилиндрического уровня.



а



б

Рисунок 5.7 – Проверка главного условия нивелира:
 а – при установке нивелира в точке А;
 б – при установке нивелира в точке В

Проверка правильности работы компенсатора (для нивелиров с самоустанавливающейся линией визирования)

Нивелир устанавливают на равном удалении между двумя рейками. Наблюдения выполняются сериями, общее число которых должно быть не менее пяти. Перед снятием отсчетов по рейкам для вертикальной оси вращения подъемными винтами задают наклоны от I до V (рисунок 5.8).

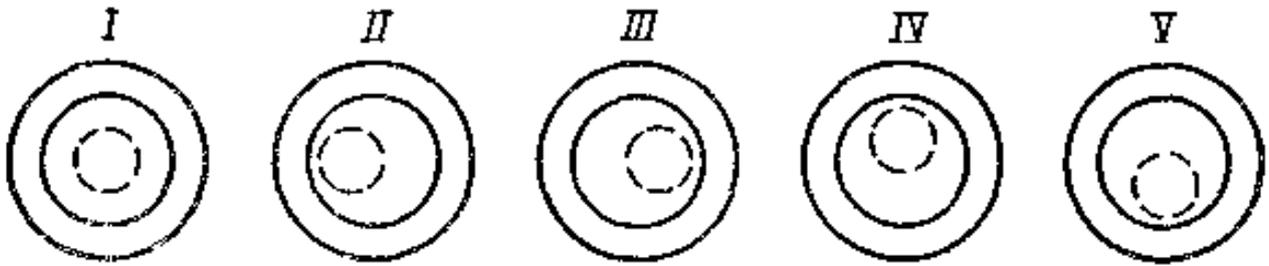


Рисунок 5.8 – Положение пузырька установочного уровня при наклоне оси нивелира подъёмными винтами

Отсчёты не должны отличаться более чем на **1 мм**. Перед каждой серией измерений изменяется высота прибора.

Для высокоточных нивелиров поверка выполняется при расстояниях между рейками 10, 50, 100 м; для точных нивелиров при расстояниях 100 и 200 м; для технических при расстояниях 200 м. Юстировка производится в лабораторных условиях специализированной мастерской.

Контрольные вопросы для самоподготовки

1. Что такое поверка геодезических приборов?
2. Какие проверки выделяют по периодичности их выполнения?
3. Что такое юстировка геодезических приборов?
4. Чем достигается требуемая точность измерений?
5. На какие требования необходимо обратить особое внимание при испытании взаимодействия деталей прибора?
6. Для чего необходимо выполнять поверки?
7. Сколько поверок необходимо выполнить оптическому теодолиту технической точности?
8. Как поверяется цилиндрический уровень?
9. Как поверяется коллимационная ошибка?
10. Как поверяется место нуля?
11. Как поверяется положение сетки нитей?
12. Что такое рен?
13. Как поверяется рен?
14. Как исправляется параллакс?
15. Что служит контролем приведения прибора 4Т30П в рабочее положение?

16. Сколько поверок необходимо выполнить нивелиру ЗНЗКЛ?
17. Какие поверки необходимо выполнить нивелиру НЗ?
18. Какие поверки необходимо выполнить нивелиру ЗНЗКЛ?
19. Какая поверка называется основной поверкой нивелира?
20. Как поверяется компенсатор нивелира?
21. С какой периодичностью выполняется поверка электронного теодолита средней точности VEGA TEO5?
22. Сколько поверок необходимо выполнить электронному теодолиту средней точности VEGA TEO5?
23. Как поверяется цилиндрический уровень электронного теодолита средней точности?
24. Как поверяется круглый уровень электронного теодолита средней точности?
25. Как устанавливается место нуля электронного теодолита средней точности?
26. Как поверяется положение сетки нитей электронного теодолита средней точности?
27. Как исправляется параллакс электронного теодолита средней точности?
28. Что выдаётся метрологическими центрами в подтверждение метрологической аттестации прибора?

6 СОСТАВЛЕНИЕ ПЛАНА ОБЪЕКТА НЕДВИЖИМОСТИ

6.1 Горизонтальная съёмка объекта недвижимости

6.1.1 Рекогносцировка местности и закрепление точек теодолитного хода

Теодолитные ходы – это метод построения плановой геодезической съёмочной и разбивочно-привязочной сети. Теодолитные ходы прокладываются по границам участка в местах, удобных для линейных измерений. На бригаду даётся участок ход из расчёта 2 точки на каждого члена бригады. Стороны ходов должны быть в пределах 40–350 м.

Вершины полигона выбираются таким образом, чтобы были видны следующие соседние вершины (предыдущая и последующая) и обеспечивалась съёмка всего участка, с минимального количества станций. В вершинах полигона забивают до уровня земли деревянные колышки – точки. Вокруг колышка выполняется окопка в форме треугольника со стороной примерно 50 сантиметров. Для облегчения последующего отыскания колышка рядом забивается высокий колышек (сторожёк). Если вершину полигона необходимо отметить более точно, то на верхней стороне колышка прочерчивают карандашом крест с центром, совпадающим с вершиной полигона.

6.1.2 Измерение углов и сторон теодолитного хода

Измерение горизонтальных углов оптическим теодолитом

Процесс измерения углов состоит из отдельных операций.

1. Перед работой теодолит устанавливают над вершиной угла (колышка) таким образом, чтобы нитяной или оптический отвес находился примерно над центром точки. Центрирование корректируется передвижением теодолита на штативе либо изменением длины ножки штатива. Допустимая погрешность при центрировании составляет 2–3 мм. Затем, убедившись в устойчивости теодолита, подъёмными винтами с помощью уровня при алидаде горизонтального круга установить лимб теодолита в горизонтальное положение.

2. Установить сетку нитей на чёткое изображение, закрепить лимб и навести трубу с помощью механического или коллиматорного визира на заднюю точку угла. Закрепить алидаду и более точное наведение произвести наводящими винтами трубы и алидады.

3. Произвести отсчёт по шкале горизонтального круга и записать его.

4. Открепив алидаду, навести трубу на переднюю точку угла, также произвести отсчёт и записать.

5. Вычислить значение угла как разность первого и второго отсчётов. Если первый отсчёт получился численно меньше второго, то к нему надо прибавить 360° , а затем произвести вычитание.

Описанные выше операции представляют первый полуприём, выполненный при КП или КЛ.

6. Открепив закрепительные винты трубы и алидады горизонтального круга, перевести трубу через зенит, изменить положение вертикального круга и изменить отсчёты по лимбу горизонтального круга на $2-3^\circ$ с помощью наводящего винта лимба.

7. Измерить угол при другом положении круга, повторив действия, описанные в ранее рассмотренных пунктах.

8. Расхождение значения угла в двух полуприёмах (КП и КЛ) не должно превышать $1'$. Если расхождение допустимо, вывести среднее значение угла из двух полуприёмов. Это будет результатом измерения угла полным приёмом. При недопустимом расхождении угла при КП и КЛ измерения надо повторить.

Измерение горизонтальных углов электронным теодолитом

Схема действий при измерении горизонтальных углов представлена на рисунке 6.1. Необходимо навести зрительную трубу теодолита на точку А. Далее нажать клавишу «0SET», чтобы обнулить отсчёт горизонтального круга. После чего, отпустив закрепительный винт горизонтального круга и зрительной трубы, навести зрительную трубу на вторую точку (В). На дисплее высветится значение измеренного угла между точками А и В.

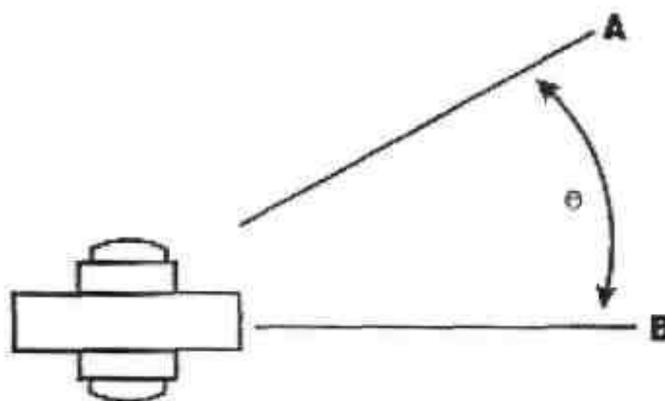


Рисунок 6.1 – Схема измерения горизонтального угла

Символ «HR» на дисплее означает, что измерение угла выполнено по ходу часовой стрелки. Символ «HL» на дисплее означает, что измерение угла выполнено против хода часовой стрелки.

Измерение вертикальных углов электронным теодолитом

Для измерения вертикальных углов в электронных теодолитах реализованы три системы отсчёта. Они отличаются выбором начального нулевого направления и направлением счёта величины вертикального угла. В процессе настройки измерений выбирается одна из предлагаемых систем. Далее, при наведении на объект визирования, на дисплее отображается значение угла наклона исходя из выбранной системы.

Угол наклона измеряется вертикальным кругом теодолита.

Для измерения угла наклона (ν) теодолитом визирную ось трубы наводят на точку вешки, расположенную на расстоянии, равном высоте инструмента. Отсчёты по вертикальному кругу берутся при круге лево и круге право.

В ходах повышенной точности используют теодолиты средней точности.

Измерения длин линий

Длины линий теодолитного хода измеряют 20-, 30-, 50- и 100-метровой рулеткой (рисунок 6.2), светодальномером или лазерным дальномером (рисунок 6.3).

Каждая сторона теодолитного хода измеряется в прямом и обратном направлениях. Расхождения между измерениями не должны быть больше $1/2000$ от длины линии. Результаты измерений записывают в журнал.

Одновременно с измерением линии измеряют угол наклона всей линии или углы наклона отдельных участков. Горизонтальное проложение линии с учётом поправки за наклон вычисляется по формуле

$$d = D \cdot \cos^2 \nu, \quad (6.1)$$

где D – наклонное расстояние, м;

ν – угол наклона.

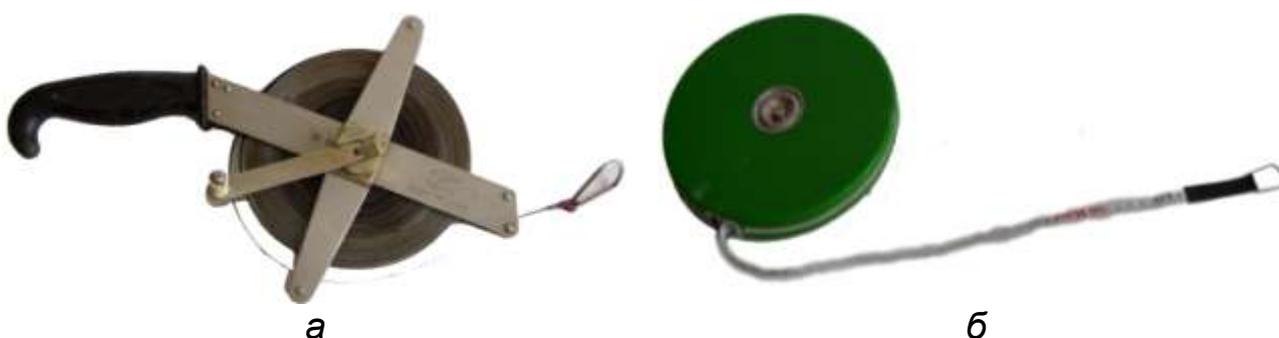


Рисунок 6.2 – Рулетка мерная:
а – металлическая РК-50; б – тканевая 20 м



Рисунок 6.3 – Лазерный дальномер:
а – Leica DISTO A5; б – STANLEY Fat Max

6.1.3 Привязка теодолитного хода к опорной сети

Для определения дирекционных углов сторон и координат точек теодолитного хода производится привязка его к пунктам опорной сети (приложение А).

В производственных условиях исходный дирекционный угол определяется, решая обратную геодезическую задачу, по координатам исходных пунктов. Вычисляют величину румба исходной линии по формуле

$$tgr = \frac{(\pm)Y_K - Y_H}{(\pm)X_K - X_H}, \quad (6.2)$$

где Y_K ; Y_H и X_K ; X_H – координаты исходных пунктов, конечного и начального по ходу движения по полигону, м.

Численное значение румба получают как функцию $(tgr)^{-1}$. Значение выражают в угловых градусах и минутах с точностью до 0,5'. Исходя из полученных знаков приращений координат начальной линии, согласно таблице 6.1, определяют четверть, в которой получен румб. Зная четверть и зависимость, связывающую дирекционный угол и румб в этой четверти, согласно таблице 6.2, вычисляют величину дирекционного угла исходной линии.

Таблица 6.1 – Знаки приращения координат

Четверть	Название румба приращения	Знаки	
		ΔX	ΔY
I	СВ	+	+
II	ЮВ	–	+
III	ЮЗ	–	–
IV	СЗ	+	–

Таблица 6.2 – Зависимость дирекционных углов и румбов

Значение дирекционных углов	Название румбов	Зависимость дирекционных углов и румбов
0°–90°	СВ	$r = \alpha$
90°–180°	ЮВ	$r = 180^\circ - \alpha$
180°–270°	ЮЗ	$r = \alpha - 180^\circ$
270°–360°	СЗ	$r = 360^\circ - \alpha$

Определение длин линий между исходными пунктами осуществляется по следующей формуле:

$$S = \sqrt{(X_{кон.} - X_{нач.})^2 + (Y_{кон.} - Y_{нач.})^2}. \quad (6.3)$$

В простейшем случае, когда теодолитный ход непосредственно опирается на пункты опорной сети, привязка сводится к измерению примычных углов. Величина суммы примычных углов должна быть равна, в пределах точности, 360° .

6.1.4 Требования к детальности отображения ситуации при крупномасштабной съёмке

Съёмке и отображению на планах в масштабах 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000 и 1:500 подлежат все элементы ситуации существующей застройки и благоустройства, подземных и наземных сетей и сооружений, выражающиеся в масштабе плана и предусмотренные для указанных масштабов действующими условными знаками (внемасштабные условные знаки). К ним относятся следующие элементы:

1. Опорная геодезическая сеть (пункты триангуляции, трилатерации, полигонометрии, реперы нивелирования и точки теодолитных ходов и строительной сетки, если последние закреплены на местности по типу полигонометрических знаков) наносится на планы по координатам. Причем на незастроенных землях отображаются все пункты сети города вместе с их высотами, на застроенных территориях эти данные наносятся и подписываются в зависимости от масштаба плана.

2. Границы кварталов застройки, все здания и сооружения, жилые и нежилые, с указанием их этажности, назначения, материала стен, с архитектурными выступами, уступами и изломами фасадной линии, если величина их более 0,5 мм на плане, номера домов, а для масштаба 1:5 000 только угловых домов в кварталах, границы владений, ситуация внутри квартала (сады, огороды, отдельно стоящие деревья и др.), также ситуация на улицах и площадях, памятники, трамвайные и рельсовые пути, трамвайные и троллейбусные мачты, фонари, покрытия, канавы, лотки, решетки дождеприемников, водостока, выходы подземных сетей, люки смотровых колодцев водопровода, канализации, теплосети, газа, водостока, телеграфной сети и другие выходы подземных инженерных сетей снимаются и показываются в масштабе 1:2 000–1:500. А в масштабе 1:5 000 только на участках, используемых для сельскохозяйственного строительства.

3. Пути сообщения: железные, шоссейные, грунтовые дороги, трамвайные пути и сооружения на них (станции, будки, мосты и др.).

4. Линии электропередач и связи, телефон, телеграф и электросети; снимают и показывают в масштабе 1:5 000 только опоры и поворотные столбы этих линий.

5. Водная сеть: береговая линия морей, озёр, рек, ручьёв, каналов с местными предметами и застройкой при ней. На плане через каждые 15 см подписывают отметки урезов воды рек и ручьёв с указанием даты их определения. Съёмку ручьёв и канав, если ширина их на плане больше 3 мм, независимо от масштабов съёмки ведут по двум сторонам, при меньшей ширине на плане – только по одной стороне.

6. Границы города, полосы отвода железных, шоссейных и грунтовых дорог, территорий энергетических установок общего пользования и высоковольтных передач, территорий радиостанций, защитных зон и зон санитарной охраны водопровода в пределах городской черты, существующих промышленных предприятий и других снимают в том случае, если они закреплены на местности (заборами, канавами, изгородями и др.); при съёмках в масштабах 1:500–1:2 000 снимают километровые и пикетные столбы вдоль инженерных коммуникаций, а в масштабе 1:5 000 – только километровые.

7. Линии подземных коммуникаций: водопровод, канализация, газификация, теплосети, электрокабели и др.

8. Отдельно стоящие деревья и деревья толщиной свыше 5 см, расположенные на проездах и площадях, внутри кварталов и дворов, в аллеях, скверах и садах, наносят на планы, за исключением фруктовых садов, где в границах сада фруктовые деревья и участки, занятые ягодниками и виноградниками, показывают масштабными (контурными) условными знаками.

9. Контуры и характеристики угодий, лес, кустарник, выгон, луг, питомник и др.; на плане показывают породу леса, среднюю высоту деревьев, толщину на высоте груди; выделяют контуры вырубок, гарей, поляны сельскохозяйственных угодий, находящихся среди леса; наименьшую площадь участков, ценных в хозяйственном отношении, величиной от 20 мм², а не имеющих хозяйственного значения – от 56 мм² на плане.

10. При съёмке ограждений их подразделяют на металлические, каменные, деревянные, растительные и т.д.; для фундаментальных, кирпичных и бетонных заборов указывают толщину, если она выражается в масштабе плана.

11. При съёмке болот определяют их глубину, проходимость и характер растительного покрова.

12. При съёмке территорий, где имеют место карстовые явления, показывают все западины («блюдца»), а при съёмке оползневых территорий – «пьяный лес» и рельеф. Оползневые участки оконтуривают, дают отметки верха и низа оползня. Направление его сдвига указывают стрелкой и отмечают места выхода грунтовых вод.

Рельеф местности при топографической съёмке изображают горизонталями и отметками или элементами, не выражающимися горизонталями.

Условные знаки дополняют пояснительными надписями на планах.

На территориях городов и посёлков не подлежат съёмке все временные и переносные сооружения на проездах и внутри дворов (палатки, киоски, изгороди и др.), если это не отображено дополнительно в техническом задании, а также временные сооружения и заборы на строительных площадках.

При съёмке в масштабах 1:5 000 застроенных территорий не снимают границы владений и заборы внутри застроенных кварталов, индивидуальные садовые огороды, палисадники за красной линией кварталов, тротуары, выходы колодцев подземных сооружений (если нет задания на их съёмку), линии связи и электролинии низкого напряжения, стенные реперы и нежилые строения индивидуального пользования.

Наиболее сложными работами являются съёмки застроенных территорий города в масштабах 1:500, 1:1 000, 1:2 000. Большое число предметов местности и элементов ситуации, зелёных насаждений, выходов подземных сетей, сложная конфигурация архитектурных деталей, требуемая высокая точность нанесения их на план для проектных работ требуют выполнять съёмочные работы с большой тщательностью и надёжным контролем.

Съёмка застроенных территорий в масштабах 1:500, 1:1 000 и 1:2 000, как правило, делится на две части – на съём-

ку фасадов и проездов и внутриквартальную съёмку. При этом в процессе съёмки эти работы выполняются одновременно.

6.1.5 Съёмка ситуации

Теодолитная съёмка, или горизонтальная, ситуации проводится с точек хода внутри полигона. Для съёмки необходимо выбрать на местности характерные точки, называемые пикетами. Пикетами могут являться границы контуров (рисунок 6.4), углы зданий и сооружений, дороги (рисунки 6.5, 6.6), столбы линий электропередач (рисунок 6.7), колодцы (рисунок 6.8), одиночно стоящие деревья и т.п. Расстояние от станции до пикета не должно превышать 80 метров.



Рисунок 6.4 – Граница контура заросли кустарника

Съёмка ситуации, как правило, выполняется полярным способом, но может быть использован любой другой способ (перпендикуляров, обхода, линейных или угловых засечек). Ре-ечник отмечает на рейке высоту инструмента (можно цветной канцелярской резинкой) (рисунок 6.9). Перед началом съёмки на станции лимб ориентируют, как правило, по передней линии (рисунок 6.10). То есть отсчёт $0^{\circ}00'$ на лимбе горизонтального круга устанавливается в направлении передней точки съёмоч-

ного обоснования или любой другой точки съёмочного обоснования. Рейка при этом стоит ребром к наблюдателю (рисунок 6.11). Визирная ось зрительной трубы направляется в сторону этой точки. Лимб закрепляется, а алидада открепляется. В журнале теодолитной съёмки (таблица 6.3) делается соответствующая запись. В абрисе отмечается положение точки стояния и точки ориентирования. На каждой станции записывается высота инструмента и высота визирования на тот случай, если на каком-либо пикете невозможно будет визировать на высоту инструмента.



Рисунок 6.5 – Съёмка края дороги

Реечник последовательно обходит все выбранные пикеты, как правило, движение осуществляется по ходу часовой стрелки. В этом случае отсчёты по горизонтальному кругу будут нарастать.

На каждом пикете центр сетки нитей наводится на высоту инструмента, отмеченную на рейке (рисунок 6.12), и по горизонтальному кругу считывается отсчёт. Затем считывается отсчёт по вертикальному кругу. Номер пикетной точки и величины углов записываются в журнал. В абрисе отмечается положение этой пикетной точки, ставится её номер, и при необходимости делаются поясняющие надписи.

Таблица 6.3 – Журнал теодолитной съёмки

Точка стояния	Точка наблюдения	Положение круга	Отсчёт по горизонт. кругу, ° ′	Отсчёт по вертик. кругу, ° ′	Длина линии, м
Высота инструмента 1,65 м					
Высота визирования 1,65 м					
с.с. 1	с.с. 2	КЛ	0 00		
	1	КЛ	6 59	- 1 55	54,5
	2	КЛ	22 58	- 2 04	68,9
	3	КЛ	41 22	- 0 47	33,7
	4	КЛ	54 46	0 01	35,0
	5	КЛ	74 55	2 52	20,8
	6	КЛ	139 14	- 1 39	17,7
	7	КЛ	350 47	- 2 44	14,9

Расстояние можно определить при помощи вертикальной рейки, имеющей сантиметровые деления. Для этого считывают отсчёты по верхней и нижней дальномерным нитям сетки нитей зрительной трубы, наведённой на рейку (рисунок 6.13). Коэффициент нитяного дальномера электронного теодолита равен 100, то есть одному сантиметру на рейке между дальномерными нитями соответствует один метр на местности между теодолитом и рейкой. Расстояние от прибора до объекта равно количеству сантиметровых делений между нитями дальномера, выраженному в метрах.



Рисунок 6.6 – Съёмка поворота дороги



Рисунок 6.7 – Съёмка опоры ЛЭП



Рисунок 6.8 – Съёмка колодца



Рисунок 6.9 – Измерение высоты теодолита по метке на колонке



Рисунок 6.10 – Ориентирование теодолита по точке обоснования



Рисунок 6.11 – На точке ориентирования



Рисунок 6.12 – Съёмка пикета

Расстояние можно определить как разность отсчётов по верхней и нижней нитям, помноженную на коэффициент дальномера, то есть

$$D = (080,0 - 097,7) \times 100 = 17,7 \text{ м.}$$

При коротких расстояниях можно пересчитать количество сантиметровых делений между дальномерными нитями.

Измерение расстояний осуществляется по чёрной стороне нивелирной рейки. При углах наклона более 2° в наклонные расстояния вводится поправка (формула 6.4).

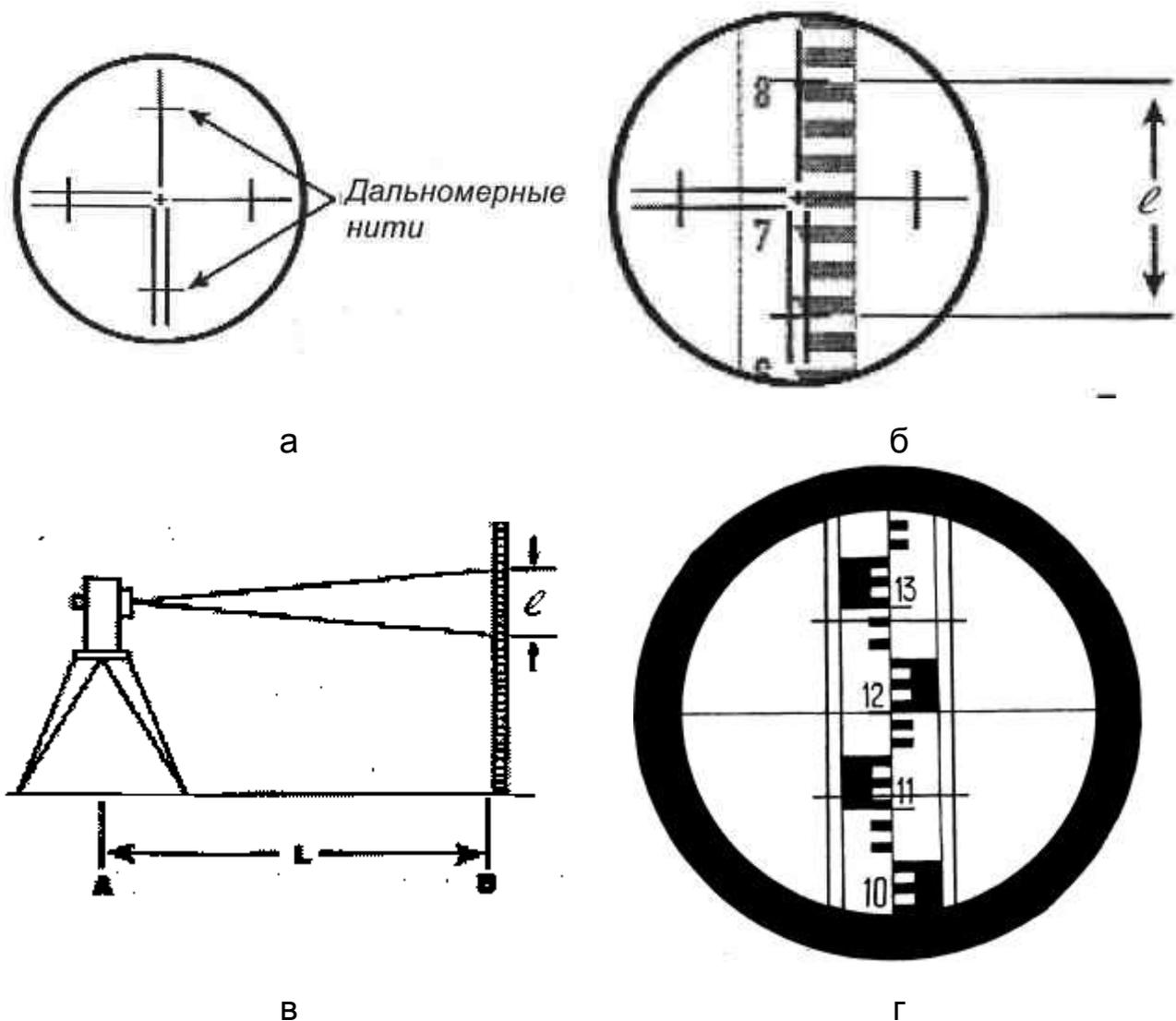


Рисунок 6.13 – Схема измерения расстояния по дальномерным нитям: а – схема разметки сетки нитей; б – расстояние на рейке между дальномерными нитями; в – схема измерения расстояния; г – поле зрения теодолита с отсчётами по дальномерным нитям

После этого реечник по команде наблюдателя переходит на следующий пикет. После завершения съёмки для контроля визируют на точку ориентирования. Расхождение с начальным отсчётом не должно превышать двойной точности теодолита (1').

6.2 Камеральная обработка результатов теодолитной съёмки

Камеральная обработка результатов теодолитной съёмки выполняется в следующей последовательности:

1. *Определение угловой невязки.* В первую графу таблицы 6.4 записывают по порядку номера всех вершин замкнутой фигуры, а во вторую графу размеры этих углов (измеренные). Затем все измеренные величины внутренних углов складывают и получают их сумму, $\sum_1^n \beta_{\text{пр}}$ подписывают внизу второй графы под общей чертой.

Полученную сумму измеренных углов сравнивают с теоретической суммой внутренних углов, определённой по формуле

$$\sum_1^n \beta_{\text{теор}} = 180^\circ (n - 2), \quad (6.4)$$

где n – число измеренных углов в полигоне.

Так, в рассматриваемом примере для четырехугольника теоретическая сумма внутренних углов должна быть равна

$$\sum_1^n \beta_{\text{теор}} = 180^\circ (4 - 2) = 360^\circ,$$

а сумма углов, полученных в результате измерения, оказалась равной $360^\circ 00' ,5$ т.е. получилось расхождение, или угловая невязка.

Для определения абсолютного значения невязки и её знака используем следующую формулу:

$$f\beta = \sum_1^n \beta_{\text{пр}} - \sum_1^n \beta_{\text{теор}}. \quad (6.5)$$

Полученное значение также заносится в ведомость.

Таблица 6.4 – Ведомость вычисления координат

74

Номер пункта	Углы				Дирекционные углы, α		Румбы			Длины линий, d (горизонтальное положение), м	Приращение координат, м				Координаты, м		
	измеренные		исправленные								вычисленные		исправленные		X	Y	
	°	'	°	'	°	'	°	'	название		°	'	±ΔX	±ΔY			±ΔX
пп 16	43	53	43	53												74955,52	8187,04
		-0,5			75	10,5	СВ	75	10,5	125,56	+32,12	+121,38	+32,12	+121,38			
пп 17	77	14,5	77	14								+0,02				74987,65	8308,42
					177	56	ЮВ	02	04	37,25	-37,23	+1,34	-37,23	+1,36			
сс 1	99	07	99	07								+0,02	+0,05			74950,42	8309,78
					258	49,5	ЮЗ	78	49,5	85,48	-16,56	-83,86	-16,52	-83,1			
сс 2	139	46	139	46								+0,03				74933,88	8225,97
					299	03,5	СЗ	60	56,5	44,54	+21,65	-38,96	+21,65	-38,93			
пп 16											Σ+53,77	Σ+122,72	Σ+53,77	Σ+122,74	74955,52	8187,04	
Σβ _{пр}	360	00,5	Σβ _{пр}	360	00				P	293,15	Σ-53,79	Σ-122,82	Σ-53,77	Σ-122,74			
Σβ _т	360	00	Σβ _т	360	00						f _x -0,02	f _y -0,10	f _x 0	f _y 0			
fβ		+0,5									$f_{абс.} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{(-0,02)^2 + (0,10)^2} = 0,10$						
fβ _{доп}		±02									$f_{отн.} = f_{абс.} / P = 0,10 / 293,15 = 1 / 2913 \quad f_{доп.} \leq 1 / 2000$						

Полученная угловая невязка не должна превышать допустимой величины, определяемой по формуле

$$f\beta_{\text{доп}} = \pm 1' \sqrt{n}. \quad (6.6)$$

Соответственно, допустимая угловая невязка для четырёхугольного полигона не должна превышать значения

$$f\beta_{\text{доп}} = \pm 2'.$$

В приводимом примере угловая невязка равна 0',5; следовательно, она допустима, а поэтому должна быть распределена по отдельным углам. Следующим шагом является распределение угловой невязки. Для этого она по частям вводится в виде поправок в измеренные углы:

- 1) поровну во все измеренные углы;
- 2) в углы с дробными долями минут, чтобы округлить их до целых минут;
- 3) в углы, ограниченные более короткими сторонами.

Знак этой поправки принимается обратным знаком полученной невязки.

В нашем примере знаком поправки должен быть минус, так как сумма измеренных углов больше теоретической. Поправки с их знаками выписываются над значениями соответствующих измеренных углов. Сумма поправок должна равняться невязке с обратным знаком. А сумма исправленных углов должна равняться сумме углов теоретической.

2. Вычисление дирекционных углов

По исправленным углам и по исходному дирекционному углу вычисляются дирекционные углы всех сторон по формуле

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_n, \quad (6.7)$$

т.е. дирекционный угол последующей линии равен дирекционному углу предыдущей линии плюс 180° и минус внутренний угол между этими линиями (лежащий вправо по ходу). Если в процессе вычислений дирекционный угол какой-либо стороны окажется больше 360° , то из полученного значения необходимо вычесть 360° .

После определения дирекционного угла последней стороны нужно провести контроль, который заключается в том, чтобы через дирекционный угол последней стороны получить дирекционный угол исходной стороны по той же формуле.

Вычисленные значения заносятся в ведомость.

3. *Перевод дирекционных углов в румбы*

Вычисленные дирекционные углы переводят в румбы. Для этого необходимо воспользоваться зависимостью дирекционных углов и румбов из таблицы 6.4.

Вычисленные румбы записываются в соответствующую графу ведомости. Если в распоряжении вычислителя имеется калькулятор с тригонометрическими функциями, то необходимость перевода в румбы отпадает, и определения приращений координат можно выполнить непосредственно по дирекционным углам линий хода.

4. *Вычисление приращения координат*

Для того чтобы вычислить координаты точек съёмочного обоснования, предварительно необходимо вычислить приращение координат для каждой линии.

По горизонтальным проложениям линий (d) и румбам (r) или дирекционным углам (α) вычисляется приращение координат (ΔX , ΔY) по направлению хода по формулам:

$$\begin{aligned}\Delta X &= d \times \cos r, \\ \Delta Y &= d \times \sin r.\end{aligned}\tag{6.8}$$

Результаты вычислений записать в ведомость координат с округлением до 0,01 м. Знаки приращения координат расставляются в соответствии с четвертью (см. таблицу 6.1) или, при расчётах по дирекционным углам, знаки высвечиваются на индикации калькулятора.

5. *Определение невязок*

а) определение невязок в приращениях координат

Складываются все найденные приращения отдельно по оси X и отдельно по оси Y . Внизу каждого столбца (ΔX и ΔY) подписывают алгебраическую сумму приращений $\sum \Delta X$ и $\sum \Delta Y$, отдельно положительных и отрицательных (см. таблицу 6.4).

Невязки приращений рассчитываются по формулам:

$$f_x = \sum (\pm)\Delta X_{\text{пр}} - \sum \Delta X_{\text{т}}, \quad (6.9)$$

$$f_y = \sum (\pm)\Delta Y_{\text{пр}} - \sum \Delta Y_{\text{т}},$$

где $\sum(\pm)\Delta X_{\text{пр}}$ и $\sum(\pm)\Delta Y_{\text{пр}}$ – алгебраическая сумма приращений по осям координат положительных и отрицательных, м;

$\sum\Delta X_{\text{т}}$ и $\sum\Delta Y_{\text{т}}$ – теоретические суммы, равные в замкнутом ходе (полигоне) нулю;

б) Определение абсолютной и относительной невязок

В полигоне абсолютная невязка определяется по формуле

$$f_{\text{абс}} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}, \quad (6.10)$$

а относительная

$$f_{\text{отн}} = f_{\text{абс}} / P, \quad (6.11)$$

где P – периметр полигона, м.

Относительная невязка выражается аликвотной дробью и должна быть не более 1/2 000 (при измерении длин линий по дальномеру или рулеткой). Если относительная невязка в полигоне окажется меньше 1/2 000, то невязки f_x и f_y следует распределить на все приращения координат пропорционально горизонтальным проложениям линий с обратным знаком.

Для распределения невязки вычисляем поправки δ по формулам:

$$\delta_{\Delta X_i} = (-f_x / P) \times d_i, \quad (6.12)$$

$$\delta_{\Delta Y_i} = (-f_y / P) \times d_i,$$

где $\delta_{\Delta X_i}$ и $\delta_{\Delta Y_i}$ – поправки в приращения координат ΔX и ΔY с номером i , м;

d_i – горизонтальное проложение линии с номером i , для которой рассчитывается поправка, м.

Поправки δ выписываются над соответствующим значением приращения, разряд над разрядом, с округлением до 0,01 м.

После распределения невязки нужно сделать проверку, т.е. сложить все поправки. Сумма их должна быть равна невязке по соответствующей оси, но с обратным знаком.

6. Определение исправленных приращений координат

Исправленные приращения координат определяются по формулам:

$$\Delta X_{\text{испр}} = \Delta X + \delta_{\Delta X},$$

$$\Delta Y_{\text{испр}} = \Delta Y + \delta_{\Delta Y}.$$

(6.13)

Суммы исправленных приращений в полигоне должны быть равны нулю.

7. Вычисление координат точек

Зная координаты исходного пункта, можно легко получить координаты следующей точки. Для вычисления координат используются следующие формулы:

$$X_{\text{посл}} = X_{\text{пред}} + \Delta X_{\text{испр}},$$

$$Y_{\text{посл}} = Y_{\text{пред}} + \Delta Y_{\text{испр}},$$

(6.14)

т.е. координата последующей точки равна координате предыдущей точки плюс приращение на линию по соответствующей оси между этими точками.

В результате последовательного вычисления координат всех точек замкнутого полигона в конце вычисления должны получиться координаты исходного пункта.

6.3 Построение плана

Согласно техническому заданию, план вычерчивается в масштабе 1:1 000.

Эту работу выполняют в такой последовательности.

На листе чертёжной бумаги формата А1 построить прямоугольную сетку со сторонами квадратов 10 см. Соответственно длина стороны квадрата в масштабе составит 100 м. Сетка оцифровывается так, чтобы полигон разместился симметрично относительно краёв листа бумаги. При этом ориентироваться нужно на минимальные и максимальные

значения координат по осям. Для построения координатной сетки используют линейку Дробышева (рисунок 6.14), линейку топографическую (рисунок 6.15) или масштабную линейку и измеритель (рисунок 6.16). При необходимости разбить сетку координат через 8 см используют линейку ЛБЛ (рисунок 6.7) или линейку топографическую (ЛТ).



Рисунок 6.14 – Линейка Дробышева



Рисунок 6.15 – Линейка топографическая



Рисунок 6.16 – Циркуль-измеритель



Рисунок 6.17 – Линейка большая Лобановская

Вдоль длинной нижней стороны листа прочерчивается горизонтальная линия (рисунок 6.18, а). На ней через 10 сантиметров в окошечках линейки по дуге ставятся засечки. Линейка поворачивается на 90° и справа по листу, от правой засечки в окошечках снизу вверх вновь ставятся засечки (рисунок 6.18, б). Затем линейка прикладывается под 45° по отношению к горизонтальной линии. К началу первого отрезка

линейка прикладывается начальным индексом, а закруглённым краем к верхнему правому отрезку (рисунок 6.18, в). После этого по закруглённому концу линейки проводится засечка через последнюю верхнюю засечку на правой стороне. Точка их пересечения соединяется вертикальной линией с конечной засечкой горизонтальной линии.

Аналогично выполняется построение для левой стороны (рисунок 6.18, г). Для контроля линейка прикладывается к верхним пересечениям засечек и прочерчиваются дуги в окошках (рисунок 6.18, д). Точки соединяются горизонтальной линией. Засечки на горизонтальных и вертикальных линиях попарно соединяются между собой (рисунок 6.18, е).

Контроль правильности построения сетки координат осуществляется путём измерения сторон и диагоналей квадратов, при сравнении которых допускаются расхождения в пределах соответственно **0,1** и **0,2 мм**.

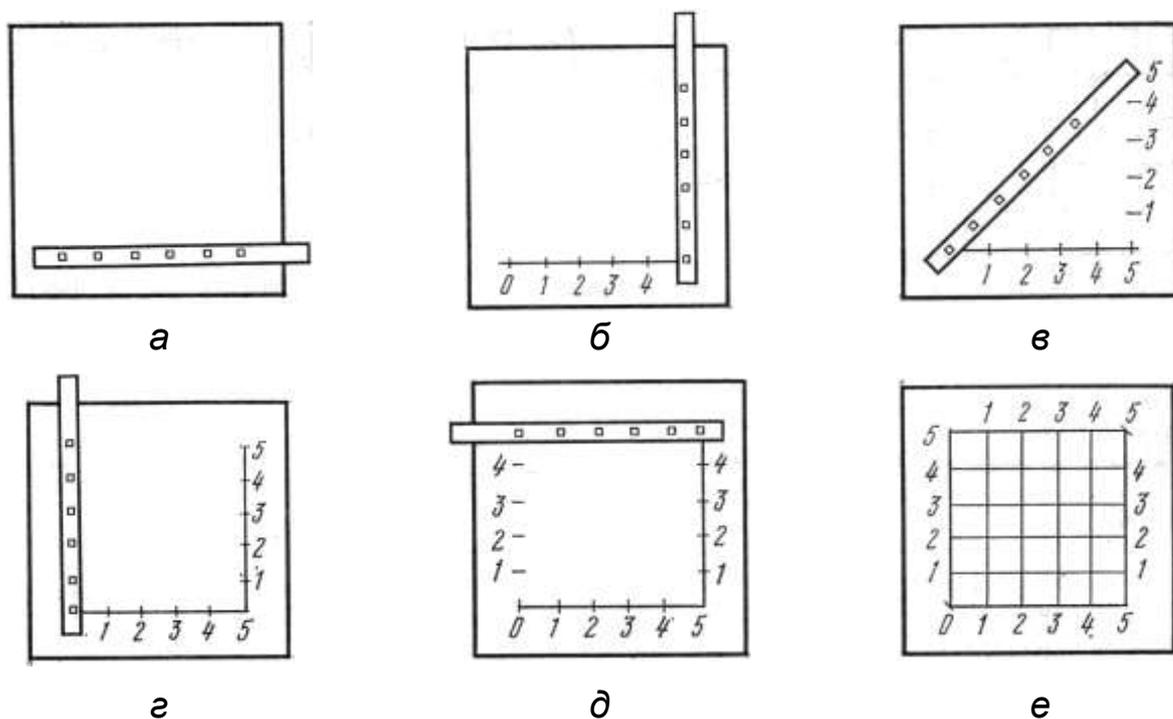


Рисунок 6.18 – Последовательность построения сетки координат

Пересечения сетки координат закрепляются зелёной тушью тонкими линиями с размером крестика 6 на 6 мм (рисунок 6.19).

Левую из вертикальных линий сетки координат принимают за ось *X*, а нижнюю – из горизонтальных – за ось *Y*. От точки

пересечения этих осей будет идти счёт координат точек. Затем линии сетки координат оцифровываются согласно полученным координатам точек съёмочного обоснования, так, чтобы в результате вычерченный план располагался по центру. Для этого в ведомости координат находят минимальные и максимальные значения координат по осям X и Y. Далее, ориентируясь на их величины, подписывают линии сетки. Оцифровку сетки можно принять кратной 100 или 50 м.

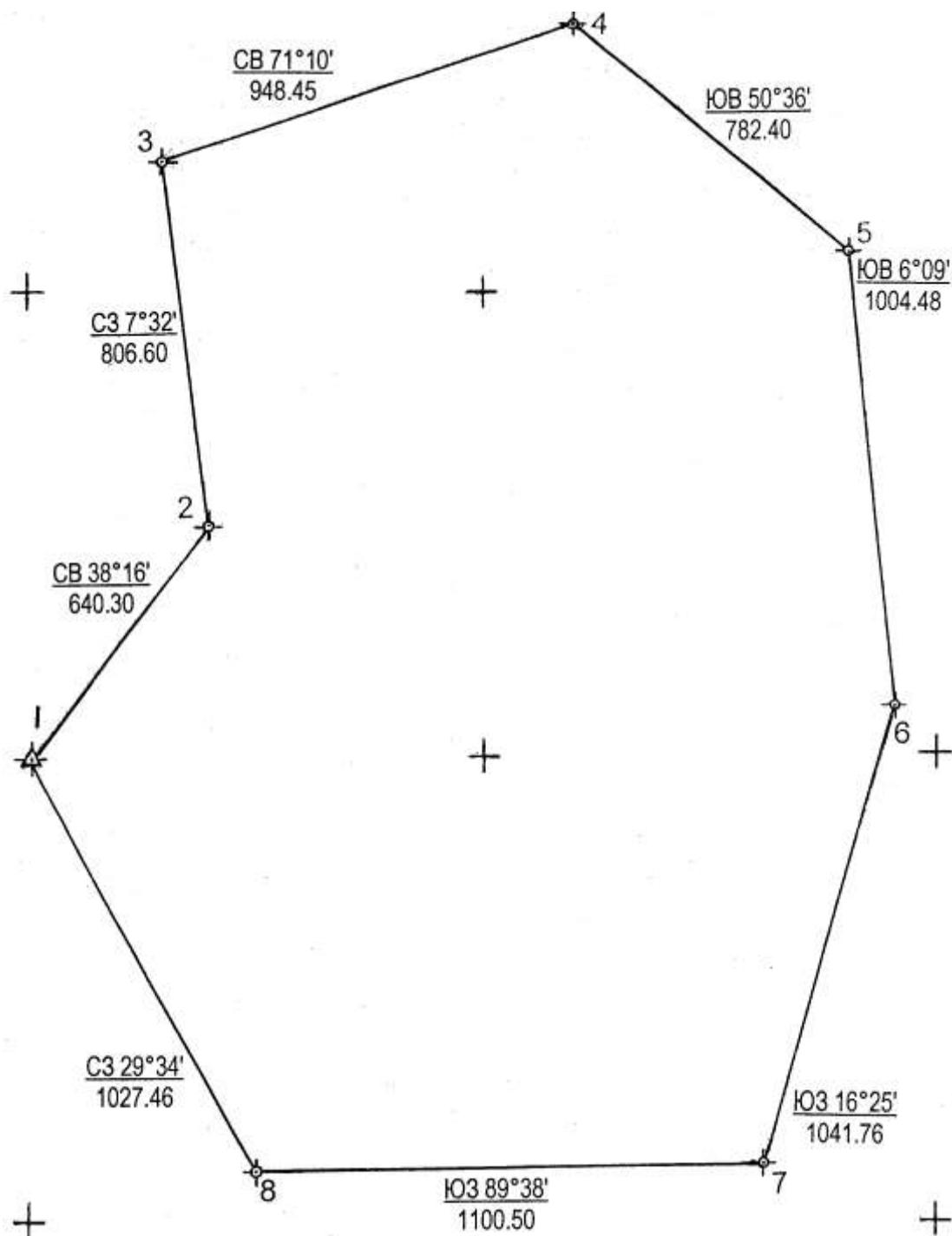


Рисунок 6.19 – План земельного участка

Все точки полигона последовательно наносятся на бумагу по координатам с помощью масштабной линейки и измерителя. От соответствующей линии сетки измерителем откладывают приращение на следующую точку. Вначале эти действия выполняют по одной оси (стороне квадрата), например «Х», а затем по другой.

Далее необходимо выполнить контроль правильности нанесения точек по координатам. Для этого сравнивают длины сторон на плане с соответствующими длинами горизонтальных проложений, записанными в ведомости координат. Расхождения не должны превышать **0,2 мм**.

Точки съёмочного обоснования вычерчивают как пункты временного или долговременного закрепления. У линий, обозначающих границы земельного участка за пределами участка, выписывают через горизонтальную черту в числителе значение румба линии, а в знаменателе её горизонтальное проложение (см. рисунок 6.19). Все линии на плане вычерчиваются толщиной 0,15 мм.

Координатную сетку следует подписывать внутри двойной рамки (рисунок 6.20). По западной и восточной стороне над продолжением линий сетки, а на севере и юге симметрично вертикальным линиям сетки, с двух сторон от неё. Причём северная и южная оцифровка выписывается ближе к внешней широкой рамке. Высота цифр 3 мм.

6.4 Оформление рамки и зарамочные надписи

Внутренняя рамка вычерчивается размером 50 × 50 см тонкой линией. Ширина двойной рамки 14 мм. Толщина внешней широкой линии 1,2 мм.

В зарамочном оформлении подписывают:

– слева над рамкой, не выходя за пределы западной границы внутренней рамки, шрифтом рубленным высотой 3,0 мм «Система координат условная» или та, которая была использована;

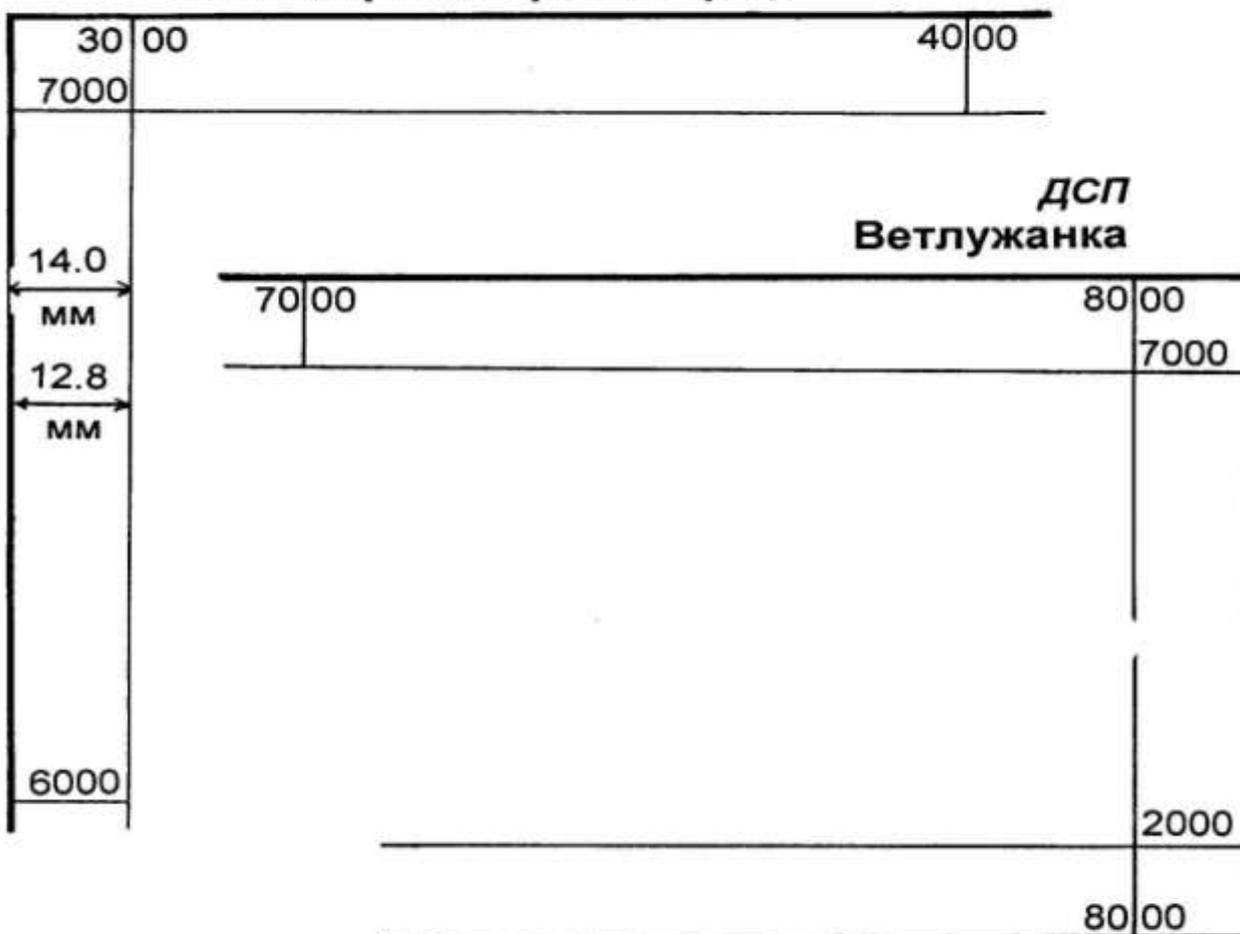
– чуть ниже шрифтом топографическим полужирным высотой 3,8 мм «**Россия. Красноярский край**» или другой регион, где была выполнена работа;

– вверху посередине, с отступом от рамки, шрифтом топографическим полужирным высотой 3,8 мм «**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ**»;

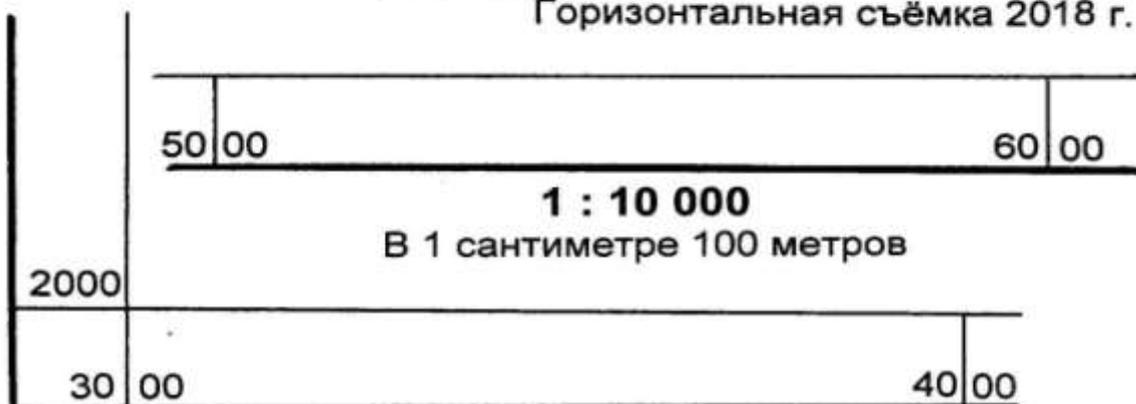
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
Красноярский ГАУ



Система координат условная
Россия. Красноярский край



Горизонтальная съёмка 2018 г.



Выполнил
 с-т ИЗКиП-35-180 Донской Д.А.

Рисунок 6.20 – Рамка планшета и зарамочные надписи

– чуть ниже шрифтом топографическим полужирным высотой 3,8 мм «**Красноярский ГАУ**» или другое наименование организации, в которой была выполнена работа;

– справа вверху, не выходя за пределы восточной границы внутренней рамки, шрифтом топографическим полужирным курсивом высотой 3,0 мм «**ДСП**» или другой необходимый в конкретном случае гриф (если нужен);

– чуть ниже шрифтом топографическим полужирным высотой 3,8 мм «**Ветлужанка**» или другое наименование площадки;

– внизу слева под рамкой, не выходя за пределы границы внутренней рамки, шрифтом рубленным высотой 3,0 мм «**Бригадир Донской Д.А.**» или фамилия конкретного исполнителя «**Выполнил с-т ИЗКиП-35-18о Донской Д.А.**»;

– чуть ниже, не выходя за пределы границы внутренней рамки, шрифтом рубленным высотой 3,0 мм «**Исполнители: в столбик приводятся все фамилии членов бригады с инициалами**» (например, для отчёта по учебной полевой практике);

– внизу посередине шрифтом топографическим полужирным высотой 4,0 мм «**1:1 000**», или другой использованный численный масштаб (данный рисунок вычерчен для масштаба 1:10 000);

– чуть ниже шрифтом рубленным высотой 3,0 мм «**В 1 сантиметре 10 метров**» или другой соответствующий именованный масштаб;

– если план выполнялся с вычерчиванием рельефа или определялись высоты отдельных точек, тогда ниже именованного масштаба шрифтом рубленным высотой 3,0 мм «**Сплошные горизонтالي проведены через 1 м**» или указывается другая использованная высота сечения рельефа (например, тахеометрическая съёмка во время учебной полевой практики);

– чуть ниже шрифтом рубленным высотой 3,0 мм «**Система высот Балтийская**» или указывается другая использованная система высот.

– внизу справа, не выходя за пределы границы внутренней рамки, шрифтом рубленным высотой 3,0 мм «**Горизонтальная съёмка 2018 г.**» или другая выполненная съёмка.

При выполнении чисто теодолитной (горизонтальной) съёмки предпоследние два пункта не заполняются.

Накладка ситуации выполняется в соответствии с использованным способом съёмки. При тахеометрической съёмке интерполируются горизонтали. Далее элементы ситуации вычерчиваются согласно условным знакам для данного масштаба.

6.5 Ситуация и написание названий объектов ситуации

По материалам измерений и абриса на план наносится ситуация при помощи условных знаков и надписей.

Условные знаки подразделяются на контурные, внемасштабные, линейные, пояснительные и специальные (рисунки 6.21–6.24).

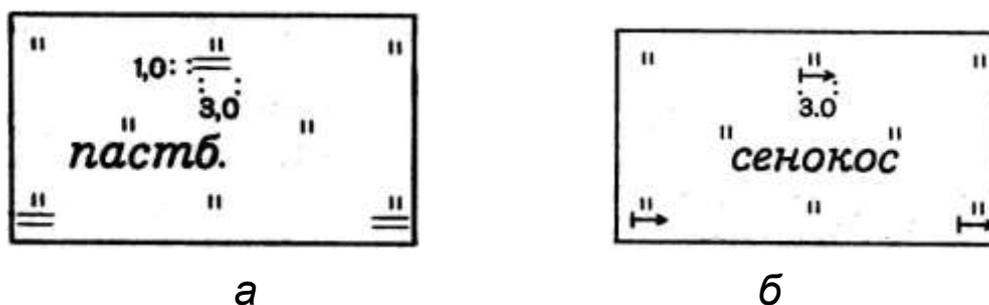


Рисунок 6.21 – Контурные условные знаки:

а – пастбища, орошаемые регулярно, в достаточном количестве;
б – сенокосы, осушенные закрытым дренажем

При написании названий на планах и картах необходимо соблюдать некоторые общие правила и определённые особенности.

Поля между обрезом бумаги и надписью, если она выходит за пределы картографической рамки, должны быть не менее 0,3 мм.

Расположение надписей не должно вызывать сомнений, к каким объектам нагрузки плана или карты они относятся.

Надписи необходимо размещать на свободном месте или при отсутствии такового с минимальным перекрытием других элементов, не затрудняя возможность прочтения содержания карты, как, например, контуров ситуации, слияния рек, поворо-

тов границ угодий или административных, характерных особенностей рельефа.

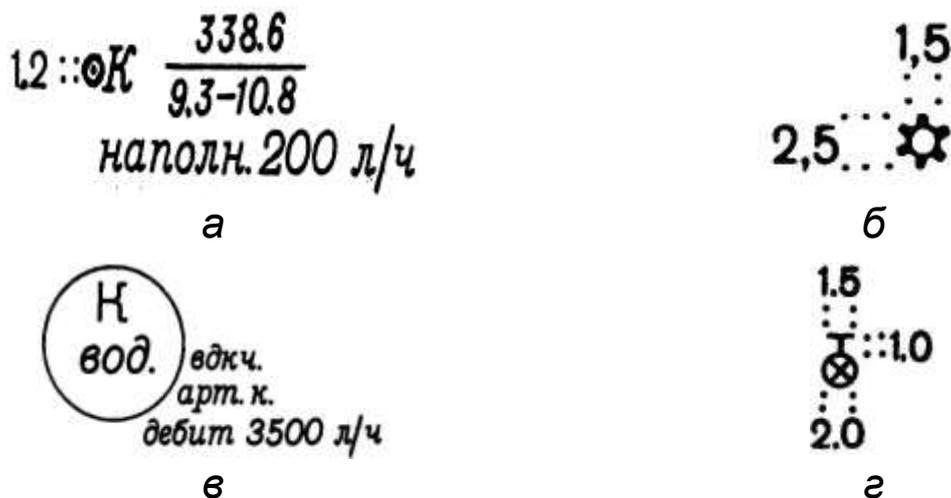


Рисунок 6.22 – Внемасштабные условные знаки:

а – колодцы и их характеристики (отметка земли у колодца, глубина до уровня воды и до дна в метрах, наполняемость); б – мельницы водяные; в – колодцы и скважины, совмещённые с водонапорными башнями и водоподъёмными устройствами или водокачками; г – узлы подключения дождевальных машин

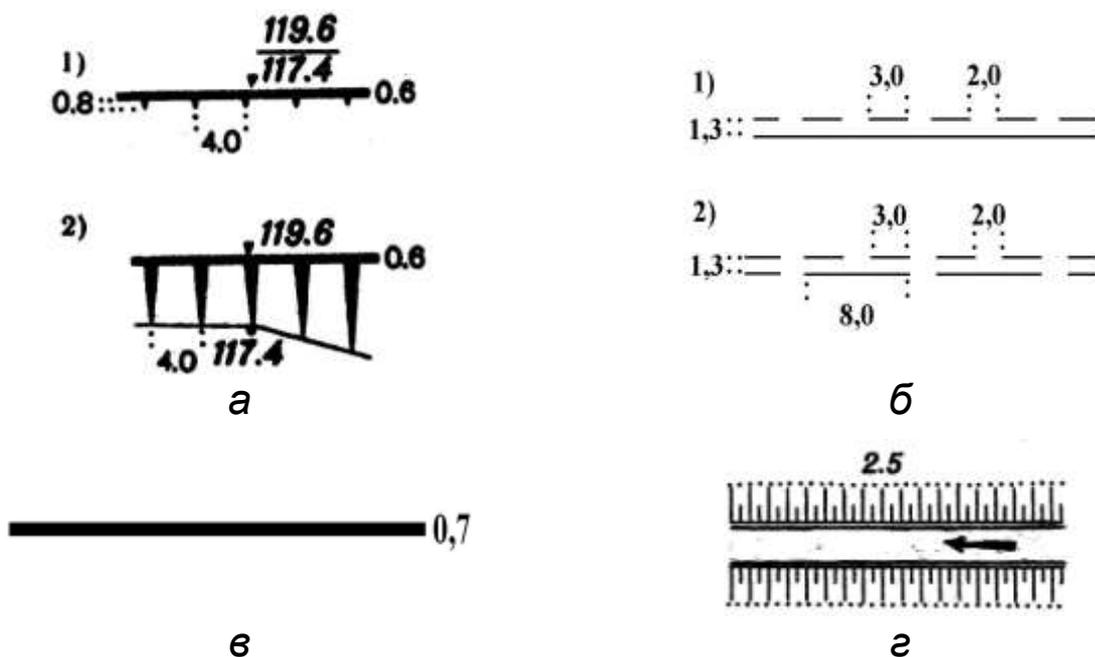


Рисунок 6.23 – Линейные условные знаки:

а – стенки подпорные каменные, бетонные, железобетонные (дробью – высотные отметки по верху и у основания стенки): 1 – отвесные; 2 – наклонные; б – грунтовые дороги: 1 – просёлочные; 2 – полевые и лесные; в – рельсовые железнодорожные пути; г – каналы и канавы по валам (цифры – высоты валов в метрах)

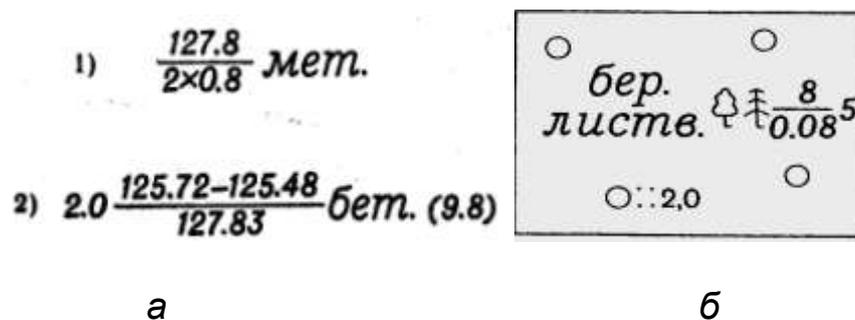


Рисунок 6.24 – Пояснительные условные знаки:

а – характеристика труб под дорогами: 1 – на планах универсального назначения: в числителе дроби – отметка полотна дороги над трубой, в знаменателе – число труб и их внутренний диаметр в м, справа материал трубы; 2 – на планах мелиоративного назначения: слева – внутренний диаметр труб в м, в числителе дроби – отметка высоты входа по низу трубы, в знаменателе – отметка полотна дороги над трубой, справа – материал трубы и её длина, в м; б – лес естественный высокоствольный с обозначением породы (в порядке преобладания породы – сверху вниз), с характеристикой высоты, толщины деревьев (на уровне груди) и расстояния между ними

Надписи допускается располагать по прямой, с изгибом и вразрядку. Разрешается в местах большого скопления населённых пунктов или географических объектов некоторые названия писать с изгибом.

Надпись по кривой должна быть выполнена плавно. Более двух изгибов в одной надписи не допускается. Интервалы между соседними буквами должны быть равными. При расположении надписи в несколько строк все они должны быть параллельны между собой.

При расположении надписи параллельно западной или восточной сторонам рамки она пишется так, чтобы читалась снизу вверх.

Названия населённых пунктов располагают, как правило, по направлению параллелей или параллельно южной стороне картографической рамки. На картах Арктики, Антарктики, Северного и Южного полушарий, на которых параллели изображают окружностями, названия населённых пунктов пишутся параллельно южной стороне картографической рамки. Наиболее предпочтительным считается положение надписи справа от пунсона, немного выше или ниже его. Допускается написание слева. Необходимо избегать расположения надписи над пунсо-

ном или под ним и допускать как исключение. Надпись должна быть удалена от пунсона не менее чем на 0,4 мм и не более чем на 0,8 мм. Надписи необходимо писать в пределах того административного объекта, к которому относятся эти пункты. Вторые названия населённых пунктов необходимо помещать под первыми на расстоянии 0,6 мм, а линию подчёркивания – на расстоянии 0,4 мм.

Объекты гидрографии, такие как моря и крупные озёра, подписывают вразрядку по плавной кривой в направлении оси наибольшего протяжения. На картах, выполненных в мелком масштабе, эти названия приводят без разрядки. Названия небольших озёр подписывают преимущественно с правой стороны по направлению параллелей или параллельно южной стороне картографической рамки. Не допускается помещать внутри озёра часть его названия. Проливы и заливы подписывают вразрядку по оси их наибольшего протяжения. Не допускаются пересечения названия с береговой линией. Названия рек и каналов подписывают параллельно направлению реки или канала, на свободных от нагрузки местах карты. Расстояние от надписи до реки должно равняться 0,4 мм от выступающих частей букв. Наиболее предпочтительным считается размещение названия над рекой или справа от реки. Разрядка букв в надписи не должна быть больше высоты строчной буквы. Названия протяжённых рек, как правило, пишут в истоке и в нижнем течении, допускается дополнительно приводить его и в среднем течении. Названия рек и их притоков должны чётко различать гидрографические объекты.

Большие острова и полуострова подписывают по кривой по оси наибольшего протяжения. При небольших размерах перечисленных объектов надписи располагают справа по направлению параллелей или параллельно южной стороне картографической рамки. При отсутствии места допустимы исключения. Группы островов подписывают, как правило, над островами. Надпись дают вразрядку по плавной кривой. Названия мысов располагают на водной поверхности по направлению параллелей или параллельно южной стороне картографической рамки. При отсутствии места допустимо располагать надпись под углом к береговой линии с небольшим изгибом.

Названия горных хребтов необходимо располагать по их осям. Возвышенности, низменности и плато подписывают по плавным кривым в направлении наибольшего протяжения или в несколько параллельных строк. Названия горных вершин и высотные отметки пишут справа по направлению параллелей или параллельно южной стороне картографической рамки. Если приводят название вершины и её отметку, то цифры могут быть помещены около точки под названием или в одну строку с названием. Цифры горизонталей и изобат должны показывать направление ската. При этом необходимо избегать перевернутого написания цифр на карте или плане.

Для уменьшения нагрузки на карте и улучшения восприятия приводимой информации отдельные слова допускается писать сокращённо.

Все чертежи, кроме абрисов, должны быть вычерчены тушью, с использованием соответствующих цветов.

Контрольные вопросы для самоподготовки

1. Из каких действий состоит измерение оптическим теодолитом горизонтального угла полным приёмом?
2. Из каких действий состоит измерение электронным теодолитом горизонтального угла полным приёмом?
3. Назовите допустимую величину расхождения между значениями измеренных углов, полученных в разных полуприёмах одного полного приёма.
4. В чём отличие системы измерения угла горизонтального и вертикального круга?
5. Назовите дискретность считывания теодолита VEGA TEO5.
6. Какой клавишей осуществляется обнуление лимба горизонтального круга электронного теодолита?
7. Как измерить расстояние теодолитом, используя рейку нивелирную и дальномерные нити сетки нитей?
8. Какова последовательность действий при работе на станции при горизонтальной съёмке полярным способом?
9. Как определяется угловая невязка в замкнутом полигоне?
10. Как определить допустимую угловую невязку в замкнутом полигоне?

11. Как определяется исходный дирекционный угол в привязочном ходе?
12. Как определяется дирекционный угол последующей линии?
13. Что является контролем вычисления дирекционных углов в замкнутом полигоне?
14. Как определяется линейная невязка по осям в приращениях координат в замкнутом полигоне?
15. Как определяется абсолютная линейная невязка в приращениях координат в замкнутом полигоне?
16. Как определяется относительная линейная невязка в приращениях координат?
17. Какова величина относительной линейной невязки в приращениях координат в теодолитном ходе?
18. Как распределяется поправка в приращениях координат?
19. Назовите знаки приращения координат по четвертям.
20. Назовите зависимость румбов и дирекционных углов по четвертям.
21. Какие инструменты необходимы для разбивки сетки координат?
22. Как разбить сетку координат при помощи топографической линейки ЛТ?
23. Допустимые отклонения в размерах сторон и диагоналей сетки координат.
24. Как проконтролировать правильность нанесения точек съёмочного обоснования по вычисленным координатам?
25. Как оформляется рамка плана?
26. Какие элементы должны быть отражены в зарамочном оформлении?
27. На какие виды подразделяются условные знаки?
28. Когда следует использовать немасштабные условные знаки?
29. Относительно какой стороны рамки ориентируются надписи зарамочного оформления?
30. Относительно какой стороны рамки ориентируются надписи на чертеже?

7 ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ТРАССИРОВАНИЕ ЛИНЕЙНОГО ОБЪЕКТА

7.1 Техническое нивелирование

Ходы технического нивелирования прокладываются между двумя исходными реперами в виде одиночных ходов или в виде системы ходов с одной или несколькими узловыми точками. Длины ходов технического нивелирования определяются в зависимости от высоты сечения рельефа топографических съёмок или условий, предусмотренных проектом работ. Допустимые длины ходов приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Длина ходов технического нивелирования

Характеристика линий	Длина ходов при сечениях рельефа, км		
	0,25	0,5	1 м и более
Между двумя исходными реперами	2,0	8,0	16,0
Между исходным репером и узловой точкой	1,5	6,0	12,0
Между двумя узловыми точками	1,0	4,0	8,0

Для технического нивелирования применяются двухсторонние рейки, которые должны иметь шашечный рисунок с сантиметровыми делениями.

При измерении превышений способом из середины нивелир ставят на равных расстояниях от точек А и В (см. рисунок 7.1), а на точки А и В ставят отвесно нивелирные рейки.

Нивелирование выполняется в одном направлении. Отсчёты по рейке, установленной на нивелирный башмак или костыль, производятся по средней нити. Расхождение превышений на станции не должно быть более **5 мм**.

Предельное расстояние от прибора до реек может быть не более **200 м**.

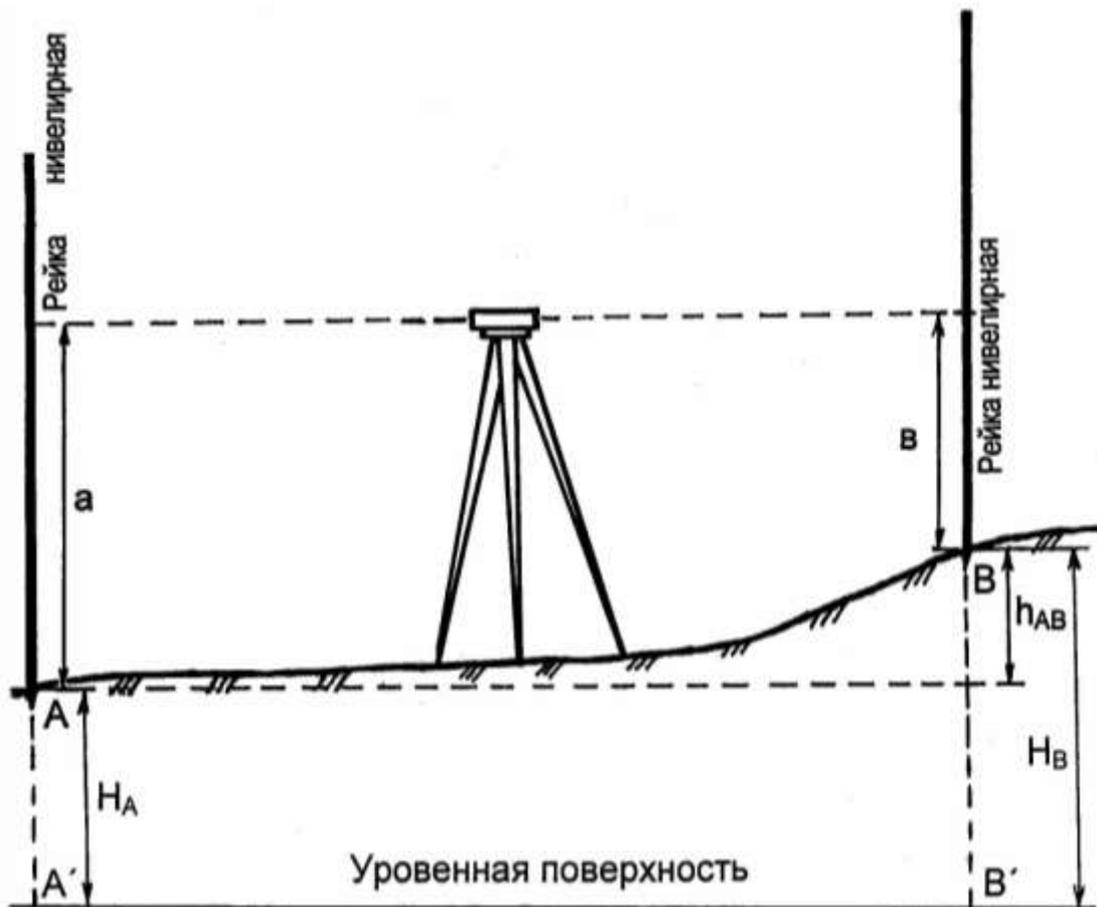


Рисунок 7.1 – Геометрическое нивелирование из середины

Невязки нивелирных ходов, или замкнутых полигонов, не должны превышать величин, вычисленных по формуле

$$f_h = \pm 50 \times \sqrt{L} \quad (7.1)$$

где f_h – невязка, мм;

L – длина хода (полигона), км.

В тех случаях, когда число станций на 1 км хода более 25, допустимая невязка подсчитывается по формуле

$$f_h = \pm 10 \times \sqrt{n}, \quad (7.2)$$

где n – число станций в ходе (полигоне).

При техническом нивелировании применяется следующий порядок работы на станции:

- нивелир устанавливается примерно на середине между рейками и приводится в рабочее положение;
- зрительная труба наводится на чёрную сторону задней рейки, и производят отсчёт (1) по средней нити (таблица 7.2);
- рейка поворачивается на красную сторону и производится отсчёт (2) по средней нити (таблица 7.2);
- зрительная труба наводится на чёрную сторону передней рейки, и производится отсчёт (3) по средней нити (таблица 7.2);
- рейка поворачивается на красную сторону, и производится отсчёт (4) по средней нити (таблица 7.2).

Перед каждым отсчётом пузырёк цилиндрического уровня приводится в нуль-пункт. При наличии у прибора компенсатора выполняется только предварительная установка прибора по круглому уровню.

Пример журнала технического нивелирования приведён в таблице 7.2.

После выполнения на станции всех отсчётов по рейкам производятся контрольные вычисления. Далее вычисляются пяточные разности чёрной и красной сторон реек:

$$\begin{aligned} (2) - (1) &= (6), \\ (4) - (3) &= (7), \\ (6) - (7) &= (10). \end{aligned}$$

Таблица 7.2 – Журнал технического нивелирования

Номер станции, номер рейки	Отсчёты по рейкам, мм			Превышение, мм	Среднее превышение, мм
	Задняя	Передняя	Промежуточная		
1	1670(1)	0889(3)		+0781(8)	+0781(11)
Гр. рп. 1949	6460 (2)	5579(4)		+0881(9)	
1–2	4790 (6)	4690(7)		-100(10)	
2	0982	2090		-1108	-1110
3	5670	6881		-1211	
2–1	4689	4791		+103	

Значение (10) не должно отличаться от разности нулей, полученных при исследовании реек, более чем на ± 5 мм.

Вычисляются превышения по чёрным (1) - (3) = (8) и красным (2) - (4) = (9) сторонам рек, которые также не должны отличаться друг от друга более чем на ± 5 мм. Затем вычисляется среднее превышение на станции

$$[(8) + (9)] / 2 = (11).$$

Только убедившись в правильности полученных данных, наблюдатель дает команду заднему реечнику перейти на следующую точку. *Без команды наблюдателя, во избежание потери связи по ходу, задний реечник не может снять рейку.*

На следующих станциях производятся действия в описанном выше порядке.

В процессе технического нивелирования попутно могут нивелироваться отдельные характерные точки местности и устойчивые по высоте объекты. Высоты указанных точек определяются как промежуточные.

При нивелировании вперёд окуляр зрительной трубы нивелира располагают вплотную к рейке, поставленной вертикально на точку А (рисунок 7.2).



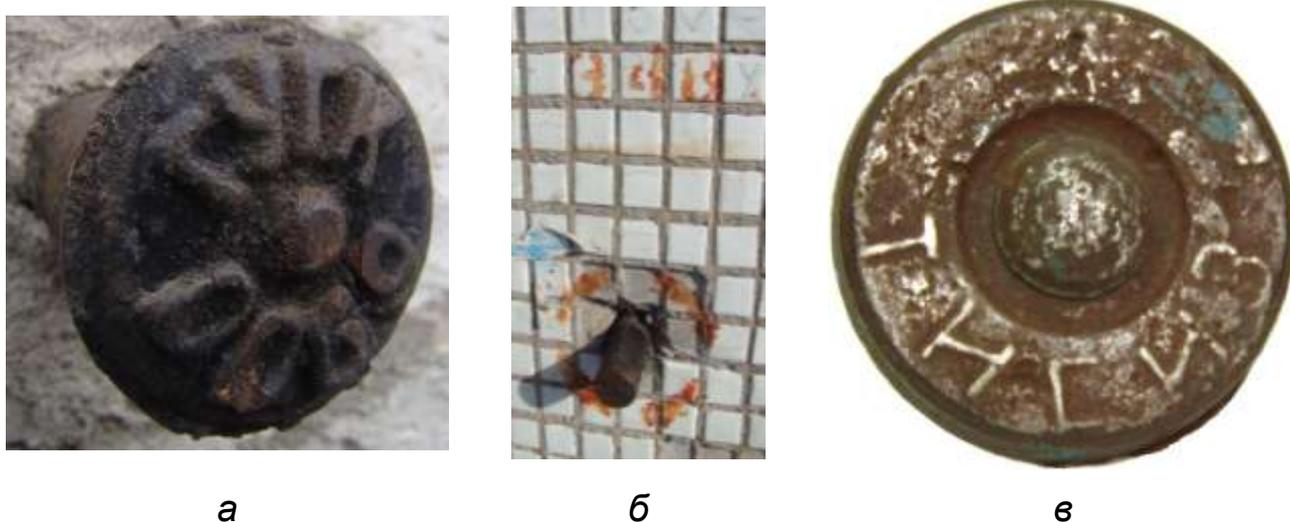
Рисунок 7.2 – Геометрическое нивелирование вперёд

Отсчитывая по рейке высоту прибора i над точкой А, зрительной трубой визируют на рейку, поставленную отвесно на точку В, берут отсчёт b и вычисляют превышение

$$h = i - b. \quad (7.3)$$

Результаты измерений также записываются в журнал технического нивелирования. Затем выполняется обработка журнала.

Привязка нивелирных ходов осуществляется к нивелирным реперам, или маркам (рисунок 7.3), а на учебном полигоне – к пунктам полигонометрии, имеющим высотные значения.



*Рисунок 7.3 – Нивелирные стенные реперы, или марки:
а – стенной репер; б – правая марка 348-го парного стенного знака;
в – нивелирная чугунная марка ТИСИЗ*

7.2 Полевое трассирование. Разбивка пикетажа

Геодезическое трассирование включает комплекс геодезических работ по проложению трассы линейного объекта, будь то магистральный оросительный канал, главная дрена, автомобильная дорога или линия электропередач. Под трассой понимают ось проектируемой автомобильной дороги, соответствующим образом обозначенную на местности.

На бригаду определяется отрезок дороги длиной не менее 2 км, имеющий не менее двух поворотов.

Полевое трассирование выполняется на основе материалов, полученных при камеральном трассировании. Плановое положение трассы определяется в процессе разбивки пикетажа, а высотное положение, как правило, в результате геометрического нивелирования.

При рекогносцировке уточняется положение трассы, устанавливаются положение начальной и конечной точки трассы, находят начальный и конечный реперы, к которым будет осуществлена привязка трассы, закрепляют на местности точки вершин поворота трассы.

По трассе прокладывается теодолитный ход требуемой точности, с измерением углов поворота трассы полным приёмом. Углом поворота трассы считают угол отклонения от предыдущего направления.

Контроль дирекционных углов можно произвести по следующим формулам:

$$\begin{aligned}\alpha_{n+1} &= \alpha_n + \varphi_{\text{прав.}}; \\ \alpha_{n+1} &= \alpha_n - \varphi_{\text{лев.}},\end{aligned}\tag{7.4}$$

где α_{n+1} – дирекционный угол определяемого направления;

α_n – дирекционный угол предыдущего направления;

$\varphi_{\text{прав.}}$ – значение угла правого поворота;

$\varphi_{\text{лев.}}$ – значение угла левого поворота.

На профиль трассы выписывают дирекционные углы или определённые по их значениям румбы.

В процессе измерения длин линий необходимо вводить поправки при углах наклона более 2° . Поправка за наклон вводится только со знаком плюс. Относительная ошибка линейных измерений не должна превышать $1/1\ 500$ – $1/2\ 000$.

После рекогносцировки разбивают пикетаж. Пикетом называют отрезок местности длиной 100 метров. Пикеты закрепляются деревянными колышками, забиваемыми почти вровень с землёй. Рядом вбивается другой колышек – «сторожёк», со стороны пикета подписывается его номер. Пикет со сторожкой окапывается канавкой. Начало трассы обозначают нулевым пикетом (ПК0), а далее по порядку.

Для более детального отражения рельефа местности между пикетами фиксируют точки перегиба рельефа, забивая на них колышки. Точки перегиба называют плюсовыми. Они обозначаются присоединением к номеру ближайшего предыдущего

го пикета величины расстояния от него, например: ПКЗ+27,00. Кроме того, данная запись указывает, что от начала трассы до плюсовой точки (вершина угла поворота, точка перегиба местности, положение элемента кривой, пересечение с дорогой или водной преградой) расстояние составляет 327,00 метра. Плюсовые точки также окупаются.

Одновременно с разбивкой пикетажа ведётся пикетажный журнал (рисунок 7.4).

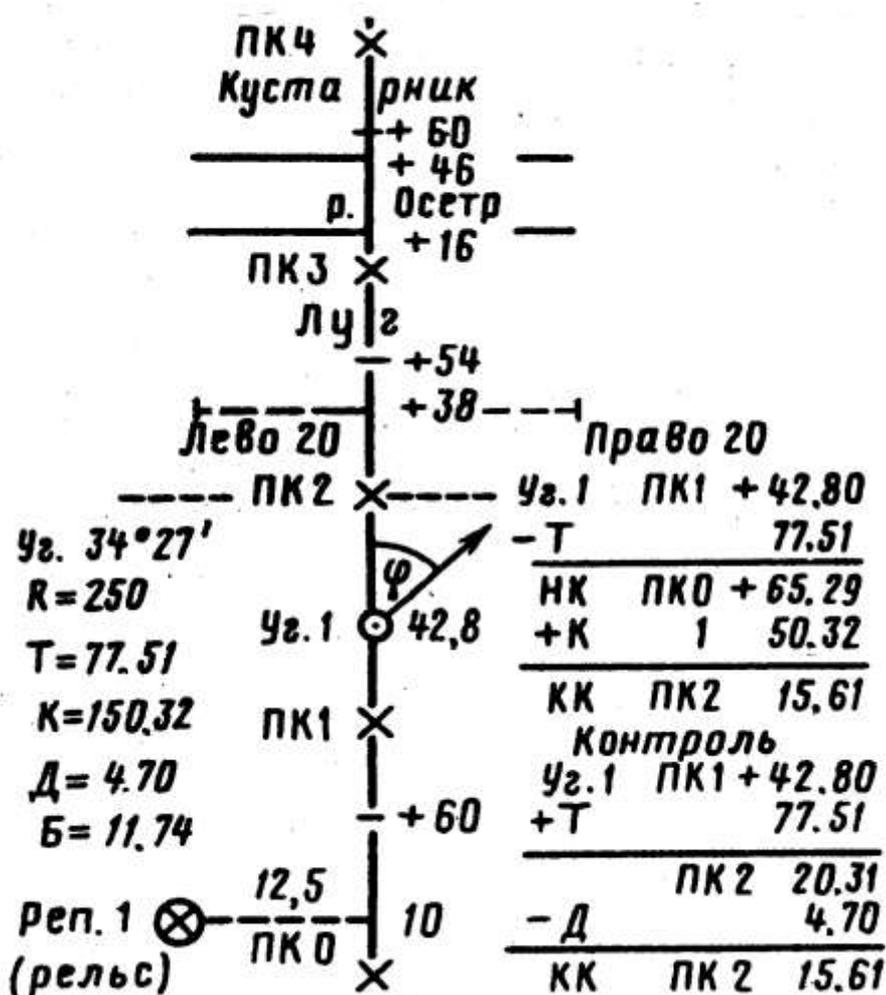


Рисунок 7.4 – Чертёж и расчёты элементов круговой кривой и пикетажного положения главных точек кривой в пикетажном журнале

Посередине страницы сплошной линией снизу вверх проводится условная ось трассы. Внизу намечают точку начала трассы и обозначают ПК0. Далее на ней обозначают пикеты, плюсовые точки, вершины углов поворота (ВУП), ситуацию. Углы поворота отмечают точкой, а их направление поворота стрел-

кой. Как правило, на странице размещается два-три пикета, приводят значения дирекционных углов или румбов линии, основных элементов круговой кривой трассы (φ , R , T , K , D , B), а также расчёт пикетажных положений начала кривой (НК) и конца кривой (КК) с контролем.

В пикетажном журнале отображается ситуация вдоль трассы вправо и влево от неё на расстоянии до 20 метров.

7.3 Расчёт элементов круговой кривой

Прямые участки дороги в углах поворота сопрягаются плавными круговыми кривыми, а при необходимости более плавных сопряжений между ними используют переходные кривые. В программу данной практики не входит построение переходных кривых.

Круговая кривая это окружность радиуса R . В круговой кривой различают следующие элементы:

а) угол поворота φ – величина отклонения трассы от предыдущего направления;

б) радиус кривой R – выбирают из нормативов согласно техническим условиям;

в) тангенс T – расстояние от вершины угла поворота до начала кривой или до конца кривой. Его величина определяется по формуле

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}; \quad (7.5)$$

г) кривая K – длина дуги от начала до конца кривой. Её величина определяется по формуле

$$K = \frac{\pi R \varphi}{180^\circ}, \quad (7.6)$$

где $\pi = 3,14$;

д) биссектриса B – расстояние от ВУП до середины кривой (СК). Величина биссектрисы может быть определена по формуле

$$B = \frac{R}{\cos \frac{\varphi}{2}} - R = R \left(\sec \frac{\varphi}{2} - 1 \right); \quad (7.7)$$

е) домер Д – это разность в длине суммы двух тангенсов и кривой

$$D = 2T - K. \quad (7.8)$$

Элементы кривой определяются непосредственно в поле, после измерения угла поворота. Их значения можно определить как при помощи калькулятора, так и по специальным таблицам для разбивки круговых и переходных кривых согласно φ и R (приложение Б). Полученные значения записывают в пикетажный журнал слева, у соответствующего угла поворота.

7.4 Расчёт пикетажного положения главных точек кривой

При разбивке пикетажа в углах поворота закрепляются главные точки кривой. К ним относят: начало кривой НК, середину кривой СК и конец кривой КК. Расчёт пикетажного положения главных точек выполняют от пикетажного положения вершины угла поворота ВУП. Данные вычисления выполняются на каждом углу поворота. Обязательными являются контрольные вычисления.

Например: вершина угла поворота находится на пикете ПК1+42,80, угол поворота трассы составляет $\varphi=34^\circ 27'$ и радиус закругления $R=250$ м. Определены следующие значения элементов круговой кривой: $T=77,51$ м, $K=150,32$ м, $D=4,70$ м, $B=11,74$ м. Исходя из этого, пикетажные положения начала, середины и конца кривой составят

ВУП	ПК1+42,80
-Т	77,51
<hr/>	
НК	ПК0+65,29
+К	1+50,32
<hr/>	
КК	ПК2+15,61
-0,5К	75,16
<hr/>	
СК	ПК1+40,45

Необходимо выполнить контрольные вычисления для КК

$$\begin{array}{r} \text{ВУП ПК1+42,80} \\ +\text{T} \quad \underline{77,51} \\ \text{ПК2+20,31} \\ -\text{Д} \quad \underline{4,70} \\ \text{КК ПК2+15,61} \end{array}$$

Расхождения между КК не должны превышать **3 см**.
Необходимо выполнить контрольные вычисления для СК

$$\begin{array}{r} \text{НК ПК0+65,29} \\ +0,5 \text{ К} \quad \underline{75,16} \\ \text{СК ПК1+40,45} \end{array}$$

7.5 Порядок разбивки главных точек кривой на местности

На круговой кривой пикетаж разбивается по линиям тангенсов от вершины угла поворота. Откладывают от ВУП в обратном направлении величину $T=77,51$ м или можно отложить пикетажное расстояние НК ПК0+65,29, от ПК0 отмеряется 65,29 м в прямом направлении. Положение НК закрепляется колышком (рисунок 7.5).

Чтобы найти положение точки СК, над ВУП устанавливается теодолит. Ноль горизонтального круга ориентируется в направлении точки НК. Открепив алидаду, устанавливают отсчёт:

при повороте вправо

$$\beta_n = 270^\circ + \frac{\varphi}{2}; \quad (7.9)$$

при повороте влево

$$\beta_n = 90^\circ - \frac{\varphi}{2}. \quad (7.10)$$

При этом визирная ось трубы будет направлена по биссектрисе. В этом направлении отмеряют величину биссектрисы $B=11,74$ м и закрепляют положение СК.

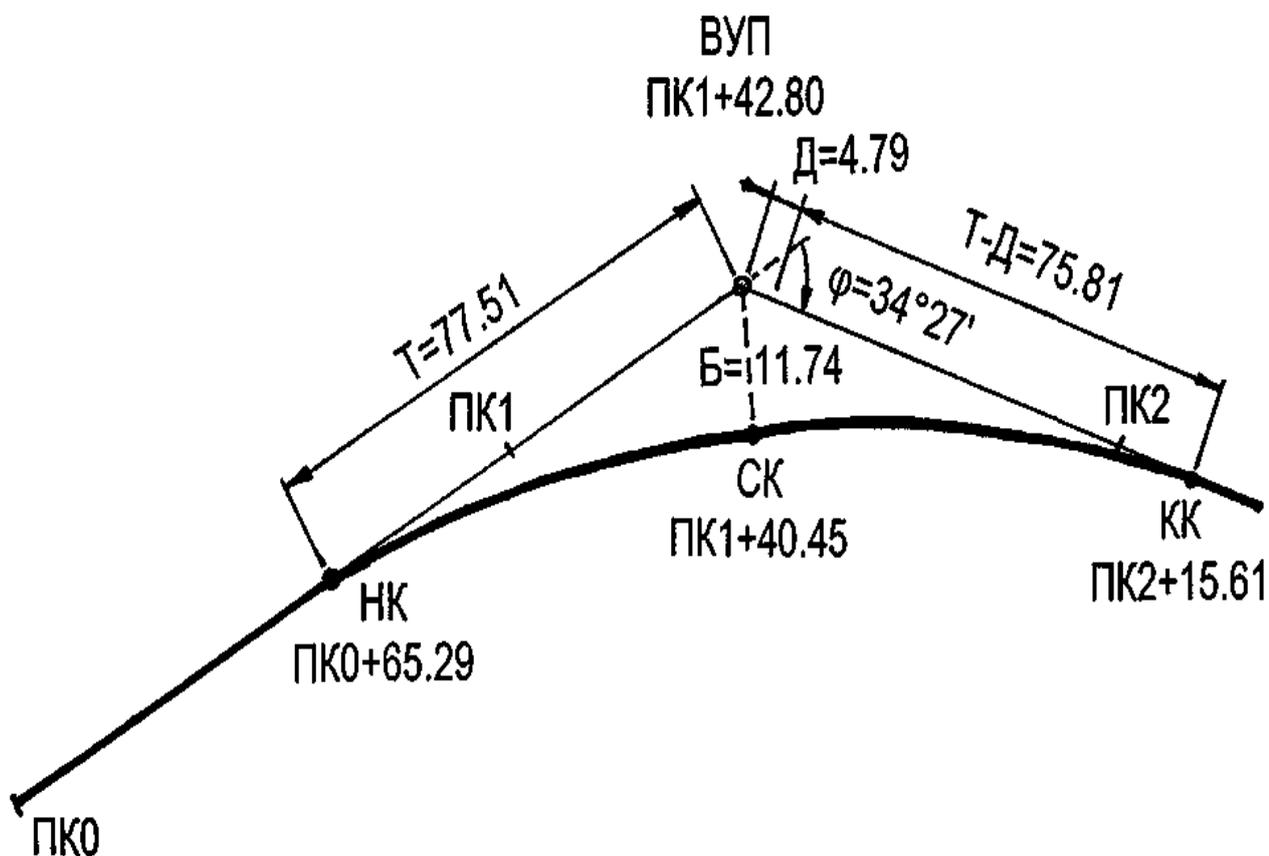


Рисунок 7.5 – Разбивка пикетажа на кривой

Чтобы определить пикетажное положение точки КК, в прямом направлении от точки ВУП откладывают величину домера $D=4,70$ м. При этом считается, что его конец имеет тот же пикетаж, что и вершина угла поворота ВУП ПК1+42,80. От полученной точки продолжают разбивку пикетажа обычным путём. Отложив от конца домера расстояние $T-D=72,81$ м, закрепляют положение КК и окапывают. Правильность положения КК можно проконтролировать, отложив от ВУП в прямом направлении величину $T=77,51$ м. Конец кривой отмечают как плюсовую точку.

Полученные плановые данные по трассе заносятся в ведомость прямых вставок и кривых.

7.6 Привязка и нивелирование трассы

В процессе нивелирования необходимо получить высоты всех пикетных точек, начала, середины и конца кривой, плюсовых точек и точек поперечных профилей. Нивелирование выполнено точным нивелиром 3Н-3КЛ по двусторонним нивелирным рейкам РНЗ-3000-СП с шашечной разметкой. Разность между отсчётами по красной и чёрной сторонам обеих реек равна 4688. В программу практики построение поперечных профилей не входит. Нивелирный ход привязывается к двум реперам или пунктам сетей сгущения. Если трасса опирается только на один репер, то её нивелируют двойным ходом – в прямом и обратном направлении, или двумя нивелирами, один вслед другому. Привязка к реперам выполняется без разбивки пикетажа.

По программе учебной практики привязка нивелирного хода должна быть выполнена к одному или двум пунктам учебного геодезического полигона, высоты которых имеются в каталоге координат и высот (приложение А).

Нивелирование технической точности выполняется способом из середины, с расстоянием от нивелира до рейки от 50 до 150 метров.

При нивелировании трассы, как связующим точкам, предпочтение отдаётся пикетам, а плюсовые точки, как правило, промежуточные. При большом уклоне, как связующие, можно использовать и плюсовые точки. На крутых склонах допустимо использовать для связующих точек икс-овые точки (с неизвестным расстоянием до них). Таких точек на трассе может быть несколько. Они нумеруются буквой «Х» с порядковым номером, например: «Х2», или «Х7».

На станции вначале нивелируются связующие точки, и только после выполнения контроля (превышение, полученное по чёрной стороне рейки, не должно отличаться от превышения, полученного по красной стороне рейки, более чем на **5 мм**), приступают к нивелированию промежуточных точек. Отсчёты на промежуточные точки допустимо считать только по чёрной стороне рейки. Пример нивелирования на станции с промежуточной точкой представлен на рисунке 7.6.



Рисунок 7.6 – Схема нивелирования на станции с промежуточной точкой

Полученные результаты заносятся в журнал нивелирования трассы (таблица 7.3).

После проверки полевых данных нивелирования вычисляются средние значения превышений между связующими точками как среднее арифметическое. Округление средних превышений выполняется до целых значений миллиметров. Во избежание накопления ошибки за счет округления при отбрасывании 0,5 мм допускается чередовать округление с недостатком и избытком. Если отсчёт по задней рейке больше, чем отсчёт по передней, то превышение будет положительным, в противном случае превышение будет отрицательным.

Например, превышение ПК0 над Рр 3;

по чёрной стороне реек $h_ч = 1100 - 1420 = -320$ мм;

по красной стороне реек $h_к = 5788 - 6106 = -318$ мм.

Затем вычисляется среднее превышение как среднеарифметическое значение из двух превышений по чёрной и красной сторонам

$$h_{cp} = \frac{-320 + (-318)}{2} = -319 \text{ мм.}$$

Таблица 7.3 – Журнал нивелирования трассы

Номер станции	Номер точки	Отсчёт по рейке, мм			Превышение, мм		Среднее превышен., мм		Исправ. превыш., мм	Высота ГП, м	Высота точки, м
		задний	передний	промеж.	+	-	+	-			
1	Реп.3 ПК0	1100 5788	1420 6106			318 320		+1 319	-318		50,000 49,682
2	ПК0 +32 +80 ПК1	2932 7620	0810 5496	2849 0846	2124 2122		+1 2123		+2124	52,614 52,615 52,616	49,682 49,766 51,769 51,806
3	ПК1 ПК2 +25 ПК3	1212 5900	2062 6752	1058 1121		852 850		+2 851	-849	53,018 53,018 53,019	51,806 51,960 51,897 50,957
4	ПК3 ПК4 +38	2738 7426	1020 5710	1126	1716 1718		+2 1717		+1719	53,695 53,696 53,696	50,957 52,570 52,676
Постраничный контроль Σ		34 716	29 376	-	7 680	2 340	3 840	1 170			

104

$$h_1 = \frac{34716 - 29376}{2} = 2670 ; \quad h_2 = \frac{7680 - 2340}{2} = 2670 ; \quad h_3 = 3840 - 1170 = 2670.$$

Продолжение табл. 7.3

Номер станции	Номер точки	Отсчёт по рейке, мм			Превышение, мм		Среднее превышен., мм		Исправ. превыш. мм	Высота ГП, м	Высота точки, м
		задний	передний	про-меж.	+	-	+	-			
5	+38 ПК5	2986 7634		0561	2603 2605		+1 2604		+2605	55,662 55,662	52,676 55,101
	+25		0381 5031							55,662	55,281
	+25 ПК6	2955 7654			2447 2445		+1 2446			+2447	
6			0510 5207								57,728
	ПК6 X	0300 4986	2919 7607			2621 2619		+1 2620	-2619		55,728 55,109
8	X ПК7	0402 5091		2650		2529 2531		+1 2530	-2529	55,511 55,512	55,109 52,862
	+35		2933 7620							55,513	52,580
9	+35 Реп.4	1240 5930	1460 6148			218 220		+1 219	-218		52,580 52,362
	Постраничный контроль Σ	39178	39816	-	10 100	10737	5 050	5 369			

105

$$h_1 = \frac{39178 - 39816}{2} = -319; \quad h_2 = \frac{10100 - 10738}{2} = -319; \quad h_3 = 5050 - 5369 = -319.$$

Номер станции	Номер точки	Отсчёт по рейке, мм			Превышение, мм		Среднее превышен., мм		Исправ. превыш. мм	Высота ГП, м	Высота точки, м
		задний	передний	промеж.	+	-	+	-			
Контроль по ходу Σ		73 894	69 192	-	17 780	13 078	8 890	6 539			

106

$$h_1 = \frac{73894 - 69192}{2} = +2351; \quad h_2 = \frac{17780 - 13078}{2} = +2351; \quad h_3 = 8890 - 6539 = +2351.$$

$$\text{Невязка хода } fh = \Sigma h_{cp.} - (H_{pen.12} - H_{pen.3}) = 2,351 - (52,362 - 50,000) = -11 \text{ мм.}$$

$$\text{Допустимая невязка } fh_{дон.} = \pm 50 \sqrt{L} = \pm 50 \sqrt{0,8} = \pm 45 \text{ мм.}$$

Полученные результаты заносятся в журнал нивелирования трассы (см. таблицу 7.3). Положительные превышения записываются в графу превышений под знаком (+), а отрицательные под знаком (-). По мере заполнения полевого журнала выполняется постраничный контроль.

В камеральных условиях выполняется обработка полученных полевых материалов и построение требуемых чертежей.

Обязательным условием выполнения полевых работ является соблюдение требований охраны труда и безопасного ведения работ.

7.7 Обработка журнала геометрического нивелирования

Камеральная обработка выполняется в следующей последовательности:

1. Обработка журнала геометрического нивелирования, в результате которой вычисляются высоты всех пронивелированных точек.

2. Построение продольного профиля трассы в соответствии с заданными масштабами.

3. Составление ведомости прямых и кривых.

По мере заполнения полевого журнала выполняется постраничный контроль. Постраничный контроль необходимо выполнять только для связующих точек. Отсчёты на промежуточные точки в нём не используются.

Контроль состоит в следующем. Подсчитывается сумма отсчётов по чёрной и красной сторонам задней рейки ($\Sigma a_{зад.}$), затем подсчитывается сумма отсчётов по чёрной и красной сторонам передней рейки ($\Sigma b_{пер.}$) и определяется первое превышение

$$h_1 = \frac{\Sigma a_{зад.} - \Sigma b_{пер.}}{2} \quad (7.11)$$

Подсчитывается сумма положительных превышений, вычисленных по чёрной и красной сторонам рейки, $\Sigma(+h_{выч.}$, затем сумма отрицательных превышений, вычисленных по чёрной и красной сторонам рейки, $\Sigma(-)h_{выч.}$ и определяется второе превышение

$$h_2 = \frac{\Sigma(+h_{\text{ввлч.}} + \Sigma(-)h_{\text{ввлч.}}}{2}. \quad (7.12)$$

Подсчитывается сумма положительных средних превышений $\Sigma(+h_{\text{ср.}}$, затем сумма отрицательных средних превышений $\Sigma(-)h_{\text{ср.}}$ и определяется третье превышение

$$h_3 = \Sigma(+h_{\text{ср.}} + \Sigma(-)h_{\text{ср.}}. \quad (7.13)$$

Полученные на странице превышения постраничного контроля h_1 , h_2 , h_3 не должны отличаться более чем на **1 миллиметр**.

Затем выполняется контроль по всему ходу аналогично постраничному контролю. Постраничный контроль подтверждает только правильность вычислений в журнале.

После окончания нивелирования трассы вычисляют невязку. Если нивелирный ход проложен между двумя пунктами с известными высотами, то сумма полученных превышений теоретически должна быть равна разности высот конечного и начального реперов

$$\Sigma h_{\text{теор.}} = H_{R_{\text{р кон.}}} - H_{R_{\text{р нач.}}}. \quad (7.14)$$

Разница между фактической измеренной суммой превышений и теоретической является величиной невязки

$$fh = \Sigma h_{\text{ср.}} - (H_{\text{кон.}} - H_{\text{нач.}}), \quad (7.15)$$

где $\Sigma h_{\text{ср.}}$ – сумма средних превышений в нивелирном ходе, м;
 $H_{\text{кон.}}$ – высота конечного репера, м;
 $H_{\text{нач.}}$ – высота начального репера, м.

Соответственно, для замкнутого хода

$$fh = \Sigma h_{\text{ср.}} \quad (7.16)$$

Допустимая невязка считается по формуле

$$fh_{\text{дон.}} = \pm 50\sqrt{L}, \quad (7.17)$$

где $fh_{\text{дон.}}$ – допустимая невязка, мм;
 L – длина нивелирного хода, км.

При проложении хода в условиях сложного рельефа, когда число станций на один километр хода более 25, допустимая невязка считается по формуле

$$fh_{\text{дон.}} = \pm 10\sqrt{n}, \quad (7.18)$$

где n – число станций в ходе.

Невязка для таблицы 7.3 составит

$$fh = \sum h_{\text{ср.}} - (H_{Rp4} - H_{Rp3}) = 2351 - (52362 - 50000) = -11 \text{ мм.}$$

Соответственно, допустимая невязка

$$fh_{\text{дон.}} = \pm 50\sqrt{L} = \pm 50\sqrt{0,8} = \pm 45 \text{ мм.}$$

Если полученная невязка не превышает допустимую, как в данном примере, то в средние значения превышений $h_{\text{ср.}}$ вводится поправка δ_j . Поправка вводится со знаком, обратным знаку невязки, поровну во все станции, но с округлением её до целых миллиметров. Поправка выписывается над средними превышениями. Для контроля правильности распределения поправок подсчитывается сумма введённых поправок. Она должна равняться невязке с обратным знаком

$$fh = -\sum \delta_j. \quad (7.19)$$

Затем вычисляются исправленные превышения

$$h_{\text{испр.}} = h_{\text{ср.}} + \delta_j. \quad (7.20)$$

По высоте начального репера $H_{нач.}$ и исправленным превышениям $h_{испр.}$ вычисляют высоты для связующих точек

$$H_{n+1} = H_n + h_{испр.}, \quad (7.21)$$

где H_{n+1} – высота последующей точки, м;

H_n – высота предыдущей точки, м;

$h_{испр.}$ – исправленное превышение между этими точками, м.

Высота конечного репера, полученная из вычислений, должна совпасть с высотой конечного репера из исходных данных.

После определения высот связующих точек вычисляют высоты промежуточных точек. Для этого определяют горизонт прибора (ГП) или высоту визирного луча для тех станций, на которых были пронивелированы промежуточные точки. Схема определения ГП представлена на рисунке 7.6.

Горизонт прибора определяется как сумма высоты задней или передней связующей точки $H_{связ.}$ плюс отсчёт на данную точку $a_{ч\ связ}$ по чёрной стороне нивелирной рейки

$$ГП = H_{связ.} + a_{ч\ связ}. \quad (7.22)$$

Например: между ПК0 и ПК1 на расстоянии 32 метра имеется точка перегиба местности и она была пронивелирована как промежуточная. Для данной станции определяется ГП по задней, а затем для контроля, и по передней точкам

$$ГП_1 = H_{зад.} + a_{ч} = 49,395 + 1,919 = 51,314 \text{ м};$$

$$ГП_2 = H_{пер.} + b_{ч} = 50,085 + 1,227 = 51,312 \text{ м},$$

где $H_{зад.}$ – высота задней связующей точки, м;

$a_{ч}$ – отсчёт на заднюю связующую точку по чёрной стороне рейки, м;

$H_{пер.}$ – высота передней связующей точки, м;

$b_{ч}$ – отсчёт на переднюю связующую точку по чёрной стороне рейки, м.

Так как расхождение между ними не превышает **5 мм**, то можно определить среднее значение для станции

$$ГП_{ср.} = 51,313 \text{ м}.$$

Высота промежуточной точки определяется как разность между горизонтом нивелира (высота луча визирования) $\Gamma\text{П}_{\text{ср.}}$ и отсчётом на промежуточную точку по чёрной стороне рейки $a_{\text{пром.}}$.

$$H_{\text{пром.}} = \Gamma\text{П}_{\text{ср.}} - a_{\text{пром.}} \quad (7.23)$$

Тогда высота промежуточной точки ПК0+32 будет равна

$$H_{\text{ПК0+32}} = 51,313 - 1,361 = 49,952 \text{ м}$$

Все три значения $\Gamma\text{П}$ выписываются в соответствующую графу журнала нивелирования для станции. Высота промежуточных точек определяется через $\Gamma\text{П}_{\text{ср.}}$, вычисленный для данной станции.

7.8 Построение продольного профиля трассы

Нивелирование трассы, как и всякая съёмочная работа, завершается графическим построением. Продольный профиль это условное изображение на бумаге вертикального разреза местности по линии нивелирования. Профиль является одним из основных документов, по которому выполняют проектирование, а затем и строительство линейного объекта. Он строится на масштабном-координатной миллиметровой бумаге по ширине стандартного листа, а длина определяется длиной трассы и заданным масштабом профиля. Профиль составляется на основании пикетажного журнала и данных журнала нивелирования трассы.

Для придания большей наглядности чертежа вертикальные расстояния (высоты) наносят в более крупном масштабе, обычно в десять раз крупнее. Для продольного профиля автомобильной дороги установлен горизонтальный масштаб 1:5 000, а вертикальный – соответственно 1:500.

Построение профиля начинают с нанесения профильной сетки (графы и строки) на миллиметровую бумагу. Оставляют поля: слева 20 мм (для подшива), снизу и сверху по 20 мм (для нумерации страниц и обрезки), справа 10 мм (для обрезки).

Под линией условного горизонта (верхняя линия табличной части профиля) вычерчивают необходимые строки согласно техническому заданию, в зависимости от назначения про-

филя. Набор строк для различных видов линейных объектов будет значительно отличаться, например: автомобильная дорога и канализационный коллектор. Так, для автодороги пятой категории понадобятся графы, приведённые на рисунке 7.7.

Для размещения линии профиля выбирают высоту линии условного горизонта. Её целесообразно выбирать так, чтобы самая низкая фактическая точка профиля находилась над верхней линией сетки (линия условного горизонта) на расстоянии 4–6 сантиметров. Её округляют до целого значения метров, предпочтительно кратного количеству метров в 1 см вертикального масштаба. После чего оцифровывают вертикальную ось через 1 см.

В строке «Расстояния» в принятом горизонтальном масштабе откладывают вертикальными линиями пикеты и плюсовые точки. В пределах каждого пикета пишут расстояния между плюсовыми точками и пикетами, дополняя их в правой части до 100 метров. Там, где нет плюсовых точек, длину между пикетами (100 м) не пишут. Резаные пикеты отмеряют как и обычные (100 м), вписывают их длину и утолщают линию графы сверху и снизу.

Под линией строки расстояний выписывают номера пикетов. Номера пикетов, кратные 10, пишут полностью, для остальных пишут только последнюю цифру.

Строка «Отметки земли по оси дороги» заполняется по данным нивелирования трассы. Высоты пикетов и плюсовых точек выписываются с точностью до сотых долей метра симметрично вертикальным линиям, проведённым в строке расстояний. Численное значение высоты выписывается в вертикальном направлении.

После построения сетки от линии условного горизонта в принятом вертикальном масштабе откладывают высоты точек земли, как пикетов, так и плюсовых точек. Проводят вертикальные линии от полученных точек до линии условного горизонта. Полученные верхние точки отрезков последовательно соединяют между собой прямыми линиями. Полученная ломаная линия является профилем местности по оси трассы линейного объекта.

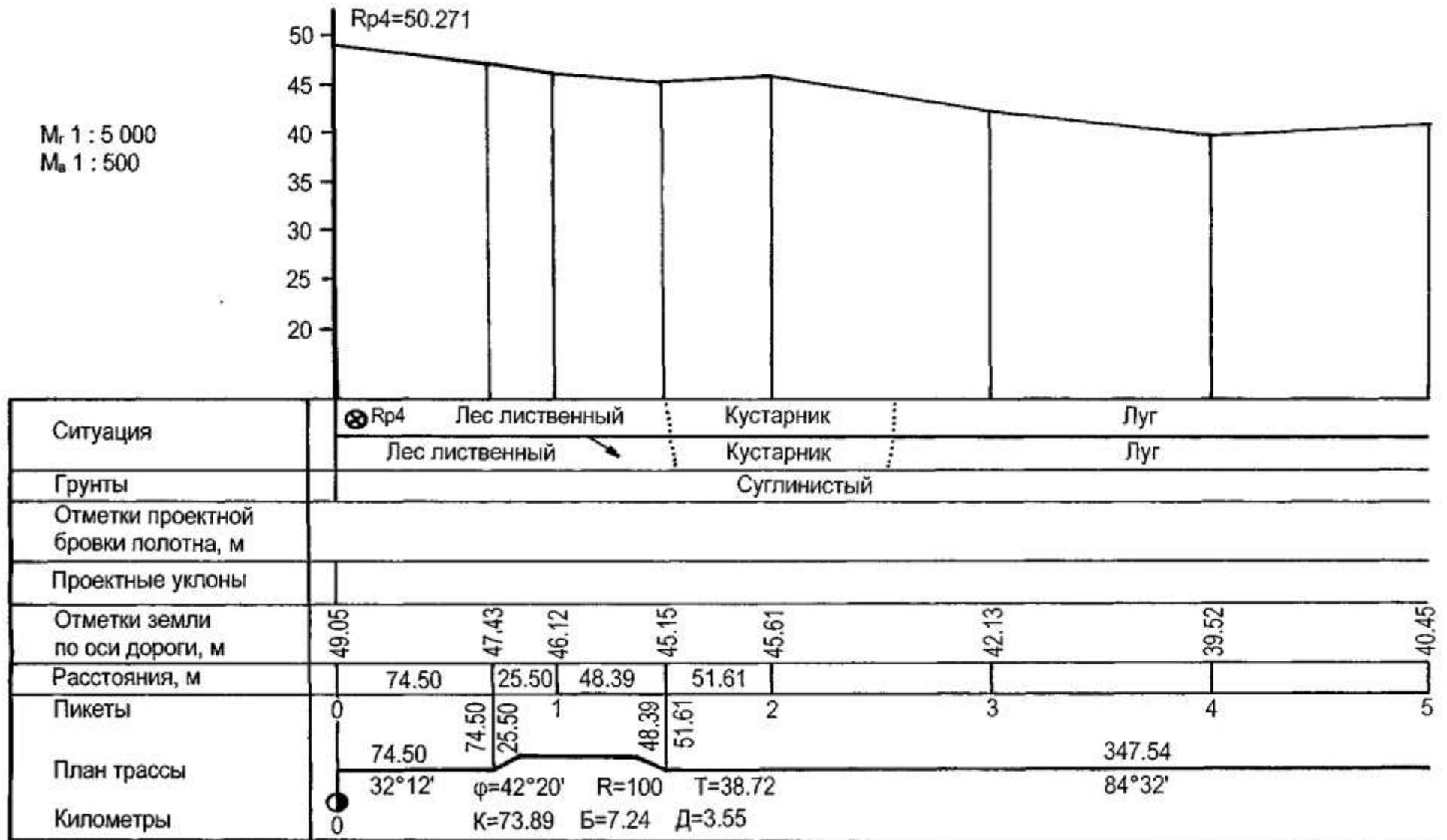


Рисунок 7.7 – Продольный профиль автомобильной дороги г. Павловск–Карьер

Строку «Ситуация» заполняют по пикетажному журналу условными знаками, гидрографию окрашивают акварельными красками синего цвета слабого тона. Посередине красным цветом проводят прямой линией ось трассы. В точках поворота трассы стрелками показывают направления поворотов. Показывают положения привязочных реперов относительно оси трассы. В отдельных случаях вместо условных знаков контуров и угоний допускается вписывать их названия.

Под планом трассы ставят указатели километров и оцифровывают их.

Для заполнения строки «План линии» используют расчёты пикетажного положения начала и конца круговых кривых из пикетажного журнала. От точек начала и конца круговой кривой проводят вертикальные линии до строки «пикеты». Возле этих линий пишут: слева расстояние от ближайшего младшего пикета до линии и справа расстояние от линии до ближайшего старшего пикета. Сумма внутренних расстояний должна соответствовать длине круговой кривой. План линии трассы вычерчивается красным цветом.

От начала каждой кривой до её конца проводят условные дуги. При повороте трассы вправо выпуклость дуги должна быть вверх, а при повороте влево выпуклость дуги должна быть вниз. Или – вогнутость дуги показывает направление поворота. Около дуг или внутри их выписывают все элементы кривой из пикетажного журнала: φ , R, T, K, Д, Б.

Над серединой каждой прямой вставки выписывают её длину, а под ней пишут дирекционный угол или румб.

Контроль: длина прямых вставок и кривых должна быть равна длине трассы.

В строке «Грунты» пишут наименования грунтов, по которым проходит трасса.

Строки «Отметки проектной бровки полотна», «Проектные уклоны» заполняются в процессе проектирования. Согласно полученным высотам вычерчивается проектная линия трассы. В данном задании эти строки не заполняются.

На вертикальных линиях в начале и в конце трассы выше линии профиля подписываются наименования привязочных реперов и их высоты с точностью до миллиметра.

7.9 Составление ведомости прямых вставок и круговых кривых

Полученные плановые данные по трассе заносятся в ведомость прямых вставок и кривых (таблица 7.4).

Прямые вставки вычисляются по разности пикетажных наименований начала кривой последующего угла поворота и конца кривой предыдущего угла поворота

$$d_{\text{пр.}} = \text{НК}_{n+1} - \text{КК}_n. \quad (7.24)$$

Расстояния между вершинами углов поворота получают по разности пикетажных наименований последующей вершины и предыдущей, с добавлением домера предыдущей кривой

$$d_{\text{ВУП}} = \text{ВУП}_{n+1} - \text{ВУП}_n + D_n. \quad (7.25)$$

Относительная ошибка измеренной линии между ВУП и определённой по формуле не должна превышать 1/1 000.

Для каждой линии записываются дирекционные углы или румбы.

Дирекционный угол вычисляется по следующим формулам:

$$\alpha_{n+1} = \alpha_n + \varphi_{\text{прав.}} \quad (7.26)$$

$$\alpha_{n+1} = \alpha_n - \varphi_{\text{лев.}}$$

где α_{n+1} – дирекционный угол определяемого направления;

α_n – дирекционный угол предыдущего направления;

$\varphi_{\text{прав.}}$ – значение угла правого поворота;

$\varphi_{\text{лев.}}$ – значение угла левого поворота.

Румбы вычисляются по зависимости дирекционных углов и румбов по четвертям (см. таблицу 6.2).

Выполняется контроль правильности составления ведомости:

а) разность между удвоенной суммой тангенсов и суммой кривых должна быть равна сумме домеров

$$2\Sigma T - \Sigma K = \Sigma D; \quad (7.27)$$

Таблица 7.4 – Ведомость прямых вставок и кривых

Но- мер точек	ВУП, м	Угол, ° '		Элементы кривой, м					Положение, м		Длина, м		Направление, ° '		
		лево	право	ради- ус	тан- генс	кри- вая	бис- сек- триса	до- мер	НК	КК	прям. встав- ка	расст. межд, ВУП	ди- рекц. угол	румб	
ПК0															
1	ПК9+ 87,50		27 02	600	144,23	283,09	17,09	5,37	8+43,27	11+26,36	843,27	987,50	86 15	СВ : 86 15	
2	ПК18+ 26,62	18 30		800	130,29	258,31	10,54	2,27	16+96,33	19+54,64	569,97	844,49	113 17	ЮВ : 66 43	
3	ПК26+ 09,14	23 15		600	123,44	243,47	12,57	3,40	24+85,70	27+29,17	531,06	784,79	94 47	СВ : 71 32	
4	ПК34+ 52,75	15 12		1000	133,43	265,29	8,86	1,57	33+19,32	35+84,61	590,15	847,01	71 32	ЮВ : 79 02	
5	ПК44+ 83,18		35 40	500	160,85	311,25	25,24	10,45	43+22,33	46+33,58	737,72	1032,00	56 20	СВ : 56 20	
ПК50+ 98,94											465,36	626,21	92 00	ЮВ : 88 00	
Σ	-	56 57	62 42	-	692,24	1361,41	-	23,06	-	-	3737,53	5122,00	-	-	

116

Контроли: 1. $2\Sigma T - \Sigma K = \Sigma D$; $1384,48 - 1361,41 = 23,07$.

2. $\Sigma \varphi_{\text{пр.}} - \Sigma \varphi_{\text{лев.}} = \alpha_{\text{кон.}} - \alpha_{\text{нач.}}$; $62^\circ 42' - 56^\circ 57' = 92^\circ 00' - 86^\circ 15' = 5^\circ 45'$.

3. $\Sigma d_{\text{пр.}} + \Sigma K = \Sigma d_{\text{ВУП}} - \Sigma D = L$; $3737,53 + 1361,41 = 5122,00 - 23,06 = 5098,94$.

б) разность между суммой правых и суммой левых углов поворота должна быть равна разности дирекционных углов конечной и начальной линии трассы

$$\Sigma\varphi_{\text{пр.}} - \Sigma\varphi_{\text{лев.}} = \alpha_{\text{кон.}} - \alpha_{\text{нач.}}; \quad (7.28)$$

в) сумма прямых вставок плюс сумма кривых должна быть равна длине трассы L , определённой как разность пикетажных наименований конца трассы и её начала. Также длине трассы должна быть равна разность между суммой расстояний между вершинами углов поворота и суммой домеров

$$\Sigma d_{\text{пр.}} + \Sigma K = \Sigma d_{\text{вУП}} - \Sigma D = L. \quad (7.29)$$

Контрольные вопросы для самоподготовки

1. Какие сооружения относят к линейным?
2. Какие графические материалы характеризуют положение линейного объекта?
3. Что служит графической основой для полевого трассирования?
4. Что необходимо уточнить при рекогносцировке?
5. Что такое угол поворота трассы?
6. Как контролируют величину измеренного угла поворота трассы?
7. При каких углах наклона на местности необходимо вводить поправку в длины линий?
8. Что называют пикетом линейного объекта?
9. Для чего необходимы плюсовые точки?
10. Как оформляются пикетные и плюсовые точки на местности?
11. Что такое круговая кривая?
12. Для чего нужны круговые кривые?
13. Назовите основные элементы круговой кривой.
14. Какие точки называются главными точками круговой кривой?
15. Что собой представляет пикетажный журнал?
16. Что отражается в пикетажном журнале?

17. Как вычисляется пикетажное положение главных точек круговой кривой?
18. Как контролируется на местности пикетажное положение конца кривой?
19. В каком полевом документе производится вычисление пикетажного положения главных точек круговой кривой?
20. Назовите порядок определения начала кривой.
21. Назовите порядок определения конца кривой.
22. Каким образом вычисляются длины прямых вставок?
23. Каким образом вычисляются расстояния между вершинами углов поворота?
24. Каким образом контролируется правильность составления ведомости прямых вставок и кривых?
25. К чему осуществляется геодезическая привязка линейного объекта?
26. Какой точности выполняется нивелирование автомобильной дороги?
27. Высоты каких точек должны быть получены в процессе нивелирования линейного объекта?
28. Какие точки называются связующими?
29. Какие точки называются промежуточными?
30. Какие точки называются иксовыми?
31. В чём отличие нивелирования связующих и промежуточных точек?
32. Каково допустимое расстояние между нивелиром и рейкой в процессе нивелирования на станции?
33. Назовите последовательность нивелирования на станции при техническом нивелировании.
34. Назовите последовательность нивелирования на станции, где имеется промежуточная точка.
35. Что такое постраничный контроль при нивелировании?
36. По каким данным можно выполнить постраничный контроль?
37. Как определяется невязка для разомкнутого нивелирного хода?
38. Как определяется величина допустимой невязки в превышениях для различных условий сложности рельефа?
39. Как распределяется поправка в превышения?
40. Как определяется высота связующих точек?

41. Что такое горизонт прибора?
42. Для чего необходимо определять величину горизонта прибора?
43. Как определяется высота промежуточных точек?
44. Из каких полевых документов получают данные для построения продольного профиля?
45. По каким данным строится продольный профиль линейного объекта?
46. В чём отличие горизонтального и вертикального масштабов продольного профиля?
47. Как определяется высота линии условного горизонта?
48. Какие элементы отражаются на продольном профиле автодороги?
49. Откуда берут данные для заполнения строки «Ситуация»?
50. Что отражается в строке «Ситуация»?
51. Каким образом можно отобразить элементы ситуации на чертеже продольного профиля?
52. Как вычислить расстояние для строки «Расстояние»?
53. Какие элементы трассы отображаются в строке «План линии»?
54. Каким образом отображаются направления поворота в строке «План линии»?
55. Какие параметры трассы линейного объекта отражаются в строке «План линии»?
56. Какие параметры в строке «План линии» контролируются?
57. Какие параметры круговой кривой отражаются в строке «План линии»?
58. Какие элементы на продольном профиле отображают чёрным цветом?
59. Какие элементы на продольном профиле отображают красным цветом?
60. Какие элементы на продольном профиле отображают синим цветом?
61. Какие элементы на продольном профиле окрашиваются?

8 НИВЕЛИРОВАНИЕ И ВЕРТИКАЛЬНАЯ ПЛАНИРОВКА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОБЪЕКТА НЕДВИЖИМОСТИ

8.1 Полевые работы

8.1.1 Разбивочные работы

Разбивочные работы выполняются в следующем порядке. По длинной стороне закрепляют базисную линию. Затем над начальной точкой устанавливают теодолит технической точности. В створе базисной линии лентой или рулеткой отмеряют отрезки, равные длине стороны квадрата, и закрепляют их сторожками (рисунок 8.1).



Рисунок 8.1 – Размётка базисной линии

Отмеряют при помощи теодолита угол 90° , приняв за исходное направление базисную линию. Размечают лентой данную линию (вторую сторону) и также закрепляют вершины квадратов сторожками. Теодолит переносится на последний колышек новой линии, перпендикулярной базисной. Ноль лим-

ба теодолита ориентируется на начальную точку базисной линии, и от данного направления отмеряется угол 90° . В результате получаем направление линии, параллельной базисной. Это будет третья сторона строительной площадки. Данная линия размечается так же, как и базисная (рисунок 8.2). Для контроля в обязательном порядке промеряется четвёртая сторона, и закрепляются вершины квадратов по ней (рисунок 8.3). По заданию размер стороны квадрата должен быть 20 м.



Рисунок 8.2 – Размётка линии параллельной базисной

Вершины квадратов внутри прямоугольника получают линейными промерами, ориентируясь по вехам, установленным на сторонах внешнего прямоугольника. Полученные точки нумеруют. По одной стороне, как правило, подписывая арабскими цифрами, а в перпендикулярном направлении буквами русского алфавита. На каждом сторожке подписывается его номер из цифры и буквы, на пересечении рядов которых он находится.



Рисунок 8.3 – Контрольный промер четвёртой стороны и закрепление вершин квадратов по ней

8.1.2 Подготовительные работы

При разбивке квадратов в поле составляется абрис (рисунок 8.4). В абрисе рисуется сетка квадратов, с нумерацией точек по южной и западной сторонам. Промерами на сетку наносится ситуация. Также внутри квадратов или по их диагоналям стрелками показывают направления понижения рельефа. Привязка площадки объекта недвижимости осуществляется к пунктам государственной геодезической сети принятыми способами, проложением теодолитных и нивелирных ходов требуемой точности. Координаты передаются на две точки базисной линии, а высота на одну точку.

По программе учебной практики проложение теодолитного хода для данной работы не требуется. Привязка нивелирного хода должна быть выполнена к одному или двум пунктам учебного геодезического полигона, высоты которых имеются в каталоге координат и высот (приложение А).

В зависимости от размера площадки выбираются станции, с которых будет выполняться нивелирование. Для прямоуголь-

ников со сторонами до 300 метров допускается нивелировка с одной станции. Нивелирование квадратов со стороной 100 метров выполняется со станций внутри каждого квадрата или на два полных квадрата одна станция. В других случаях допускается нивелирование различного числа вершин с каждой станции.

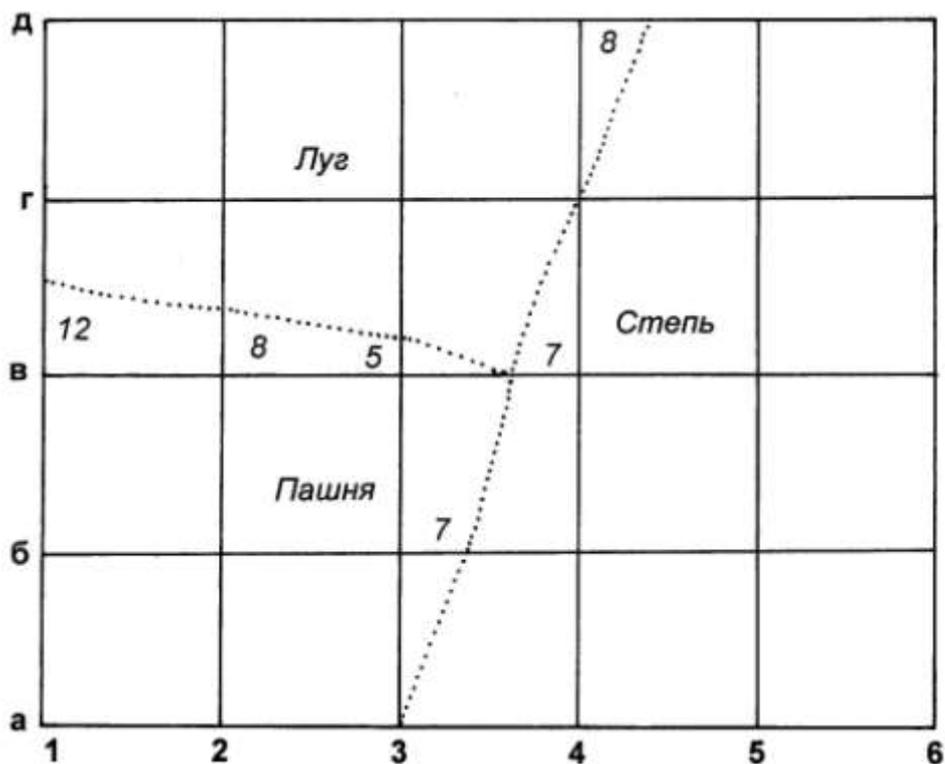


Рисунок 8.4 – Абрис строительной площадки объекта недвижимости

Для данного задания выбираются две станции нивелирования.

Перед нивелированием вычерчивают сетку квадратов – схему нивелирования (рисунок 8.5). На ней, при значительной площади, указывают номера станций, связующие точки, линии опорного хода, направления визирования со станции на связующие и промежуточные точки. Между соседними станциями выбираются по две связующие точки, лучше расположенные на стороне прямоугольника. Выбирать лучше так, чтобы они впоследствии образовали замкнутый полигон, который будет использован в расчётах как опорный ход. Опорный ход служит для передачи высот с точек, пронивелированных с одной станции, на точки, пронивелированные с другой станции.

В данном задании проложение опорного хода не предусматривается, так как размеры площадки малы.

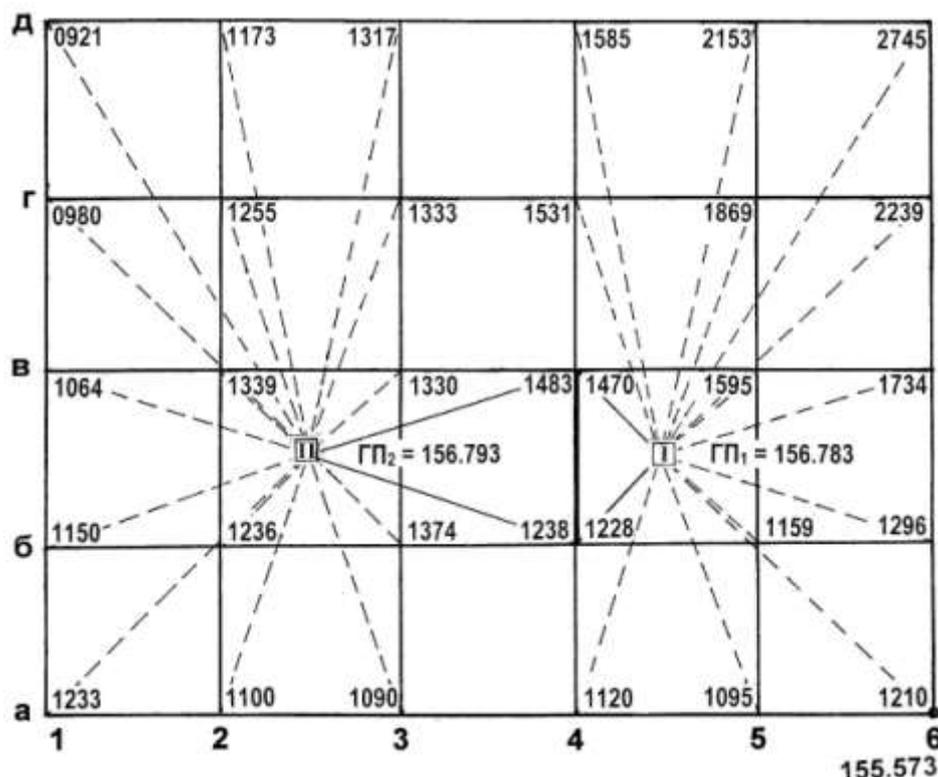


Рисунок 8.5 – Схема нивелирования строительной площадки

На связующих точках для установки рейки забивают колышки вровень с землёй. На промежуточных точках рейка устанавливается на землю. На схеме нивелирования прочерчиваются лучи визирования: на связующие точки сплошной линией, а на промежуточные пунктирной.

При установке рейки на землю лучше выбрать единое место её установки относительно всех колышков. Например, с южной его стороны. Это особенно важно на связующих точках, где выполняется контроль накрест лежащих отсчётов (см. рисунок 8.5).

8.1.3 Нивелирование вершин квадратов

Нивелир поочерёдно устанавливается на все запланированные станции. После приведения в рабочее положение выполняется нивелировка. Работа на станции соответствует требованиям технического нивелирования. На связующие точки берут два отсчёта – по чёрной и красной стороне нивелирной

рейки, а на промежуточные точки – один отсчёт – по чёрной стороне. Снятые по рейке отсчёты записываются на схему нивелирования или в журнал технического нивелирования. Полученные отсчёты удобнее записывать на полевой схеме нивелирования у вершины квадрата со стороны станции, с которой их снимали.

Для данного задания допустимо отсчёты по красной стороне не считать.

Нивелирование, как правило, выполняется с использованием двух реек (рисунок 8.6). Каждый реечник движется по одному ряду. Рейка может быть снята с точки только по команде наблюдателя.



Рисунок 8.6 – Нивелировка строительной площадки объекта недвижимости с участием двух реечников

Контроль точности выполнения нивелирования на станции состоит в суммировании накрест лежащих отсчётов, сделанных на связующие точки с разных станций (см. рисунок 8.5). Суммы накрест лежащих отсчётов на связующие пары точек должны быть равны. Допустимое расхождение в полученных суммах не должно превышать **5 миллиметров**.

Выполняется контрольное вычисление:

$$1238 + 1470 = 2708 \text{ мм};$$

$$1228 + 1483 = 2711 \text{ мм}.$$

В данном случае расхождение в 3 мм является допустимым.

Привязка площадки осуществлена к пункту геодезической сети сгущения проложением нивелирного хода технической точности. Высота передана на точку **а6**, она составляет **155,573 м**.

8.2 Камеральные работы

8.2.1 Расчёт высот точек вершин квадратов

План участка составляется на чертёжной бумаге в заданном масштабе. В данной работе сторона квадрата составляет 20 м, а масштаб плана 1:500. На листе формата А4 вычерчивается сетка квадратов со стороной 40 мм.

По высоте точки **а6** для первой станции определяется значение горизонта прибора (ГП). Для первой станции горизонт прибора будет определён по точке **а6**

$$ГП_1 = H_{a6} + a6, \quad (8.1)$$

где H_{a6} – высота точки **а6**, м;

$a6$ – отсчёт по рейке на точке **а6**, м.

И это значение 156,783 м выписывается на схему нивелирования возле номера станции (см. рисунок 8.5).

По полученному ГП вычисляются высоты остальных вершин квадратов (промежуточные точки), пронивелированных с данной станции

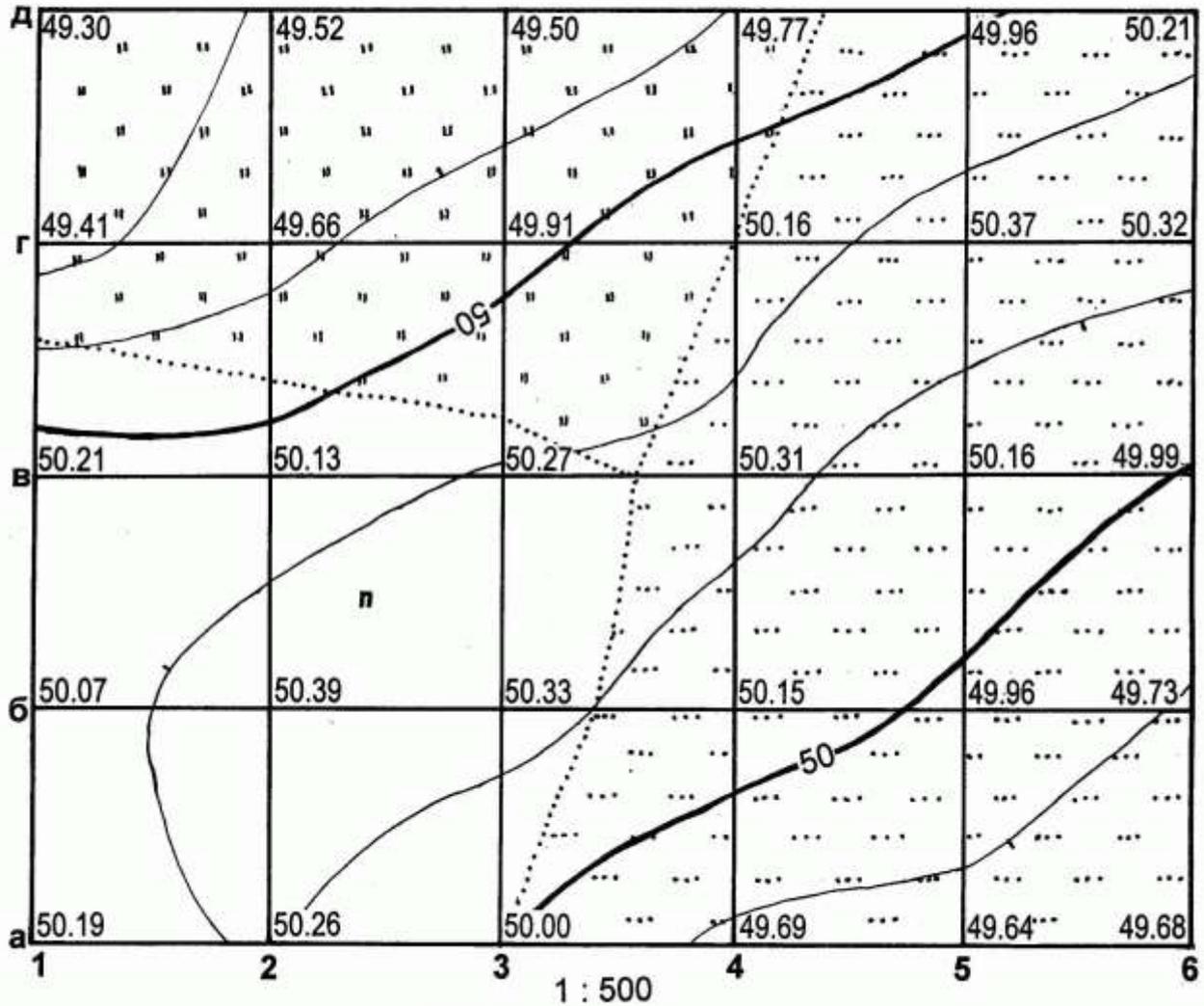
$$H_i = ГП - a_i, \quad (8.2)$$

где a_i – отсчёт по чёрной стороне рейки на определяемой с данной станции вершине квадрата.

Высоты выписывают на топографический план строительной площадки с точностью до 0,01 метра (рисунок 8.7). Необходимо обратить внимание, что данные на схеме нивелирования и на плане строительной площадки взяты из разных работ.

ПЛАН

СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ



В 1 сантиметре 5 метров

Сплошные горизонтали проведены через 0,25 м
Система высот условная

Выполнил
ст-т ИЗКиП-3-35-18о Донской Д.А.

Рисунок 8.7 – Топографический план строительной площадки
объекта недвижимости

Производится контроль вычислений на каждой станции по следующему равенству:

$$\Sigma H + \Sigma a_i = \Gamma \Pi \times K, \quad (8.3)$$

где $\sum H$ – сумма высот точек, пронивелированных с данной станции, м;

$\sum a_i$ – сумма отсчётов по рейкам на эти точки, м;

$ГП$ – высота горизонта прибора для данной станции, м;

K – количество точек, пронивелированных с данной станции.

Допустимые расхождения в равенствах по каждой станции не должны превышать **5** миллиметров.

По высотам двух связующих точек для второй станции определяются два значения горизонта прибора ($ГП$). Для второй станции горизонт прибора будет определён по точкам б4 и в4:

$$ГП_1 = H_{б4} + б4.$$

$$ГП_2 = H_{в4} + в4.$$

Из двух значений $ГП$ для станции вычисляется среднее значение и оно выписывается на схему нивелирования возле номера станции.

Также производится контроль вычислений.

8.2.2 Составление топографического плана участка строительной площадки для создаваемого объекта недвижимости

Вычисленные через $ГП$ высоты промежуточных точек с точностью до 0,01 м выписываются на топографический план (см. рисунок 8.7).

Для данной работы высота сечения рельефа принята равной 0,25 метра или любая другая по заданию руководителя практики, в зависимости от сложности рельефа на конкретной площадке.

Поскольку нивелирование по квадратам производится для площадей с небольшими уклонами, то определение положения точек с высотами, кратными высоте сечения рельефа, осуществляется только по сторонам квадратов. Направлениями по диагоналям можно пренебречь. Определение положения таких точек по известным высотам называется интерполированием. Интерполирование допустимо выполнять только между точками с ровным однородным скатом. Затем полученные точки с

одинаковыми высотами соединяют плавными линиями – горизонталями.

Интерполировать можно аналитическим и графическим способом, а при некотором опыте интерполирование с допустимой точностью выполняется на глаз.

При аналитическом способе определяются расстояния между точками вершин квадратов и горизонталями (рисунок 8.8). Допустим, между точками А и В при данном сечении рельефа проходят две горизонтали 1 и 2.

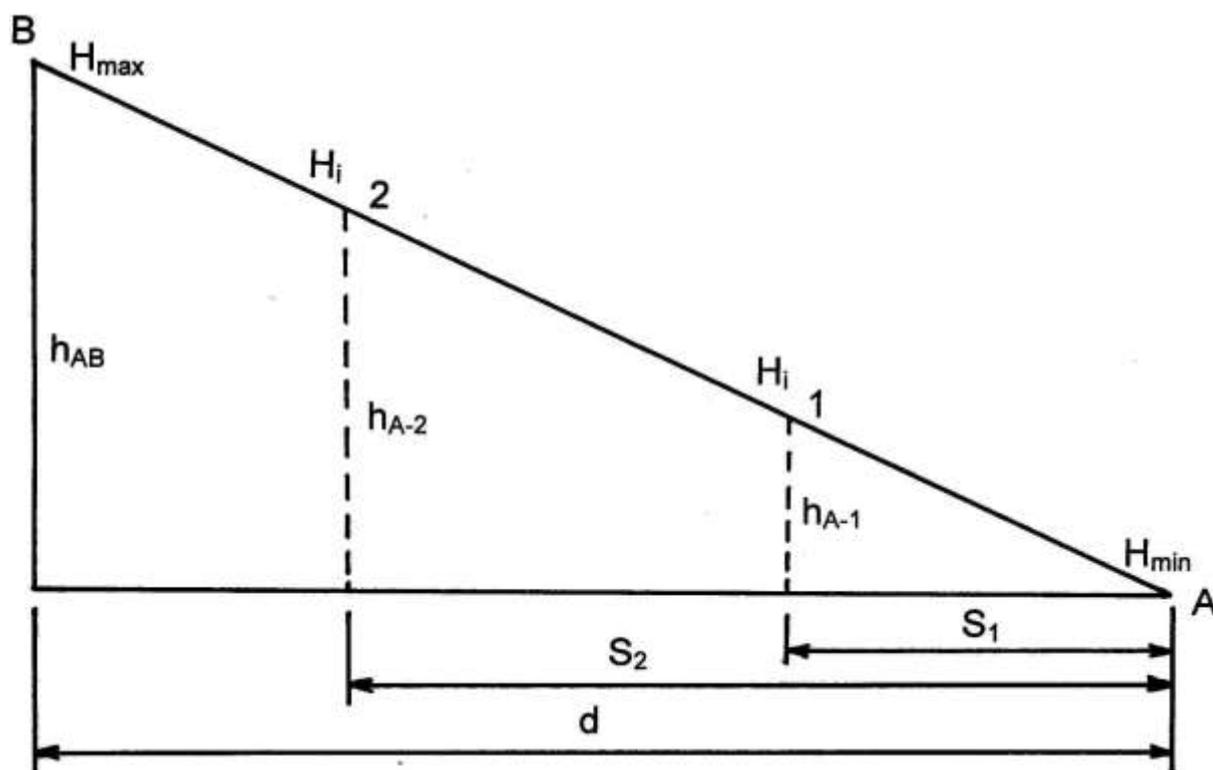


Рисунок 8.8 – Определение расстояний до горизонталей при аналитическом интерполировании

Расстояния S_1 и S_2 находятся из подобия треугольников

$$\frac{h_{A-1}}{h_{A-B}} = \frac{S_1}{d}, \quad (8.4)$$

где h_{A-1} – превышение между минимальной высотой и высотой искомой первой горизонтали, м;

h_{A-B} – превышение между точками с минимальной и максимальной известными высотами, м;

S_1 – расстояние между точкой с минимальной высотой и искомой первой горизонталью, м;

d – расстояние между точками с известными высотами, длина стороны квадрата, м.

Или, в общем случае, расстояние S до любой горизонтали от точкой с минимальной высотой может быть определено из зависимости

$$S_i = \frac{H_i - H_{\min}}{H_{\max} - H_{\min}} \times d, \quad (8.5)$$

где H_i – высота определяемой горизонтали, м;

H_{\min} – высота точки с минимальной высотой от которой необходимо отложить определяемое расстояние, м;

H_{\max} – высота точки с максимальной высотой, в направлении которой откладывается определяемое расстояние, м;

d – длина стороны квадрата, см.

Полученное расстояние S_1 и S_2 , в сантиметрах, откладывается от точки А в направлении точки В. Таким образом определяется положение горизонталей 1 и 2.

Наиболее предпочтительно на начальном этапе обучения, и в особенности при значительном количестве горизонталей, интерполирование проводить при помощи параллельной палетки, вычерченной на кальке. Палетка представляет собой кальку с прочерченными через одинаковое произвольное расстояние параллельными линиями. Эти линии для удобства пользования оцифровываются справа и слева, от минимальной до максимальной высоты точек плана, согласно высоте сечения рельефа.

Расстояние между линиями можно выбрать следующим образом. Находится сторона квадрата, которую пересекает наибольшее количество горизонталей. Длину стороны делят на количество горизонталей плюс одна дополнительно, и эта величина будет расстоянием, через которое необходимо проводить линии. При малых расстояниях между линиями сложнее добиться требуемой точности построения горизонталей. Поэтому палетки чаще всего строят через 2–5 миллиметров. Для планов со сложным рельефом можно изготовить различные палетки на пологие и крутые скаты.

Определение положения горизонталей при использовании параллельной палетки показано на рисунке 8.9.

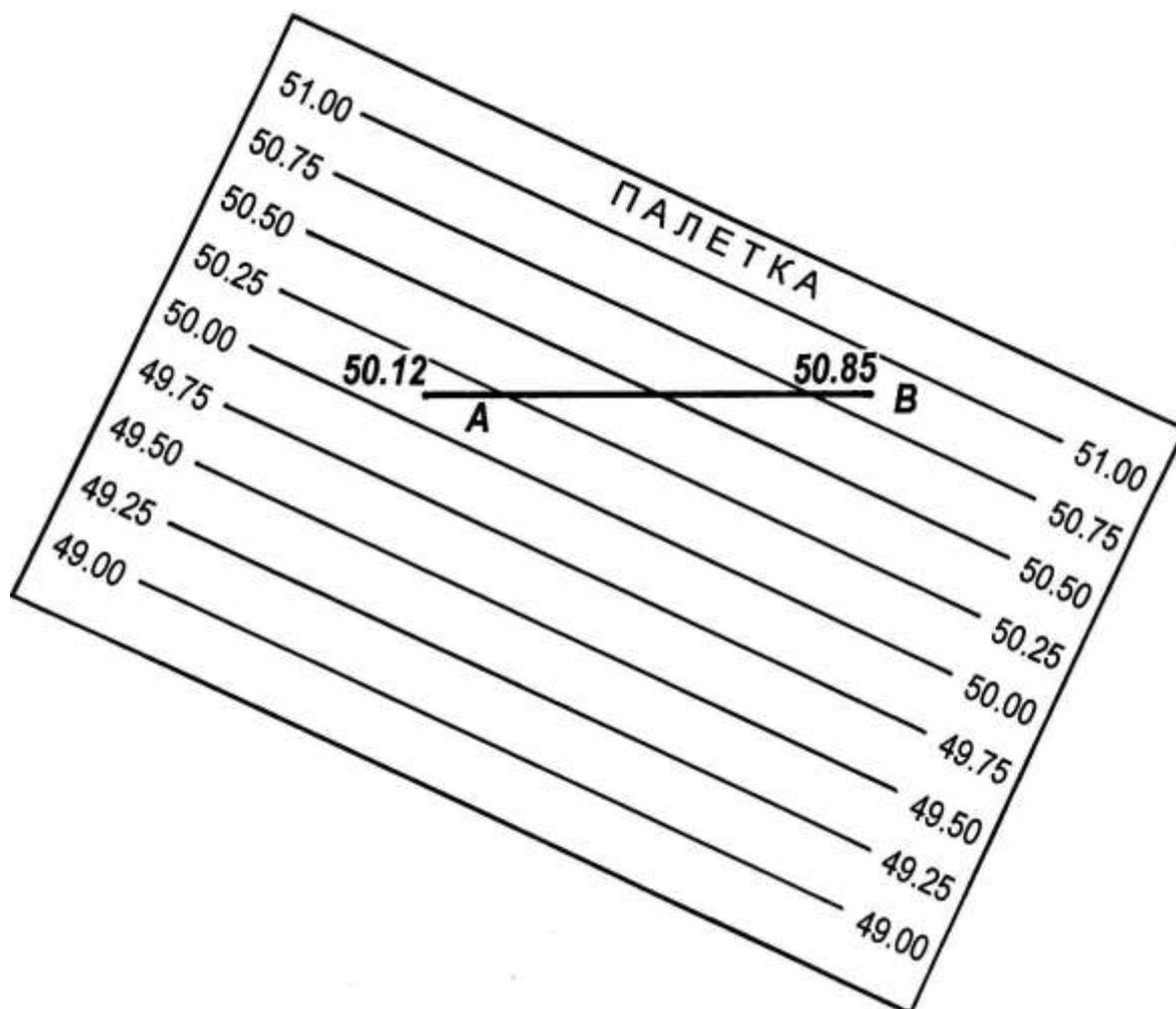


Рисунок 8.9 – Определение положения горизонталей при помощи параллельной палетки

Сечение рельефа на вычерчиваемом плане 0,25 метра, соответственно и горизонталы палетки оцифрованы через 0,25 метра, от минимальной высоты плана до максимальной. Накладываем палетку на отрезок между точками А и В с высотами 50,12 и 50,85 м. Палетку поворачивают таким образом, чтобы точки А и В заняли места между соответствующими горизонталями палетки согласно их высотам. Тогда горизонталы палетки 50,25; 50,50; 50,75 м пересекут отрезок АВ в точках, высоты которых будут соответственно 50,25; 50,50; 50,75 м. Точки пересечения накалывают карандашом или измерителем, а их следы отмечают на плане. Высоты полученных точек предварительно подписывают карандашом.

Выполнив интерполирование на сторонах двух-трёх квадратов, через точки с одинаковыми высотами проводят горизонтالي. При этом следят за ходом соседних горизонталей.

Если сторону квадрата пересекает незначительное число горизонталей, быстрее выполнить интерполирование на глаз. В этом случае делят отрезок пропорционально превышениям между точками и горизонталями. Например: если превышения между точками и горизонталью равны, значит, горизонталь пересекает сторону посередине. Или в любой другой полученной пропорции.

После вычерчивания всех горизонталей выполняют их окончательную укладку. То есть согласуют их между собой в соответствии с рельефом местности.

8.2.3 Оформление топографического плана строительной площадки объекта недвижимости

Чертёж оформляется тушью на листе не менее А4. Допустимо сетку квадратов, высоты вершин, все отображаемые элементы ситуации, все надписи выполнить чёрным цветом, а горизонтали и высоты горизонталей коричневым цветом (сиеной жжёной).

Нормальным шрифтом выше плана подписывается название чертежа «ПЛАН СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ». Причём «ПЛАН» шрифтом 10, чуть ниже «СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ» шрифтом 5 (см. рисунок 8.7).

Ниже плана, по центру, нормальным шрифтом 3,5 подписывается масштаб численный «1:500», ниже масштаб, именованный «В 1 сантиметре 5 метров», далее высота сечения рельефа «Сплошные горизонтали проведены через 0,25 м», и в самом низу принятая система высот «Система высот условная».

Внизу слева нормальным шрифтом 3,5 пишется группа и фамилия студента, выполнившего работу «Выполнил ст-т ИЗКиП–3–35–180 Донской Д.А.» (в две строки).

Вычерчивают горизонтали, утолщая каждую, кратную 1 метру, и в разрыве горизонтали подписывают её высоту. Наносят бергштрихи.

Согласно абрису вычерчивается ситуация в соответствии с требованиями таблиц условных знаков для данного масштаба.

8.2.4 Вертикальная планировка под горизонтальную площадку

В процессе подготовки площадки к строительству или рекультивации возникает необходимость изменения рельефа. Преобразование существующего рельефа объекта в проектный, в соответствии с техническими требованиями, называется вертикальной планировкой. Планировка заключается в создании горизонтальных или наклонных плоскостей вместо естественной.

Вертикальная планировка может быть:

- 1) под площадной объект – под насосную станцию, орошаемый участок, предприятие и другие объекты недвижимости;
- 2) под линейное сооружение – канал, дорогу.

Она выполняется мелиоративными и строительными машинами с образованием выемок и насыпей в соответствии с проектом. Максимальный экономический эффект получают при условии нулевого баланса земляных работ. Объём выемки примерно должен быть равен объёму насыпей. Тогда весь объём разрабатываемого грунта перемещается внутри площадки.

Графической основой проекта планировки является топографический план, полученный в результате нивелирования поверхности. Исходными данными служат фактические высоты вершин квадратов.

Условие нулевого баланса земляных работ обеспечивается при создании горизонтальной плоскости на определённой высоте. Проектную высоту горизонтальной плоскости можно вычислить по фактическим высотам

$$H_{np.} = \frac{\Sigma H_1 + 2\Sigma H_2 + 3\Sigma H_3 + 4\Sigma H_4}{4n}, \quad (8.6)$$

где ΣH_1 – сумма фактических высот вершин, входящих только в один квадрат, м;

ΣH_2 , ΣH_3 , ΣH_4 – соответственно суммы фактических высот вершин, общих для двух, трёх, четырёх квадратов, м;

n – число квадратов.

Пример

$$H_{пр.} = \frac{199,38 + 2 \cdot 698,07 + 4 \cdot 601,80}{4 \cdot 20} = 50,03 \text{ м.}$$

Для упрощения расчётов проектную высоту можно определить через условные высоты. Для чего строится сетка квадратов. Около вершин выписываются фактические высоты. Под ними выписывают условную высоту, которая определяется как разность фактической высоты для данной вершины и минимальной для данной площадки (рисунок 8.10).

Д	49.30 0.00	49.52 0.22	49.50 0.20	49.77 0.47	49.96 0.66	50.21 0.91
Г	49.41 0.11	49.66 0.36	49.91 0.61	50.16 0.86	50.37 1.07	50.32 1.02
В	50.21 0.91	50.13 0.83	50.27 0.97	50.31 1.01	50.16 0.86	49.99 0.69
Б	50.07 0.77	50.39 1.09	50.33 1.03	50.15 0.85	49.96 0.66	49.73 0.43
а	50.19 0.89	50.26 0.96	50.00 0.70	49.69 0.39	49.64 0.34	49.68 0.38
	1	2	3	4	5	6

Рисунок 8.10 – Схема вычисления условных высот при $H_{min}=49,30$ м

$$h_{усл.} = H_i - H_{min}, \quad (8.7)$$

где H_i – фактическая высота для данной вершины, м;
 H_{min} – минимальная высота для данной площадки, м.

Так, для вершины а1 при $H_{min}=49,30$ м и $H_{a1}=50,19$ м условная высота составит

$$h_{a1\text{ усл.}} = 50,19 - 49,30 = 0,89 \text{ м.}$$

Тогда проектная высота определится по формуле

$$H_{np.} = H_{min} + \frac{\Sigma h_1 + 2\Sigma h_2 + 3\Sigma h_3 + 4\Sigma h_4}{4n}, \quad (8.8)$$

где Σh_1 – сумма условных высот вершин, входящих только в один квадрат, м;

Σh_2 , Σh_3 , Σh_4 – соответственно суммы условных высот вершин, общих для двух, трёх, четырёх квадратов, м;

n – число квадратов.

Пример

$$H_{np.} = 49,30 + \frac{2,18 + 2 \cdot 7,87 + 4 \cdot 10,20}{4 \cdot 20} = 50,03 \text{ м.}$$

Допустимо H_{min} , при использовании в формулах (8.7) и (8.8), округлить в меньшую сторону до целых метров ($H_{min}=49,30$ м – заменить на $H_{min}=49,00$ м).

8.2.5 Составление картограммы земляных работ

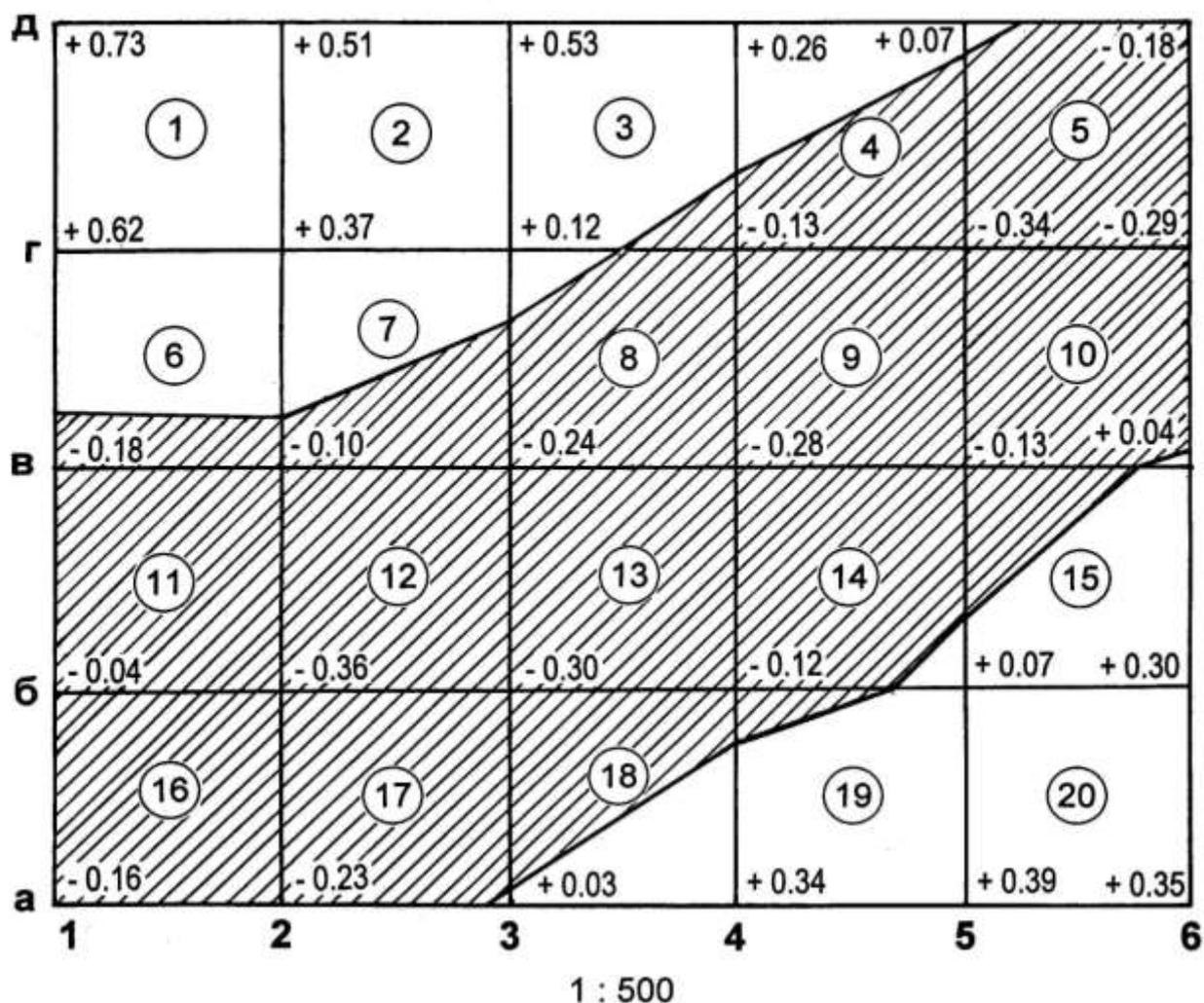
В заданном масштабе (1:500) строится сетка квадратов. У вершин квадратов выписываются соответствующие им рабочие высоты (рисунок 8.11), которые определяют как разность между проектной высотой и фактической для данной вершины

$$h_{\text{раб.}i} = H_{np.} - H_i \quad (8.9)$$

В местах выемки рабочие высоты будут иметь отрицательный знак, а в местах насыпи соответственно положительный. Рабочие высоты определяются с точностью до 0,01 м.

КАРТОГРАММА

ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ



В 1 сантиметре 5 метров

Выполнил
ст-т ИЗКиП-3-35-18о Донской Д.А.

Рисунок 8.11 – Картограмма земляных работ
на строительной площадке

По рабочим высотам определяется положение линии нулевых работ, которая будет линией пересечения горизонтальной (проектной) плоскости с фактической поверхностью.

На сторонах переходных квадратов, имеющих рабочие высоты с разными знаками, находят точки нулевых работ. Расстояния от вершин квадратов до точки нулевых работ определяют аналитически согласно рисунку 8.12.

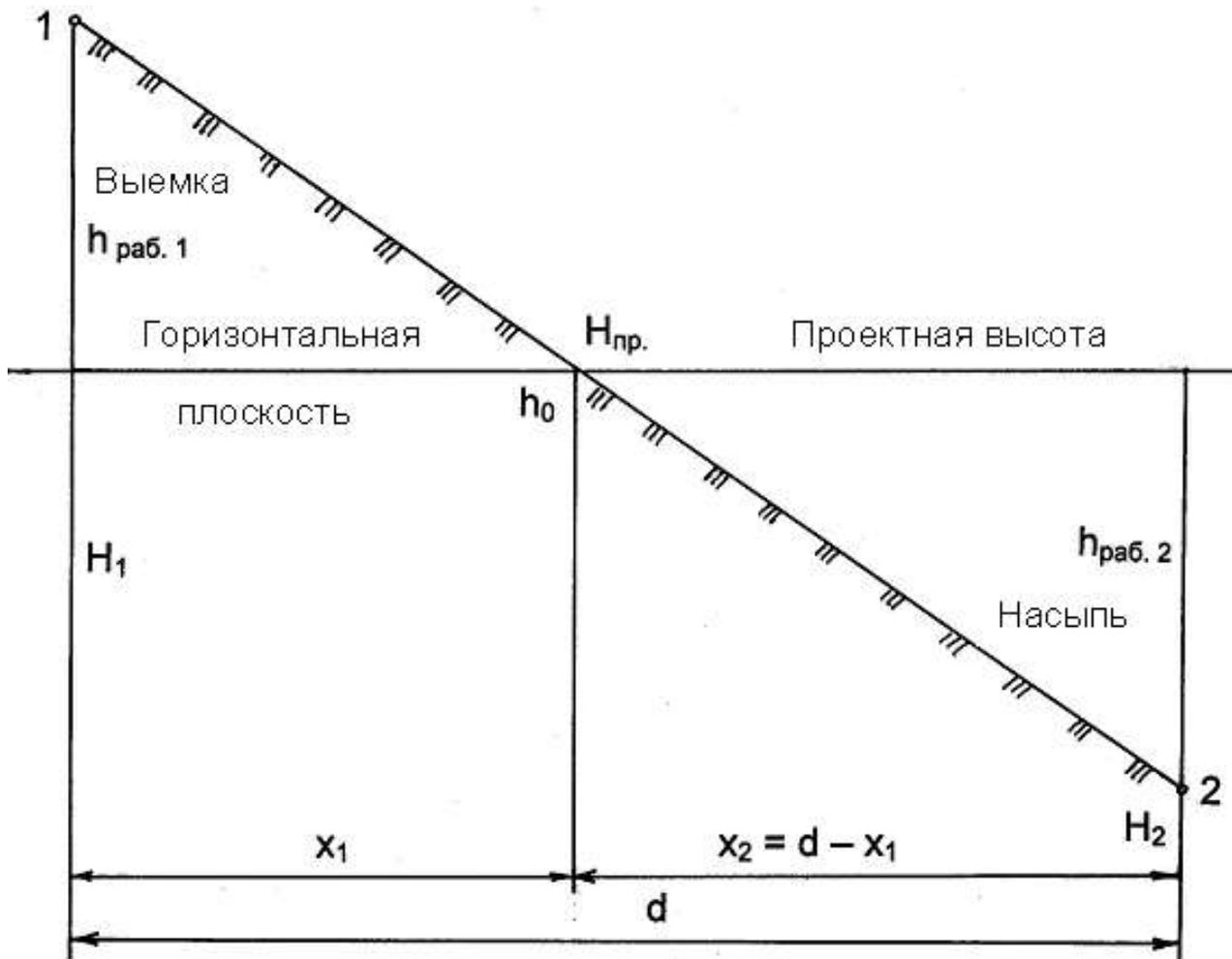


Рисунок 8.12 – Схема определения расстояния до точки нулевых работ

Расстояние от первой точки до точки нулевых работ определяется по формуле

$$x_1 = \frac{|h_{раб.1}|}{|h_{раб.1}| + |h_{раб.2}|} \cdot d, \quad (8.10)$$

где $h_{раб.1}$ – абсолютное значение первой рабочей высоты, без учёта знака, м;

$h_{раб.2}$ – абсолютное значение второй рабочей высоты, без учёта знака, м;

d – расстояние между точками с известными рабочими высотами, длина стороны квадрата, м.

Для контроля аналогично определяем расстояние от второй точки до точки нулевых работ

$$x_2 = \frac{|h_{раб.2}|}{|h_{раб.1}| + |h_{раб.2}|} \cdot d. \quad (8.11)$$

Производят контрольное вычисление:

$$x_1 + x_2 = d. \quad (8.12)$$

Пример. Для точки нулевых работ на линии а2–а3 определяем расстояния:

$$x_1 = \frac{|0,23|}{|0,23| + |0,03|} \cdot 20,00 = 17,69 \text{ м.}$$

$$x_2 = \frac{|0,03|}{|0,23| + |0,03|} \cdot 20,00 = 2,31 \text{ м.}$$

Контроль

$$x_1 + x_2 = 17,69 + 2,31 = 20,00 \text{ м.}$$

Откладывая на стороне квадрата соответствующее значение «х», получают положение точки нулевых работ. Таким образом определяется положение всех точек нулевых работ. Точки нулевых работ соединяют прямыми линиями. Площадь выемки заштриховывается под углом 45°. Все квадраты нумеруются.

Так как расстояния до точек нулевых работ потребуются при вычислении площадей выемки и насыпи, их можно записать на вспомогательную схему (рисунок 8.13).

8.2.6 Оформление картограммы земляных работ

Чертёж вычерчивается тушью на листе А4. Сетку квадратов, фактические высоты вершин, номера квадратов, все надписи выполняют чёрным цветом. Рабочие высоты, линию нуле-

вых работ, штриховку площади выемки выполняют красным цветом. Площадь насыпи можно заштриховать под углом 45° жёлтым цветом.

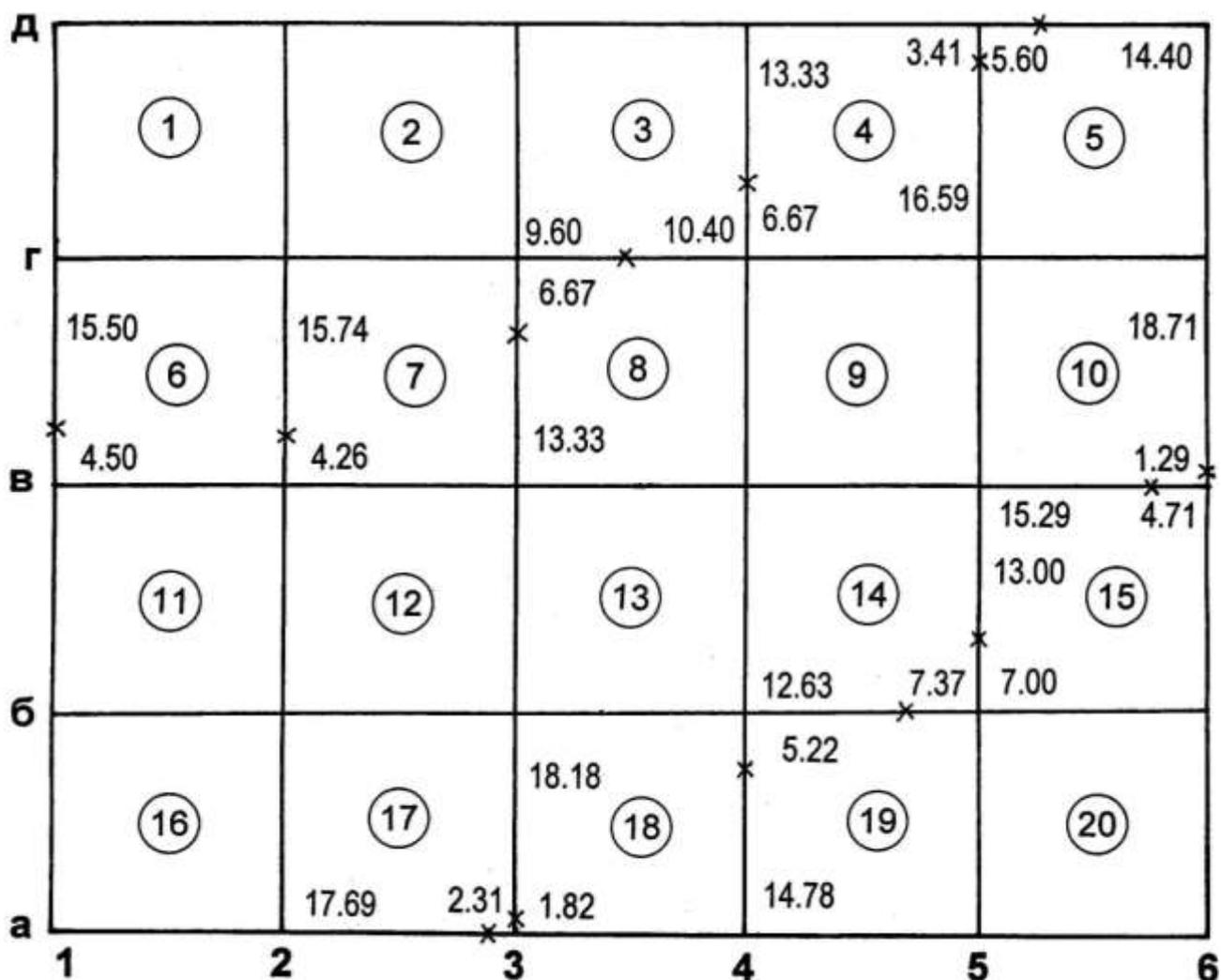


Рисунок 8.13 – Схема расстояний до точек нулевых работ

Нормальным шрифтом выше сетки квадратов подписывается название чертежа «КАРТОГРАММА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ». Причём «КАРТОГРАММА» шрифтом 10 мм, чуть ниже «ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ» шрифтом 5 мм.

Ниже картограммы, по центру, шрифтом топографическим полужирным высотой 3,5 мм, соответственно техническому заданию, подписывается масштаб численный «1:500». Ниже по центру шрифтом рубленым высотой 3,5 мм подписывается масштаб именованный «В 1 сантиметре 5 метров» (см. рисунок 8.11).

Внизу слева шрифтом рубленым высотой 3,5 мм пишется группа и фамилия студента, выполнившего работу «Выполнил ст-т ИЗКиП–3–35–18о Донской Д.А.» (в две строки).

8.2.7 Вычисление объёма земляных работ

Объём земляной призмы для каждого квадрата или его части вычисляется по формуле

$$V = P \cdot h_{cp}, \quad (8.13)$$

где V – объём земляной призмы, m^3 ;

P – площадь квадрата или его части в основании призмы, m^2 ;

h_{cp} – среднее арифметическое значение из рабочих высот

вершин квадрата или его части для данной земляной призмы, м.

Для полных квадратов площадь равна

$$P = d^2, \quad (8.14)$$

где d – длина стороны квадрата, м.

Площадь треугольника, образованного сторонами квадрата и линией нулевых работ, равна

$$P = \frac{a \cdot h}{2}, \quad (8.15)$$

где a – основание треугольника, м;

h – высота треугольника, м.

Пример. В квадрате «3» (см. рисунок 8.11) площадь выемки по основанию $a=10,40$ м и высоте $h=6,67$ м (см. рисунок 8.13) будет равна

$$P_{3в} = \frac{10,40 \cdot 6,67}{2} = 34,68 \text{ м}^2.$$

Площадь трапеции, образованной сторонами квадрата и линией нулевых работ, равна

$$P = \frac{a+b}{2}h, \quad (8.16)$$

где a , b – верхнее и нижнее основание трапеции, м;

h – высота трапеции, м.

Пример. В квадрате «4» площадь насыпи по основаниям $a=13,33$ м и $b=3,41$ м при высоте $h=20,00$ м будет равна

$$P = \frac{13,33+3,41}{2} \cdot 20,00 = 167,40 \text{ м}^2.$$

Средняя рабочая высота определяется по формуле

$$h_{\text{ср.}} = \frac{\sum h_{\text{раб.}i}}{k_i}, \quad (8.17)$$

где $\sum h_{\text{раб.}i}$ – сумма рабочих высот вершин фигуры лежащей в основании призмы, м;

k_i – число вершин фигуры, лежащей в основании призмы.

Пример. В квадрате «3» средняя рабочая высота призмы выемки будет равна

$$h_{\text{ср.в.3}} = \frac{0,00+0,00+0,13}{3} = 0,04 \text{ м.}$$

Пример. В квадрате «4» средняя рабочая высота призмы насыпи будет равна

$$h_{\text{ср.н.4}} = \frac{0,26+0,07+0,00+0,00}{4} = 0,08 \text{ м.}$$

Пример. В квадрате «9» средняя рабочая высота призмы выемки будет равна

$$h_{\text{ср.в.9}} = \frac{0,13+0,34+0,13+0,28}{4} = 0,22 \text{ м.}$$

Площади и объёмы вычисляют с точностью до 0,01 м² и 0,01 м³.

Пример. Объём выемки в квадрате «9» соответственно составит

$$V_{в.9} = P \cdot h_{ср.} = 400,00 \cdot 0,22 = 88,00 \text{ м}^3.$$

Полученные значения площади (графы 2 и 5) и объёма (графы 3 и 6) записывают в ведомость (см. таблицу 8.1).

Правильность вычисления площадей контролируют

$$\Sigma P_n + \Sigma P_в = P \cdot n, \quad (8.18)$$

где ΣP_n – сумма площадей под насыпью, м²;

$\Sigma P_в$ – сумма площадей под выемкой, м²;

P – площадь одного квадрата, м²;

n – число квадратов.

Определяется расхождение суммарных объёмов насыпи и выемки

$$\Delta V = \Sigma V_в - \Sigma V_n, \quad (8.19)$$

где ΣV_n – суммарный объём насыпи, м³;

$\Sigma V_в$ – суммарный объём выемки, м³.

Определяется расхождение в процентах

$$\frac{\Delta V}{\Sigma V}, \quad (8.20)$$

где ΣV – суммарный объём выемки и насыпи, м³.

Предельное расхождение допускается не более **3%**.

Сдаче подлежит проект в составе: титульный лист; текстовая часть, в которой отражаются объём работы и способ её выполнения; схема нивелирования с отсчётами по вершинам квадратов; топографический план строительной площадки; кар-

тограмма земляных работ; в состав полевого материала входит абрис строительной площадки.

Таблица 8.1 – Ведомость вычисления объёма земляных работ

Насыпь			Выемка		
Номер квадрата или его части	Площадь, $P_H, м^2$	Объём, $V_H, м^3$	Номер квадрата или его части	Площадь, $P_B, м^2$	Объём, $V_B, м^3$
1	400,00	223,00	1	–	–
2	400,00	153,00	2	–	–
3	365,32	66,49	3	34,68	1,50
4	167,40	13,81	4	232,60	27,33
5	9,52	0,22	5	390,48	63,26
6	312,40	77,32	6	87,60	6,13
7	224,10	27,45	7	175,90	14,95
8	32,02	1,28	8	367,98	47,84
9	–	–	9	400,00	88,00
10	3,04	0,04	10	396,96	60,34
11	–	–	11	400,00	68,00
12	–	–	12	400,00	100,00
13	–	–	13	400,00	94,00
14	25,80	0,60	14	374,20	39,66
15	300,62	24,65	15	99,38	4,31
16	–	–	16	400,00	79,00
17	2,10	0,02	17	397,90	70,83
18	166,00	15,36	18	234,00	24,57
19	367,04	58,73	19	32,96	0,99
20	400,00	111,00	20	–	–
Итого	3175,36	772,97	Итого	4824,64	790,71

$$\text{Контроль } \Sigma P_H + \Sigma P_B = P \cdot n = 3175,36 + 4824,64 = 400,00 \cdot 20 \text{ м}^2.$$

$$\Delta V = \Sigma V_B - \Sigma V_H = \Delta V = 790,71 - 772,97 = 17,74 \text{ м}^3.$$

$$\frac{\Delta V}{\Sigma V} = \frac{17,74}{1563,68} = 0,011 = 1,1\%.$$

Контрольные вопросы для самоподготовки

1. Какими способами выполняется нивелирование площадных объектов?
2. От каких условий зависит выбор того или иного способа нивелирования площадных объектов?
3. В чём сущность нивелирования по квадратам?
4. Какой длины может быть выбрана сторона квадрата?
5. Как выполняется разбивка сетки квадратов?
6. Какие геодезические инструменты применяют при разбивке сетки квадратов?
7. Что отражается на абрисе при нивелировании по квадратам?
8. Как выполняется съёмка ситуации при нивелировании по квадратам?
9. Каким образом осуществляется привязка к пунктам государственной геодезической сети?
10. Исходя из чего выбирается количество станций при нивелировании по квадратам?
11. Что отображается на схеме нивелирования?
12. Для чего необходим опорный ход?
13. Какие точки называются связующими?
14. Какие точки называются промежуточными?
15. По каким точкам прокладывается опорный ход?
16. Для чего необходимы связующие точки?
17. Как закрепляются на местности точки вершин квадратов?
18. В чём отличие нивелирования связующих и промежуточных точек?
19. Куда записываются результаты нивелирования?
20. Как выполняется контроль на станции по связующим точкам?
21. Для чего необходимы связующие точки и как выполняется контроль на станции по связующим точкам?
22. Как определяется превышение на станции?
23. Как определяется допустимая невязка и как распределяются поправки?
24. Как определяются высоты промежуточных точек?
25. Какой существует контроль в вычислении высот на станции через горизонт прибора?

26. Что такое высота сечения рельефа?
27. Что такое интерполирование горизонталей?
28. Какими способами можно выполнить интерполирование горизонталей?
29. В чём сущность аналитического способа интерполирования?
30. В чём сущность графического способа интерполирования?
31. Как изготовить палетку для графического способа интерполирования?
32. В чём сущность интерполирования на глаз?
33. Что такое укладка горизонталей?
34. Что необходимо указать на чертеже для удобства пользования топографическим планом?
35. В чём сущность вертикальной планировки под горизонтальную площадку?
36. Как определяются и контролируются расстояния до точек нулевых работ?
37. Как оформляется картограмма земляных работ?
38. Как выполняется вычисление объёма земляных работ?
39. Какие требования охраны труда и безопасного ведения работ необходимо выполнять при проведении топографо-геодезических работ в полевых условиях?
40. Какие требования охраны труда и безопасного ведения работ необходимо выполнять при проведении топографо-геодезических работ в камеральных условиях?

9 РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВЫХ РАБОТ

В процессе выполнения полевых работ во время прохождения учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков должны быть получены:

1. Результаты поверок и юстировок геодезических приборов.

2. Абрис проложения теодолитного хода и горизонтальной съёмки, журнал измерения углов, расстояний и материалов горизонтальной съёмки.

3. Абрис проложения нивелирного хода технической точности автомобильной дороги пятой категории, журнал измерений технической точности при проложении трассы.

4. Абрис строительной площадки, полевая схема нивелирования с записанными отсчётами.

В камеральных условиях выполняется обработка полученных полевых материалов и построение требуемых чертёжей.

Обязательным условием выполнения полевых работ является соблюдение требований охраны труда и безопасного ведения работ.

10 ОФОРМЛЕНИЕ ПОЛЕВЫХ ЖУРНАЛОВ

При выполнении работ в полевых условиях при прохождении учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков на месте заполняются дневник работ, полевые журналы, абрисы и т.п. При заполнении нескольких журналов необходимо их нумеровать, указывая даты начала и окончания ведения записей.

В журнале нумеруются все страницы, на последней пронумерованной странице указывается их количество. Рядом записывается дата и ставится подпись исполнителя.

Все записи ведутся простым (а не химическим) карандашом или шариковой ручкой. Если применяются какие-либо сокращения, то необходимо указать их полное наименование или дать расшифровку записей. В журнале должны быть заполнены все строки, отражающие характеристики приборов и инструментов, а также климатические условия выполнения работ.

В дневнике и журналах в хронологической последовательности по соответствующим формам записывают все результаты инструментальных и визуальных наблюдений. Указывается фамилия непосредственного исполнителя. При этом в записях должны быть отражены объёмы работ, применяемые инструменты, приборы, техника, методика и т.п. Рисунки и схемы должны быть выполнены аккуратно и четко. Качество исполнения абрисов значительно влияет на конечный результат выполненных работ. Они снабжаются соответствующими надписями.

Все контрольные вычисления, предусмотренные инструкциями по крупномасштабным съёмкам, должны быть выполнены и отражены в журналах измерений.

11 ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЁТ

Все материалы по учебной практике по получению первичных профессиональных умений и навыков, полученные бригадой, формируются в папку. Сдаче в составе технического отчёта подлежат следующие документы:

- дневник практики и табель учёта рабочего времени;
- журнал поверок;
- журнал измерения углов и длин линий;
- журнал технического нивелирования по трассе автомобильной дороги;
- журнал горизонтальной (теодолитной) съёмки;
- полевая схема нивелирования с записанными отсчётами;
- результаты и оценка точности камеральных вычислений;
- план теодолитной съёмки;
- продольный профиль автомобильной дороги;
- план строительной площадки;
- картограмма земляных работ по строительной площадке;
- каталоги координат и высот;
- пояснительная записка технического отчёта с полученными результатами по всему объёму выполненных за время практики работ, с ведомостями и каталогами.

Оформляется титульный лист отчёта. Форма титульного листа при прохождении практики на базе ИЗКиП в составе бригады представлена в приложении В. Пояснительную записку желательно дополнить фотографиями с изображением видов работ, выполненных бригадой. Также составляется описание вложенных в папку документов. Кроме этого, к отчёту по практике прилагается справка из геокамеры о том, что бригада не имеет задолженности по приборам, инструментам и методичкам перед геокамерой.

Обязательным условием выполнения полевых и камеральных работ является соблюдение требований охраны труда и безопасного ведения работ.

12 ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ И ЗАЩИТА ОТЧЁТА ПО УЧЕБНОЙ ПРАКТИКЕ

Контроль этапов выполнения плана практики проводится в виде производства контрольных приборных измерений на местности, с проверкой «во вторую руку» результатов камеральных вычислений и оценки их точности.

Критерии оценивания текущего контроля прохождения практики по получению первичных профессиональных умений и навыков представлены в таблице 12.1.

Таблица 12.1 – Критерии оценивания текущего контроля

Оценка	Критерии оценивания текущего контроля
Оценка «Зачтено»	Выполнение плана этапа практики в полном объеме, без замечаний (60 и более баллов)
Оценка «Не зачтено»	Невыполнение плана этапа практики или выполнение с существенными замечаниями, влияющими на качество конечного продукта (менее 60 баллов)

При отрицательной оценке этапа практики – работа подлежит исправлению.

Промежуточная аттестация по учебной практике по получению первичных профессиональных умений и навыков проходит в форме зачёта, принимаемого руководителем практики. При защите практики учитывается объём выполнения программы практики, правильность оформления документов, содержание характеристики, правильность ответов на заданные руководителем практики вопросы, умение самостоятельно выполнять геодезические измерения и их камеральную обработку. В защите отчёта принимает участие вся бригада. Также бригада может получить дополнительные баллы, участвуя в мероприятиях по решению тестовых заданий, представленных в виде кроссвордов в данном учебном пособии, или отвечая на тестовые задания из фонда оценочных средств к учебной практике. Критерии оценивания промежуточного контроля представлены в таблице 12.2.

Таблица 12.2 – Критерии оценивания промежуточного контроля по учебной практике по получению первичных профессиональных умений и навыков

Оценка	Критерии оценивания промежуточного контроля
1	2
<p>Рейтинговый балл 72–85 баллов (зачтено)</p>	<p>Полное и глубокое изучение круга вопросов, реализация целей и задач практики, получение знаний, умений и способностей, определенных программой практики и планом практики, освоение планируемых компетенций в полном объеме.</p> <p>Соответствие содержания отчёта текстового и графического программе прохождения практики – отчёт выполнен в полном объеме.</p> <p>Структурированность (чёткость, нумерация страниц, подробное оглавление отчёта).</p> <p>Не нарушены сроки сдачи отчёта</p>
<p>Рейтинговый балл 63–76 баллов (зачтено)</p>	<p>Неполное изучение круга вопросов, неполная реализация целей и задач практики, получение знаний, умений и способностей, определенных программой практики и планом практики, полное освоение планируемых компетенций.</p> <p>Соответствие содержания отчёта текстового и графического программе прохождения практики – отчёт выполнен в полном объеме.</p> <p>Не везде прослеживается структурированность (чёткость, нумерация страниц, подробное оглавление отчёта).</p> <p>Не нарушены сроки сдачи отчёта</p>
<p>Рейтинговый балл 55–67 баллов (зачтено)</p>	<p>Фрагментарное изучение круга вопросов, частичная реализация целей и задач практики, частичное получение знаний, умений и способностей, определенных программой практики и планом, полное освоение планируемых компетенций.</p> <p>Соответствие содержания отчёта текстового и графического программе прохождения практики – отчёт выполнен в полном объеме.</p>

1	2
	<p>Не везде прослеживается структурированность (чёткость, нумерация страниц, подробное оглавление отчёта).</p> <p>В оформлении отчёта прослеживается небрежность.</p> <p>Нарушены сроки сдачи отчёта</p>
<p>Рейтинговый балл < 55 баллов (не зачтено)</p>	<p>Отсутствие полного и глубокого изучения круга вопросов, реализации целей и задач практики, получение знаний, умений и способностей, определённых программой практики и планом практики, неполное освоение планируемых компетенций.</p> <p>Содержания отчёта текстового и графического не соответствует программе прохождения практики.</p> <p>Нарушена структурированность (чёткость, нумерация страниц, подробное оглавление отчёта).</p> <p>В оформлении отчёта прослеживается небрежность.</p> <p>Нарушены сроки сдачи отчёта</p>

Перечень вопросов к зачёту по учебной практике по получению первичных профессиональных умений и навыков

1. Цель прохождения практики по получению первичных профессиональных умений и навыков.
2. Задачи практики по получению первичных профессиональных умений и навыков.
3. Какие полевые работы были выполнены на практике?
4. Сущность выполненных работ.
5. Нормативная документация по выполненным работам.
6. С какими камеральными работами были ознакомлены на практике?
7. Требования охраны труда при прохождении практики.
8. Требования по организации труда во время практики.
9. Поверки нивелиров и реек.
10. Поверки теодолитов оптических.
11. Поверки теодолитов электронных.
12. Поверки нивелиров оптических.

13. Поверки нивелиров электронных.
 14. Поверки тахеометров.
 15. Приведение нивелира в рабочее положение.
 16. Приведение теодолита в рабочее положение.
 17. Приведение тахеометра в рабочее положение.
 18. Методика измерения угла полным приемом оптическим теодолитом.
 19. Методика измерения горизонтального угла полным приемом электронным теодолитом.
 20. Методика измерения горизонтального угла полным приемом электронным тахеометром.
 21. Методика измерения вертикального угла оптическим теодолитом.
 22. Методика измерения вертикального угла электронным теодолитом.
 23. Методика измерения вертикального угла электронным тахеометром.
 24. Методика измерения длин линий электронным дальномером.
 25. Методика измерения длин линий электронным тахеометром.
 26. Методика измерения длин линий оптическим дальномером.
 27. Методика работы на станции при выполнении горизонтальной съёмки.
 28. Методика работы на станции при выполнении тахеометрической съёмки.
 29. Методика работы на станции при нивелировании способом из середины.
 30. Методика работы на станции при нивелировании способом вперёд.
 31. Методика контроля измерения на станции при техническом нивелировании.
 32. Методика контроля измерения на станции при измерении горизонтального угла полным приемом.
 33. Составление абрисов при геодезическом трассировании.
 34. Составление абрисов при горизонтальной съёмке.
- Билет формируется из двух вопросов из различных этапов выполненных работ практики.

Критерии оценивания устных ответов на вопросы к зачету:

– «высокий» – 15 баллов, зачтено – выставляется студентам, если дан полный ответ на все вопросы, и 72–85 баллов получено за текущую работу;

– «продвинутый» – 10 баллов, зачтено – выставляется студентам, если дан полный ответ на все вопросы, и 63–76 баллов получено за текущую работу;

– «пороговый» – 5 баллов, зачтено – выставляется студентам, если дан полный ответ на все вопросы, и 55–67 баллов получено за текущую работу.

Критерии оценки учебного материала и компетенций применяются для установления балльной оценки и оценки, принятой в учебном процессе в РФ. Показатели и критерии оценки показаны в приложении Г.

Студент, не прошедший учебную практику по получению первичных профессиональных умений и навыков как по уважительной причине, так и по неуважительной причине, может пройти её через год со следующим курсом. Так как выполнить программу практики индивидуально физически невозможно.

13 ОХРАНА ТРУДА И ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ ПРИ ВЕДЕНИИ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ И КАМЕРАЛЬНЫХ РАБОТ

13.1 Охрана труда и правила техники безопасности при ведении топографо-геодезических работ

До начала учебной практики изучаются правила охраны труда и безопасного ведения топографо-геодезических работ на территории полигона, других объектах работ и в камеральных условиях. Руководитель практики проверяет знания и составляет акт проведения инструктажа по охране труда. Студенты, не прошедшие инструктаж, к учебной практике не допускаются.

При выполнении геодезических работ студенты должны принимать меры предосторожности, исключая несчастные случаи, травмы, поломку приборов и оборудования. Необходимым условием при выполнении работ является строгое соблюдение трудовой дисциплины и правил охраны труда.

Необходимо всегда помнить и соблюдать следующие основные правила:

- к практике не допускаются студенты без прививки против клещевого энцефалита или страховки от укуса клещом;
- купаться можно только в отведённых местах и в установленное расписанием время;
- запрещается в жаркую погоду ходить без головного убора во избежание перегрева;
- запрещается хождение босиком;
- одежда должна обеспечивать защиту от солнечных ожогов, от ожогов растениями и от клещей;
- необходимо регулярно осматривать одежду, свою и других членов бригады, во избежание укусов клещами;
- при укусе змеёй или клещом нужно немедленно обратиться в ближайший медпункт;
- при попадании на кожу сока борщевика Сосновского или другого сельдерейного растения промыть место попадания большим количеством воды;

- не следует в разгорячённом состоянии пить холодную воду или купаться;
- запрещается ложиться или садиться на сырую или холодную землю;
- во время грозы не следует становиться под деревья, находиться ближе 10 м у высоковольтных линий, высоких столбов, ходить по возвышенным местам, открытой равнине;
- с приближением грозы необходимо полевые работы прекратить, упаковать инструменты, сложить в стороне металлические предметы, самим укрыться в закрытом помещении;
- при выполнении любых работ на сигнале находиться под сигналом запрещено;
- топоры, кувалды и лопаты должны быть прочно насажены на топорща и черенки;
- при работе на автомобильной дороге нужно выставлять сигнальщики для своевременного оповещения о приближающемся транспорте;
- запрещается проезд на подножках автомашин;
- запрещается соскакивать с автомашин до их полной остановки;
- запрещается прикасаться к проводам, свисающим со столбов;
- нельзя останавливаться на отдых под линиями электропередач высокого напряжения;
- категорически запрещается разводить костры вблизи строений, на травостое, в лесу. Если костёр был необходим, то перед уходом он должен быть погашен, залит водой, засыпан землёй;
- при измерении длин лентой нельзя перебрасывать друг другу шпильки, их надо передавать из рук в руки;
- запрещается при измерении длин линий лазерной рулеткой наводить её на людей;
- категорически запрещается студентам и посторонним лицам из любопытства рассматривать без светофильтра солнце в зрительную трубу геодезического прибора;
- строго запрещается любая погрешность зерновых посевов, посевов технических и овощных культур, плодово-

ягодных питомников, а также производство каких-либо лесорубочных работ в лесах, лесонасаждениях и лесополосах.

Необходимым условием при изучении приборов и выполнении работ с ними является строгое соблюдение трудовой дисциплины и правил охраны труда.

Необходимо всегда помнить и соблюдать следующие основные правила:

- при распаковке прибор берётся за специальную ручку или колонку, а нивелир за подставку;

- при закреплении прибора на штативе прибор удерживается левой рукой, а правой вворачивается, а после окончания работ выворачивается становой винт. Отпускать прибор можно, только убедившись в надёжном закреплении;

- при установке прибора должен обеспечиваться доступ к нему со всех сторон;

- высота установки прибора должна обеспечивать удобство работы замерщика;

- запрещается поворачивать приборы вокруг вертикальной оси, а зрительную трубу относительно горизонтальной оси при зафиксированных крепежных винтах, что приводит к поломке приборов;

- при разворачивании или складывании деревянной нивелирной рейки необходимо быть аккуратным и внимательным, чтобы не повредить пальцы рук;

- при работе с нивелирной рейкой реечник должен надёжно её удерживать;

- необходимо проявлять осторожность при установке штативов, имеющих острые башмаки;

- при работе с лазерной рулеткой запрещается наводить её луч на лицо человека;

- при работе с лазерной рулеткой запрещается наводить её луч на светоотражающие и зеркальные предметы;

- при подготовке к работе источников питания следует соблюдать требования инструкции по эксплуатации блока аккумуляторных источников питания;

- категорически запрещается студентам и посторонним лицам из любопытства рассматривать без светофильтра солнце в зрительную трубу геодезического прибора. При проведении астрономических наблюдений использование светофильтра обязательно;

– в случае травмирования необходимо поставить в известность преподавателя, ведущего практику, а при необходимости вызвать скорую медицинскую помощь по телефону **03**. Оказать первую помощь.

13.2 Охрана труда и техника безопасности при выполнении камеральных работ

Необходимо всегда помнить и соблюдать следующие основные правила:

– в аудитории категорически запрещается снимать оконные рамы;

– запрещается включать адаптер электронного планиметра или калькулятора в поврежденную розетку;

– нельзя ставить на электрошнуры тяжёлые или острые предметы;

– запрещается разбирать или ремонтировать осветительные приборы, розетки или выключатели;

– при подготовке к работе источников питания следует соблюдать требования инструкции по эксплуатации блока аккумуляторных источников питания;

– вычислительные и графические работы должны выполняться при достаточном освещении;

– на рабочем месте необходимо сидеть прямо, туловище должно быть наклонено вперёд с прогнутой вперёд поясницей и развёрнутыми плечами;

– для отдыха глаз рекомендуется периодически закрывать глаза или смотреть вдаль;

– во избежание развития близорукости необходимо следить, чтобы расстояние от глаз до рабочей поверхности равнялось примерно **25–30 см**;

– в аудитории запрещается зажигать спички или зажигалки, допускается подсветка отсчётного устройства теодолита при помощи сотового телефона;

– при возгорании в помещении при выполнении камеральных работ – обесточить щит освещения на этаже, принять меры по эвакуации людей и попытаться погасить пламя огнетушителями из пожарных ящиков, а при сложном возгорании сообщить в службу пожаротушения по телефону **01**.

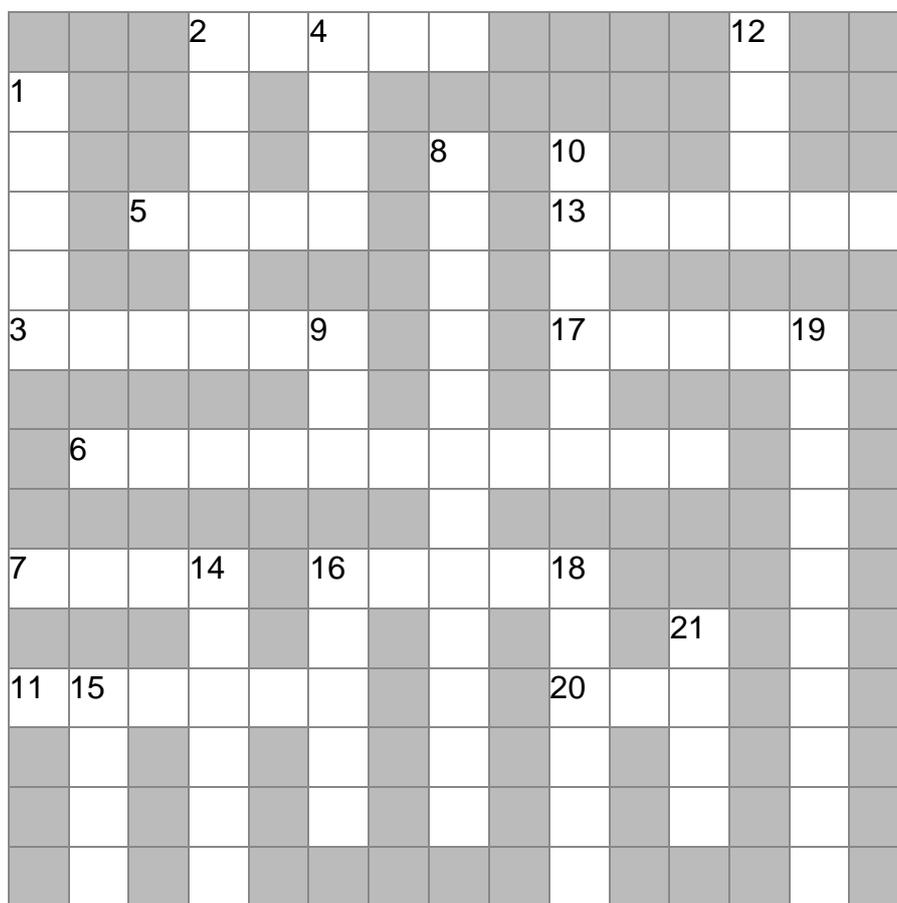
При выполнении полевых работ, для взаимного общения членов бригады рекомендуется установить определённую сигнализацию жестами и т.п.

Контрольные вопросы для самоподготовки

1. В каком случае студенты могут быть не допущены к практике?
2. Как должны быть защищены части тела работающего?
3. Что необходимо делать во избежание укусов клещами?
4. Что необходимо сделать при укусе змеёй или клещом?
5. Как защититься от биологического ожога при попадании на кожу сока борщевика Сосновского или другого сельдереяного растения?
6. Как производится установка геодезического прибора?
7. Как обращаться с нивелирной рейкой?
8. Как осуществляется переноска приборов?
9. Каковы требования по уходу за приборами?
10. Каковы требования по уходу за инструментами?
11. Какие требования следует соблюдать по зарядке и эксплуатации блока аккумуляторных источников?
12. Что запрещается при работе с лазерной рулеткой?
13. Что необходимо использовать при работе с лазерными излучателями?
14. Чем обеспечивается помещение для выполнения камеральных работ?
15. Как устанавливаются штативы геодезических приборов в помещении?
16. Как закрепляются приборы на штативе?
17. Какова должна быть высота установки прибора?
18. Каковы должны быть меры безопасности при работе с нивелирной рейкой?
19. Чем запрещается производить чистку приборов?
20. Как следует производить перезарядку аккумулятора?
21. Каковы действия работников при возгорании на этаже?
22. Каковы профилактические мероприятия при работе в камеральных условиях?
23. Что запрещается во время грозы?
24. Что следует сделать при приближении грозы?

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ПРАКТИКЕ

Учебная практика 1



Вписать по горизонтали:

2. Страна света, где на карте подписывают её название.

3. Совокупность пространственных форм (неровностей) земной поверхности.

5. Величина дуги лимба между ближайшими штрихами; центральный угол, соответствующий одному делению ампулы уровня.

6. Картографический гравировальный трафарет, выполненный из полимера.

7. Счётное приспособление в виде размеченной доски, по которой для вычисления передвигались камешки.

11. Солнечные часы.

13. Геодезический прибор, предназначенный для выполнения работ в государственных геодезических сетях низших классов.

16. Неподвижная точка планиметра.

17. Визирное устройство геодезического прибора, содержащее объектив, окуляр и сетку нитей.

20. Оборачивающаяся призма в земной зрительной трубе геодезического прибора (фамилия).

Вписать по вертикали:

1. Геодезический знак на местности с известной абсолютной высотой.

2. Русская единица длины, равная 2,134 м.

4. Цилиндрическая рейка с чередующейся красно-белой разметкой для визирования теодолита.

8. Ось вращения алидады горизонтального круга прибора.

9. Английская единица длины, равная 0,305 м.

10. Устройство для установки геодезических приборов при выполнении работ. Могут быть с выдвигаемыми (складными) ножками и с цельными.

12. Изображение на плоскости горизонтальной проекции небольшого участка земной поверхности, в уменьшенном и подобном виде без учёта кривизны фигуры Земли.

14. Прибор для определения сторон горизонта и ориентирования на местности.

15. Основание цифр по условиям рельефа относительно горизонтали располагается ...

16. Геодезический знак, отмеченный на местности заложённым в землю центром, возведённым над ним знаком в виде пирамиды или сигнала и окопанный канавой.

18. Лазерный прибор дистанционного зондирования, определяющий пространственное положение точек поверхности объекта в условной системе координат.

19. Геодезический инструмент с двумя парами визиров, прообраз теодолита.

21. Метр-эталон № 28, хранящийся в Научно-исследовательском институте метрологии и стандартизации. Изготовлен из сплава.

Учебная практика 2

Вписать по горизонтали:

2. Знак секретности на карте.

3. Геодезический сигнал, у которого внутренняя пирамида, несущая инструментальный столик, не связана с наружной пирамидой.

6. Устройство, часть конструкции прибора, предназначенная для считывания информации об измеряемой величине.

9. Отношение величины превышения местности к тому горизонтальному протяжению, на каком оно наблюдается.

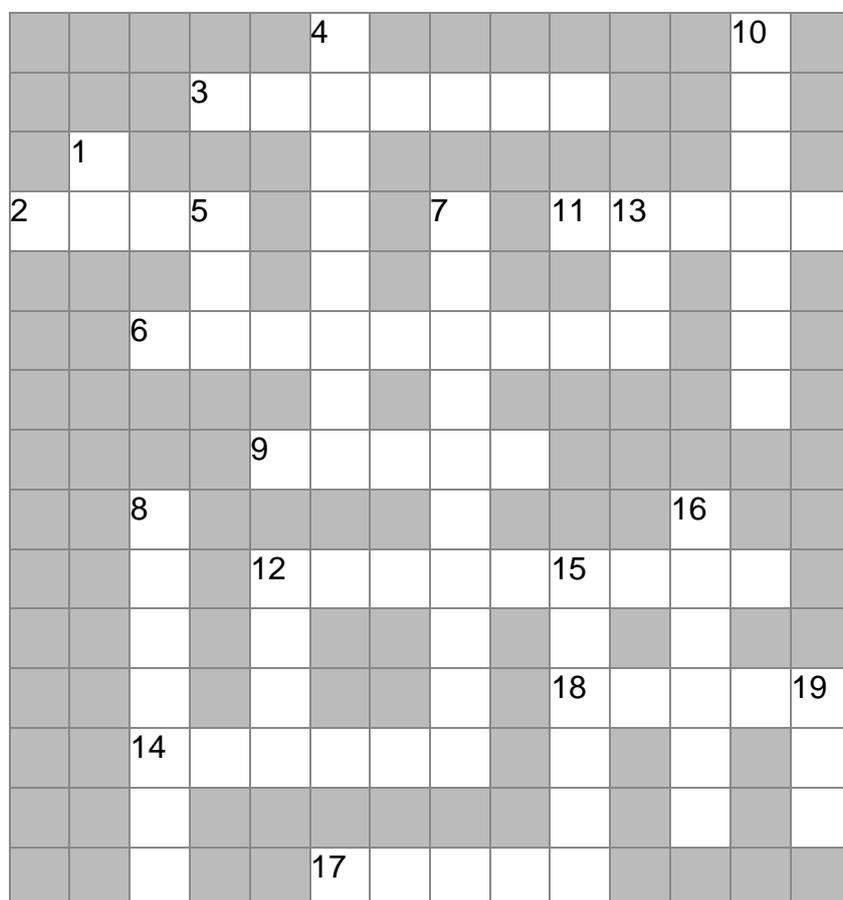
11. Уменьшенное изображение на плоскости поверхности всей Земли или её части, построенное по определенным математическим законам, с учётом кривизны Земли.

12. Оптимальный угол между обводным и полярным рычагом планиметра в градусах.

14. Зрительная труба для наблюдения земных предметов, дающая прямое изображение.

17. Геодезический знак, отмеченный на местности заложением в землю центром, возведённым над ним знаком в виде пирамиды или сигнала и окопанный канавой.

18. Система штрихов, нанесённых на линзу окуляра и видимых в плоскости изображения, даваемого объективом зрительной трубы.



Вписать по вертикали:

1. Английская единица площади, равная 100 м^2 .
4. Защитное устройство на окуляре, под которым находятся юстировочные винты сетки нитей.
5. Английская единица длины, равная $0,305 \text{ м}$.
7. Геодезический инструмент, служащий для определения местоположения по высоте Солнца или других звезд.
8. Ошибка определения площади.
10. Оптический или лазерный инструмент для установки теодолита над пунктом, встроенный в корпус или подставку теодолита.
12. Английская единица длины, равная $2,54 \text{ см}$.
13. Оборачивающаяся призма в земной зрительной трубе геодезического прибора (фамилия).
15. Линейная величина, отсчитываемая по нивелирной рейке между нулевым её штрихом и высотой визирования.
16. Устройство для установки геодезических приборов при выполнении работ. Могут быть с выдвигаемыми (складными) ножками и с цельными.
19. Крупная английская единица площади, равная $4\,047 \text{ м}^2$.

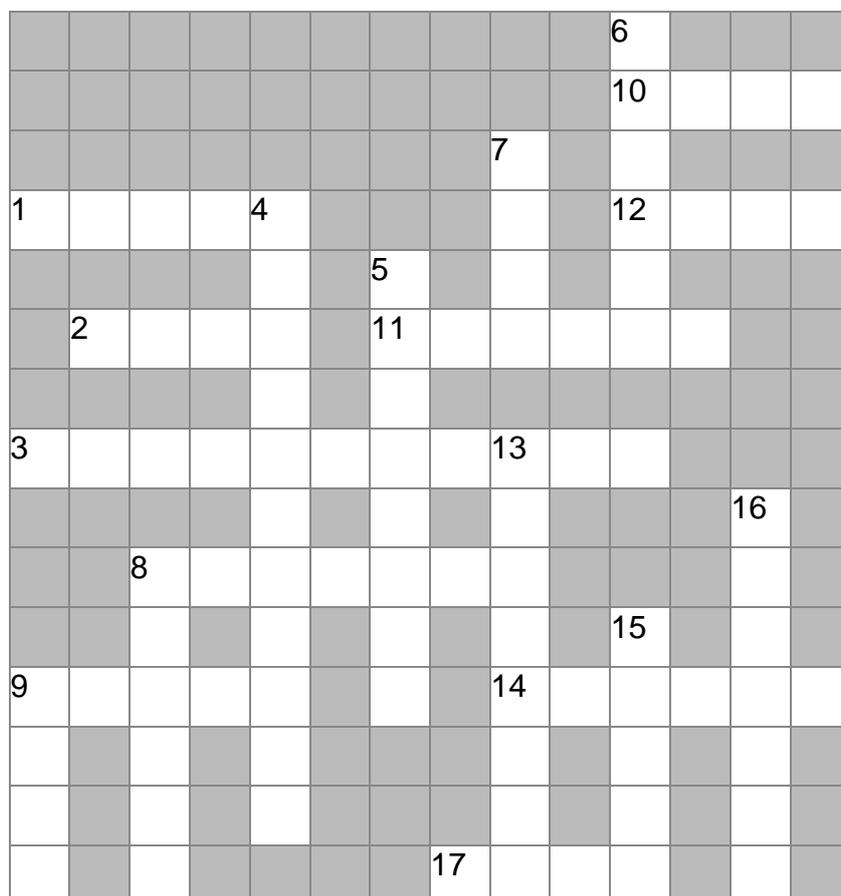
Учебная практика 3

Вписать по горизонтали:

1. Точка на оси вращения Земли, бывает южной и северной.
2. Коническое пространство, видимое глазом через неподвижно установленную трубу.
3. Модель транспортира с оцифровкой от 0 до 90 градусов.
8. Инструмент для измерения длин линий на местности.
9. Понижение площадки.
10. Изображение на плоскости горизонтальной проекции небольшого участка земной поверхности, в уменьшенном и подобном виде без учёта кривизны фигуры Земли.
11. Цилиндрическое кольцо для защиты объектива прибора от засветки солнечными лучами.
12. Горизонтальный угол, отсчитываемый от ближайшего направления осевого меридиана или от линии, ему параллельной, до направления данной линии.

14. Периферийное устройство компьютера, предназначенное для получения электронных версий картографического материала с бумажных носителей.

17. Площадь местности, соответствующая сантиметру квадратному или дюйму квадратному на плане или другой установленной величине электронного планиметра.



Вписать по вертикали:

4. Знаки, обозначающие на планах объекты специального назначения (трассы, водопроводы, фонтаны и др.).

5. Часть зрительной трубы, обращённая к объекту наблюдения.

6. Способ нивелирования, когда нивелир стоит на задней точке, а рейка на передней.

7. Основание цифр по условиям рельефа относительно горизонтали располагается ...

8. Совокупность пространственных форм (неровностей) земной поверхности.

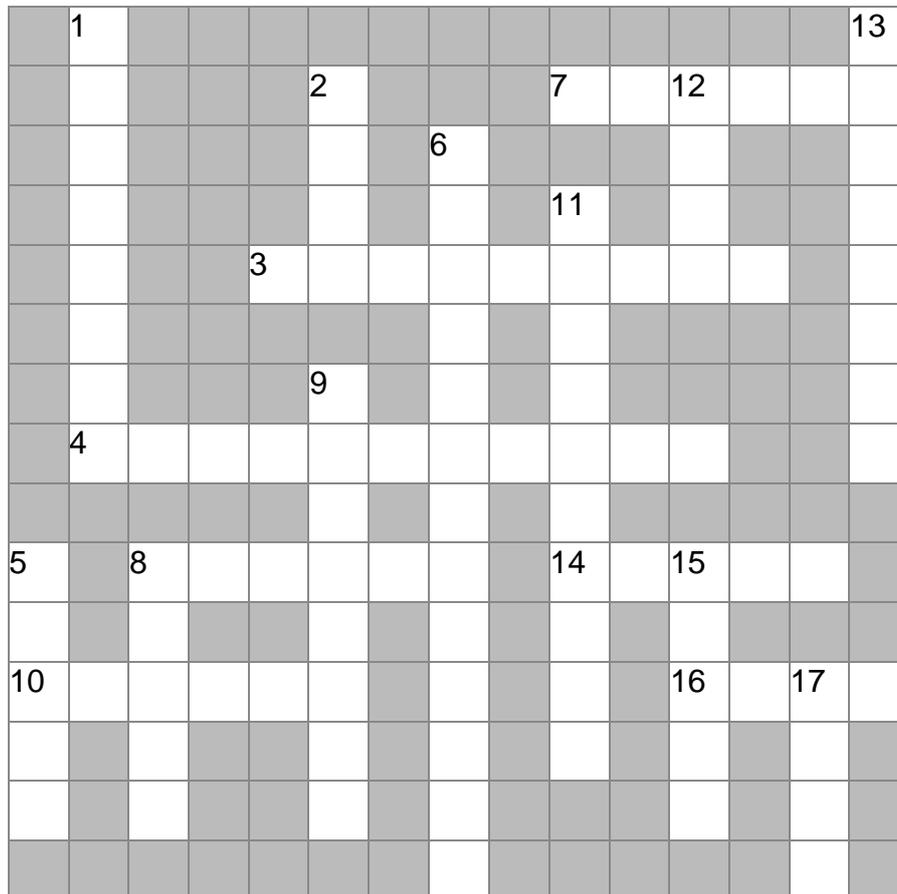
9. Источник питания электронного планиметра.

13. Нивелирование с допустимой ошибкой не более $\pm 20\sqrt{L}$.

15. Чертёж местности, выполненный в масштабе от 1:10 000 и мельче.

16. Номограмма масштаба, нанесённая на металлическую или другую пластину.

Учебная практика 4



Вписать по горизонтали:

3. Видимое смещение между изображением точки визирования и плоскостью сетки нитей зрительной трубы при перемещении глаза относительно центра окуляра.

4. Картографический гравировальный трафарет, выполненный из полимера.

7. Лазерный прибор дистанционного зондирования, определяющий пространственное положение точек поверхности объекта в условной системе координат.

8. Высокий наружный геодезический знак, обозначающий на местности положение геодезического пункта, содержащий столик для установки геодезического прибора и визирную цель.

10. Роза, которую вычерчивают на карте.

14. Визирное устройство геодезического прибора, содержащее объектив, окуляр и сетку нитей.
16. Рабочая мера теодолита в виде круговой шкалы.

Вписать по вертикали:

1. Оптический прибор, увеличивающий изображение удалённых объектов с помощью комбинации зеркал и линз. Предназначен для наблюдения космических объектов.
2. Величина дуги лимба между ближайшими штрихами; центральный угол, соответствующий одному делению ампулы уровня.
5. Страна света, где на карте подписывают её название.
6. Модель буссоли с призмой на окулярном диоптре.
8. Совокупность параллелей и меридианов, образующих на поверхности Земли градусную сеть.
9. Винт для закрепления геодезического прибора на штативе.
11. Дробь, числитель которой равен единице, а знаменатель числу, отличному от нуля и единицы.
12. Счётное приспособление в виде размеченной доски, по которой для вычисления передвигались камешки.
13. Размерность выражения уклона линии.
15. Тангенс угла наклона линии к горизонтальной плоскости в данной точке или отношение превышения конечной точки над начальной к проложению.
17. Единица длины, равная $1/10\,000\,000$ части четверти парижского меридиана.

Учебная практика 5

Вписать по горизонтали:

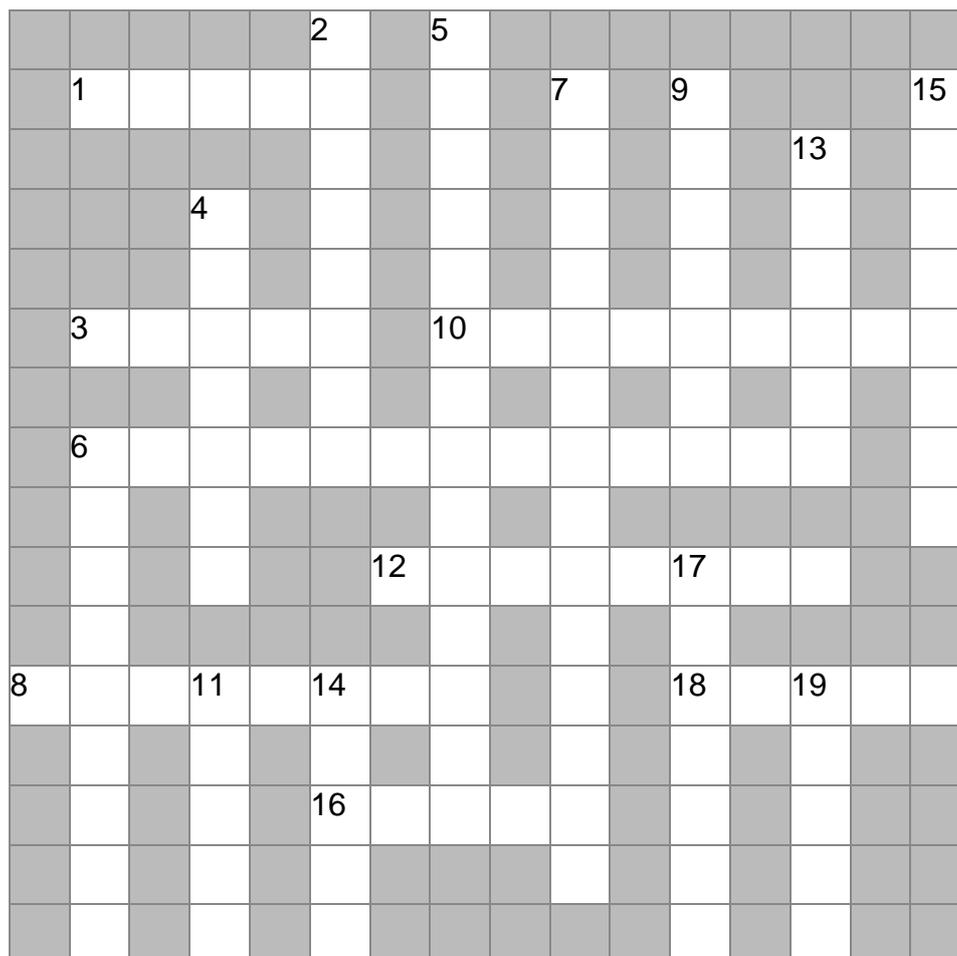
1. Система линий, окаймляющих карту.
3. Отношение величины превышения местности к тому горизонтальному протяжению, на каком оно наблюдается.
6. Как правило, площадь, определённая аналитическим способом.
8. Защитное устройство на окуляре, под которым находятся юстировочные винты сетки нитей.

10. Прибор или приспособление к другим геодезическим инструментам, предназначенный для измерения расстояний.

12. Вертикальный угол, расстояние между данным направлением и отвесной линией в точке наблюдения.

16. Плоский брусок с разметкой для считывания отсчётов и измерения нивелиром дальномерных расстояний.

18. Механическое или оптическое устройство для предварительного наведения геодезического прибора.



Вписать по вертикали:

2. Условные знаки, применяемые для изображения объектов, длина которых может быть приведена в масштабе, а ширина значительно меньше точности масштаба, поэтому её на плане или карте показывают с преувеличением.

4. Исходная дата российской системы координат.

5. Уровень, предназначенный для точного горизонтирования геодезического прибора.

6. Инструмент, предназначенный для определения температуры при введении данных в тахеометр.

7. Модель буссоли, использовалась при определении направлений и углов возвышения при артиллерийских стрельбах.

9. Искусственный объект, вращающийся вокруг планеты, предназначенный для дистанционного зондирования Земли.

11. Геодезический знак, отмеченный на местности заложением в землю центром, возведённым над ним знаком в виде пирамиды или сигнала, и окопанный канавой.

13. Задача, в которой по координатам исходной точки А (X, Y), дирекционному углу и расстоянию линии А–В находят координаты последующей точки В (X, Y).

14. Прямая линия на чертеже, ограничивающая что-либо.

15. Рейка, имеющая металлическую вставку из инвара, для высокоточного нивелирования.

17. Ошибка определения какой-либо величины в геодезии.

19. Специально разработанные графические значки для обозначения на планах и картах различных объектов местности.

Учебная практика 6

Вписать по горизонтали:

1. Знак поправки по сравнению со знаком невязки.

2. Безразмерное выражение уклона линии.

5. Стальное или чугунное изделие, предназначенное для закрепления геодезических знаков на долговременную сохранность.

6. Древний учёный, измерил окружность Земли при помощи солнечных часов.

8. Один из режимов определения площади объекта при помощи электронного планиметра.

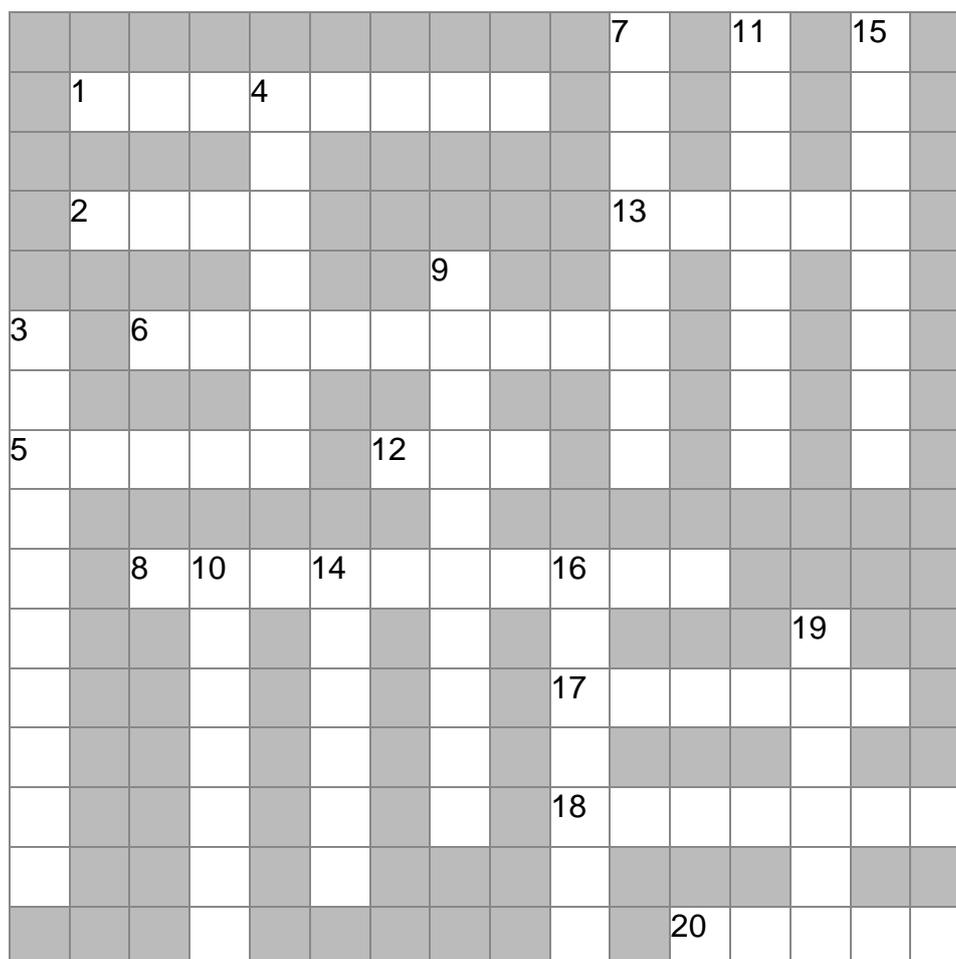
12. Английская единица длины, равная 0,178 м.

13. Лазерный прибор дистанционного зондирования, определяющий пространственное положение большого количества точек поверхности объекта в условной системе координат.

17. Геодезический прибор по точности, предназначенный для выполнения работ в государственных геодезических сетях низших классов.

18. Вертикальный угол между направлением на данную точку и её проекцией на горизонтальную плоскость.

20. Одними из первых применяли компас для ориентирования и угловых измерений.



Вписать по вертикали:

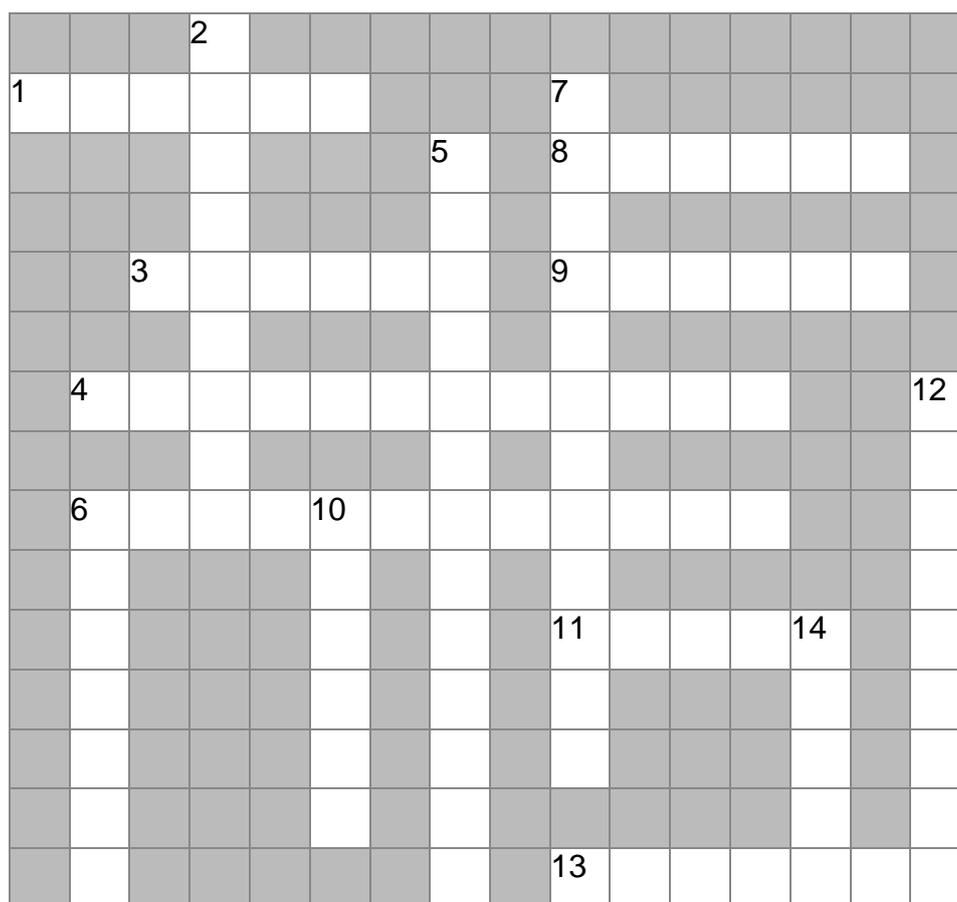
3. Чертёж графического масштаба определения площадей.
4. Часть прибора, расположенная соосно с лимбом и несущая элементы отсчётного устройства.
7. Линия на карте, соединяющая точки с равными значениями какой-либо величины.
9. Геодезический инструмент с двумя парами визиров, прообраз теодолита.
10. Один из видов барометров.
11. Геодезический прибор для измерения на местности горизонтальных и вертикальных углов, расстояния измеряет с невысокой точностью.
14. Меридиан, ось симметрии зоны, проходит через середину данной зоны.

15. Картографическая модель местности на электронном носителе, содержащая данные об объектах местности и их характеристики.

16. Дальномер, приспособление в зрительной трубе геодезического прибора, предназначенное для измерения расстояний.

19. Подписи абсолютных высот в метрах высших точек вершин, низших точек впадин, точек на перегибах склонов.

Учебная практика 7



Вписать по горизонтали:

1. Раздел физики.

3. Единица площади, равная $10\,000\text{ м}^2$.

4. Теодолит, совмещённый с фотокамерой.

6. Горизонтальный угол, отсчитываемый от северного направления осевого меридиана или от линии, ему параллельной, по ходу часовой стрелки до направления данной линии.

8. Нивелир по точности, обеспечивающий нивелирование с ошибкой не более 3 мм на 1 км двойного хода.

9. Плоский угол между двумя радиусами окружности, дуга между которыми равна радиусу.

11. Устройство для визирования теодолита, устанавливается на вежу или штатив.

13. Рейка, изготовленная неразъемной.

Вписать по вертикали:

2. Двойной вертикальный или горизонтальный штрих сетки нитей.

5. Поверка, проводится через определённый интервал времени, установленный нормативно-техническими документами, при эксплуатации и хранении.

6. Экран электронного геодезического прибора, на который выводится текущая рабочая информация.

7. Два смежных взаимно перекрывающихся аэрофото-снимка.

10. Предложил два варианта зрительной трубы линзовой конструкции с сеткой нитей, заменявшей диоптры.

12. Рейка, складывающаяся из отдельных сегментов по 1 м.

14. Старая русская единица длины, равная 0,711 м.

Учебная практика 8

Вписать по горизонтали:

1. Модель буссоли, в которой лимб неподвижен, а диоптры вращаются.

2. Разность высот двух соседних основных горизонталей.

5. Воображаемая линия на земной поверхности, все точки которой имеют географическую широту 0° .

6. Угол, образуемый географическим и магнитным меридианом.

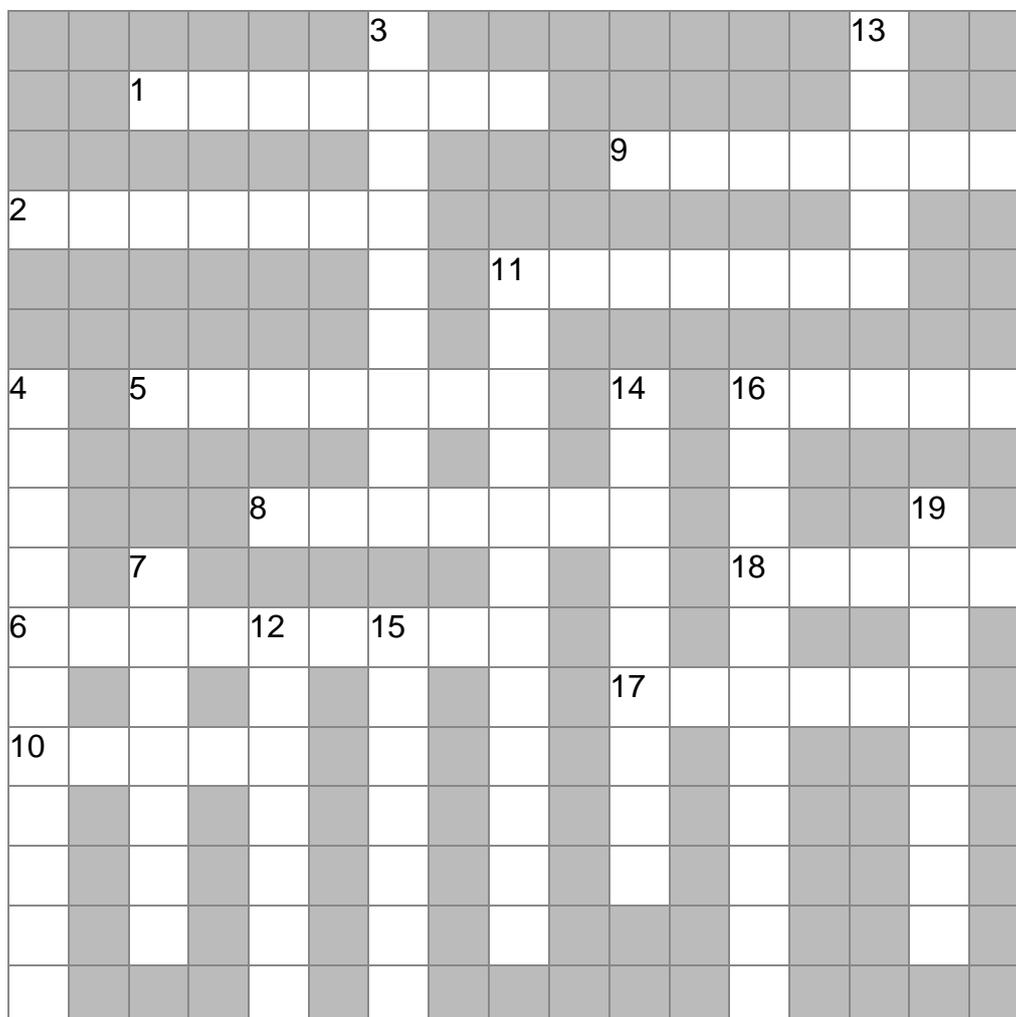
8. Геодезический прибор, предназначенный для определения разности высот двух точек горизонтальным визирным лучом по вертикально установленным на этих точках рейкам.

9. Геодезический сигнал, у которого внутренняя пирамида, несущая инструментальный столик, не связана с наружной пирамидой.

10. Механический инструмент для центрирования теодолита, состоящий из нити и груза с конической нижней частью.

11. Номограмма на листе пластика для определения площадей, как правило, небольших контуров.

16. Схематический рисунок местности.
 17. Часть зрительной трубы, обращённая к наблюдателю.
 18. Отношение величины превышения местности к тому горизонтальному протяжению, на каком оно наблюдается.

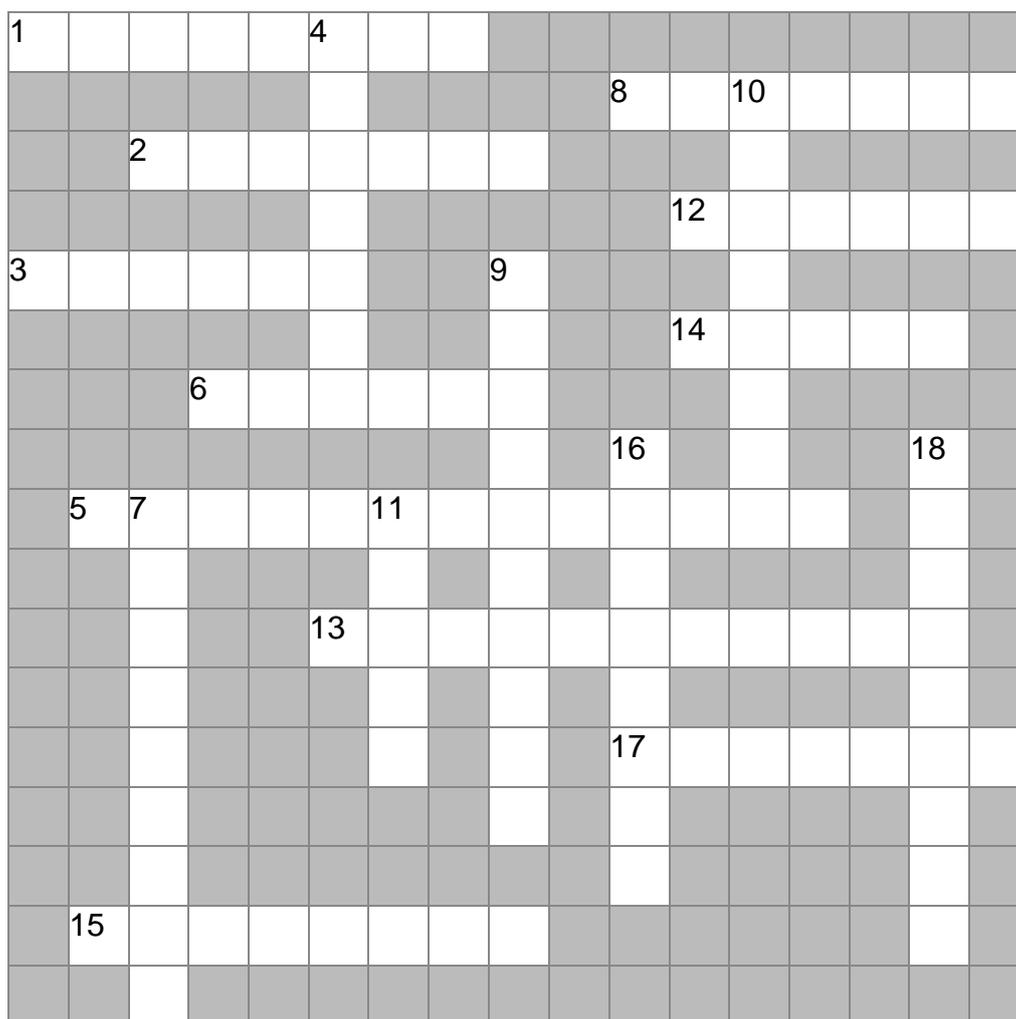


Вписать по вертикали:

3. Единица длины, равная 185,2 м, или десятой части морской мили.
 4. Инструмент для измерения и построения углов на картах и планах.
 7. Кнопки для управления электронным геодезическим прибором.
 11. Палетка из параллельных линий, прочерченных через равные расстояния.
 12. Устройство, предназначенное для точного определения расстояния, в комплекте с дальномерной рейкой.

13. Единица площади, равная 100 м^2 .
14. На плане строительной площадки отображает площадь срезки.
15. Отвес, механический инструмент для центрирования теодолита, состоящий из нити и груза с конической нижней частью.
16. Автономный источник питания электронного прибора.
19. Компенсация допустимой невязки.

Учебная практика 9



Вписать по горизонтали:

1. Для масштаба площади, площадь на местности, соответствующая $0,01 \text{ мм}^2$ на плане или карте.
2. Математический закон, по которому каждому значению переменной величины (аргумента) ставится в соответствие некоторая определённая величина.

3. Солнечные часы.

5. Знаки, применяемые для изображения мелких предметов местности, которые ввиду их малых размеров нельзя показать в масштабе плана.

6. $1/360$ доля круга в градусной мере углов.

8. Древний учёный, изобрёл астролябию.

12. Компас, предназначенный для измерения простирания и углов падения горных пород.

13. Величина, полученная в результате её однократного измерения.

14. Древний учёный, написал работу «О диоптре». Предложил угломерный прибор с диоптрами и поворотной линейкой, на которой располагался уровень.

15. Единица длины, равная 1 000 м.

17. Отвес, механический инструмент для центрирования теодолита, состоящий из нити и груза с конической нижней частью.

Вписать по вертикали:

4. $1/60$ доля минуты в градусной мере углов.

7. Винт для точного наведения зрительной трубы на визирную цель.

9. Знаки, применяемые для изображения довольно крупных объектов местности, ограниченных ясно выраженными контурами, размеры которых значительно превышают точность масштаба.

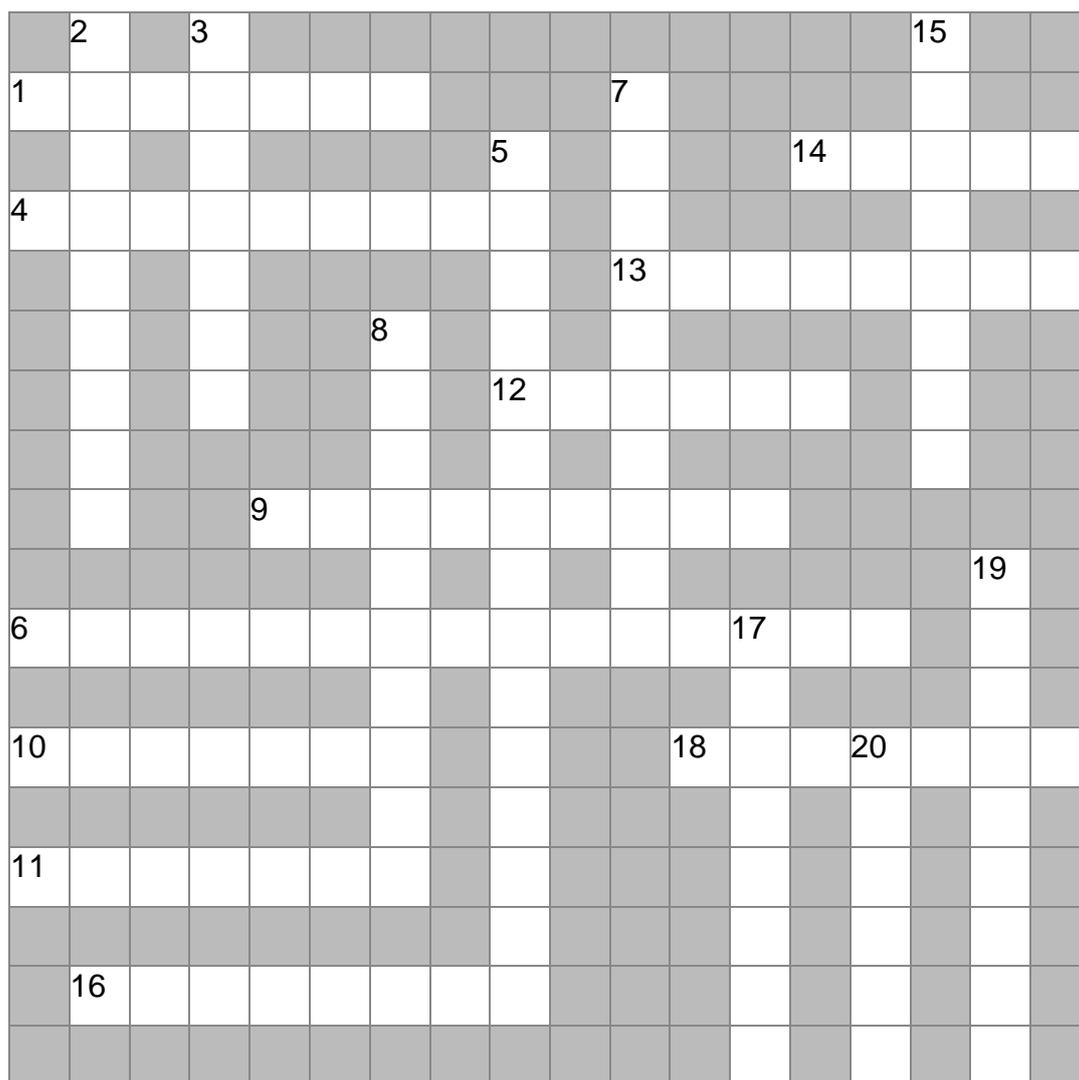
10. Размерность выражения уклона линии.

11. Счётное приспособление, усовершенствованный абак, в виде проволочек с костяшками.

16. Рычаг планиметра, на котором расположена лупа или другой индекс.

18. Оптимальный угол между обводным и полярным рычагом планиметра в градусах.

Учебная практика 10



Вписать по горизонтали:

1. Астроном, построил зрительную трубу, содержащую линзы (фамилия).

4. Оптимальный угол между обводным и полярным рычагом планиметра в градусах.

6. Линейка, предназначенная для построения координатных сеток на планшетах топографических съёмок, в виде системы квадратов, со сторонами 4, 8, 10 см.

9. Знаки, применяемые для изображения довольно крупных объектов местности, ограниченных ясно выраженными контурами, размеры которых значительно превышают точность масштаба, с сохранением их действительных пропорций.

10. Численная характеристика размера земельного участка как объекта недвижимости.

11. Геодезический пункт, точка съёмочного обоснования, на которой устанавливается прибор для выполнения измерений.

12. $1/360$ доля круга в градусной мере углов.

13. Рейка, имеющая разметку в виде чередующихся прямоугольников белого, красного и чёрного цвета.

14. Счётное приспособление, усовершенствованный абак, в виде проволочек с костяшками.

16. Рычаг планиметра, на котором расположена лупа или другой индекс.

18. Математический закон, по которому каждому значению переменной величины (аргумента) ставится в соответствие некоторая определённая величина.

Вписать по вертикали:

2. Геодезический инструмент, современная разновидность теодолита, позволяющая с высокой точностью выполнять измерения углов и расстояний.

3. Дальномер, приспособление в зрительной трубе геодезического прибора, предназначенное для измерения расстояний.

5. План, на котором изображены ситуация местности и рельеф.

7. Знаки, применяемые для изображения довольно крупных объектов местности, ограниченных ясно выраженными контурами, размеры которых значительно превышают точность масштаба.

8. Коробка с набором различных чертёжных инструментов.

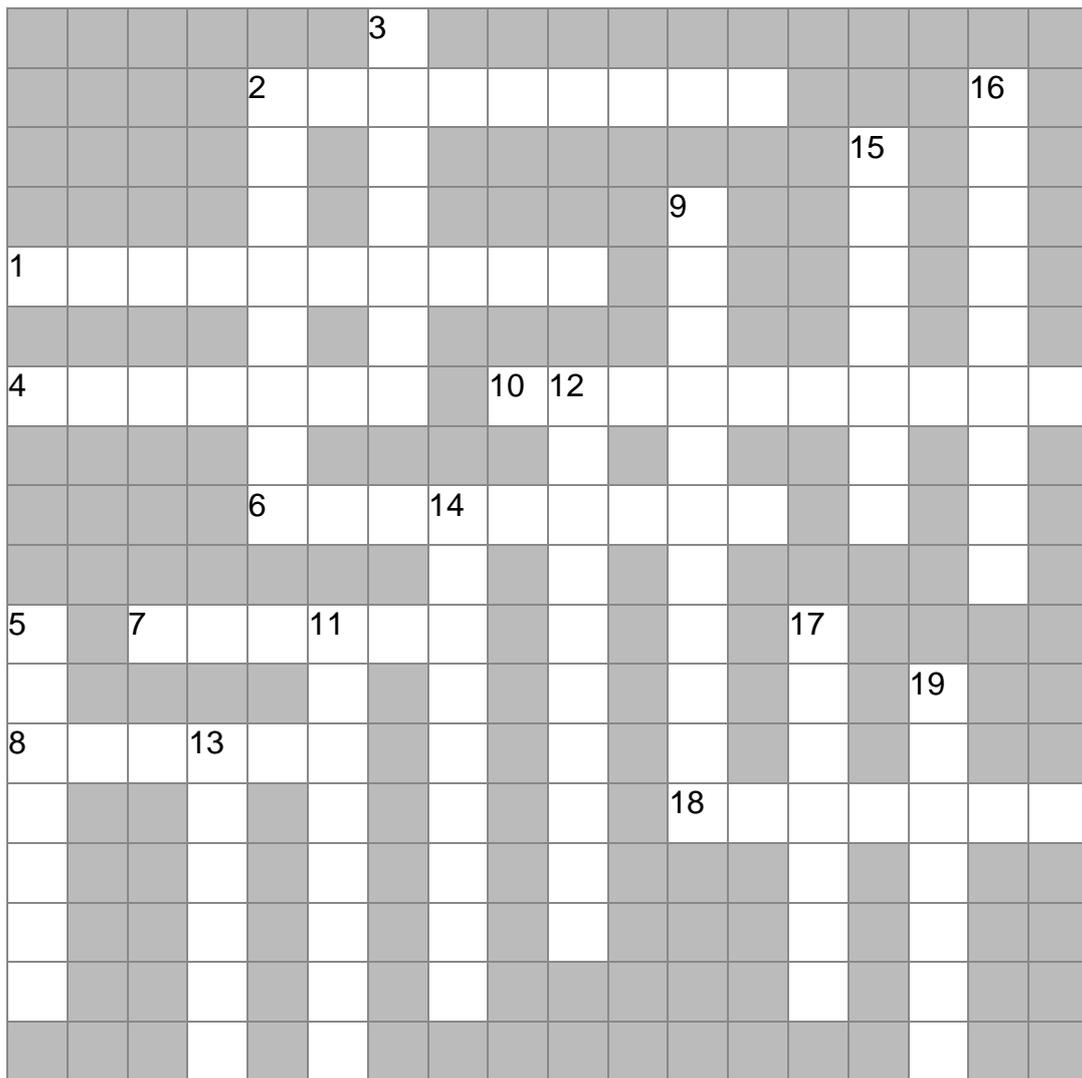
15. Один из режимов определения площади объекта при помощи электронного планиметра.

17. Модель буссоли, в которой для более быстрого успокоения стрелки использовалась жидкость, как правило, спирт.

19. Устранение несоответствия необходимых геометрических условий геодезического прибора.

20. Прибор для определения сторон горизонта и ориентирования на местности.

Учебная практика 11



Вписать по горизонтали:

1. Ограничение количества знаков в числе в соответствии с требованиями точности или достоверности при вычислениях или измерениях.

2. Геодезический прибор для измерения длины криволинейных узких контуров по карте.

4. Прибор для измерения на местности магнитных азимутов. Имеет лимб с угловыми делениями и диоптры для визирования.

6. Устройство, часть конструкции прибора, предназначенная для считывания информации об измеряемой величине.

7. Картографическое изображение на поверхности шара, сохраняющее геометрическое подобие контуров и соотношение площадей.

8. Единичное угодье в его границах.

10. Ошибка определения площади контура, не превышающая $1/200$.

18. Рейка нивелирная, имеющая разметку в виде чёрных и белых штрихов различной ширины.

Вписать по вертикали:

2. Ось уровня, линия радиуса внутренней сферической поверхности, проходящая через нуль-пункт.

3. Устройство, служащее для определения положения прибора и его отдельных узлов относительно отвесной линии.

5. $1/60$ доля минуты в градусной мере углов.

9. Чертёжный инструмент, предназначенный для построения параллельных горизонтальных, вертикальных или других линий, имеет нечётное количество углов.

11. Геодезический прибор, для определения атмосферного давления в различных точках.

12. Нивелир, не имеющий электронной составляющей, зрительная труба которого состоит из линз, призм и зеркал.

13. Теодолит по точности, обеспечивающий точность измерения горизонтального угла из одного приема от $1,5''$ до $3''$.

14. Масштаб, показывающий, во сколько раз уменьшены линии местности при перенесении на план или карту, выражается аликвотной дробью.

15. Изображение разреза местности вертикальной плоскостью по заданному направлению.

16. Нижняя часть прибора, служащая для его установки и горизонтирования.

17. Точность, отрезок на плане или карте, равный $0,2$ мм.

19. Проверка выполнения у геодезического прибора ряда необходимых геометрических условий.

Учебная практика 12

Вписать по горизонтали:

2. Модификация электронного теодолита, дополненная светодальномером и бортовым компьютером.

3. Электрооптический прибор для измерения расстояний при производстве топографо-геодезических и маркшейдерских работ.

7. Нивелирование с допустимой ошибкой не более $\pm 50\sqrt{L}$.

9. Величина прогиба нивелирной рейки.

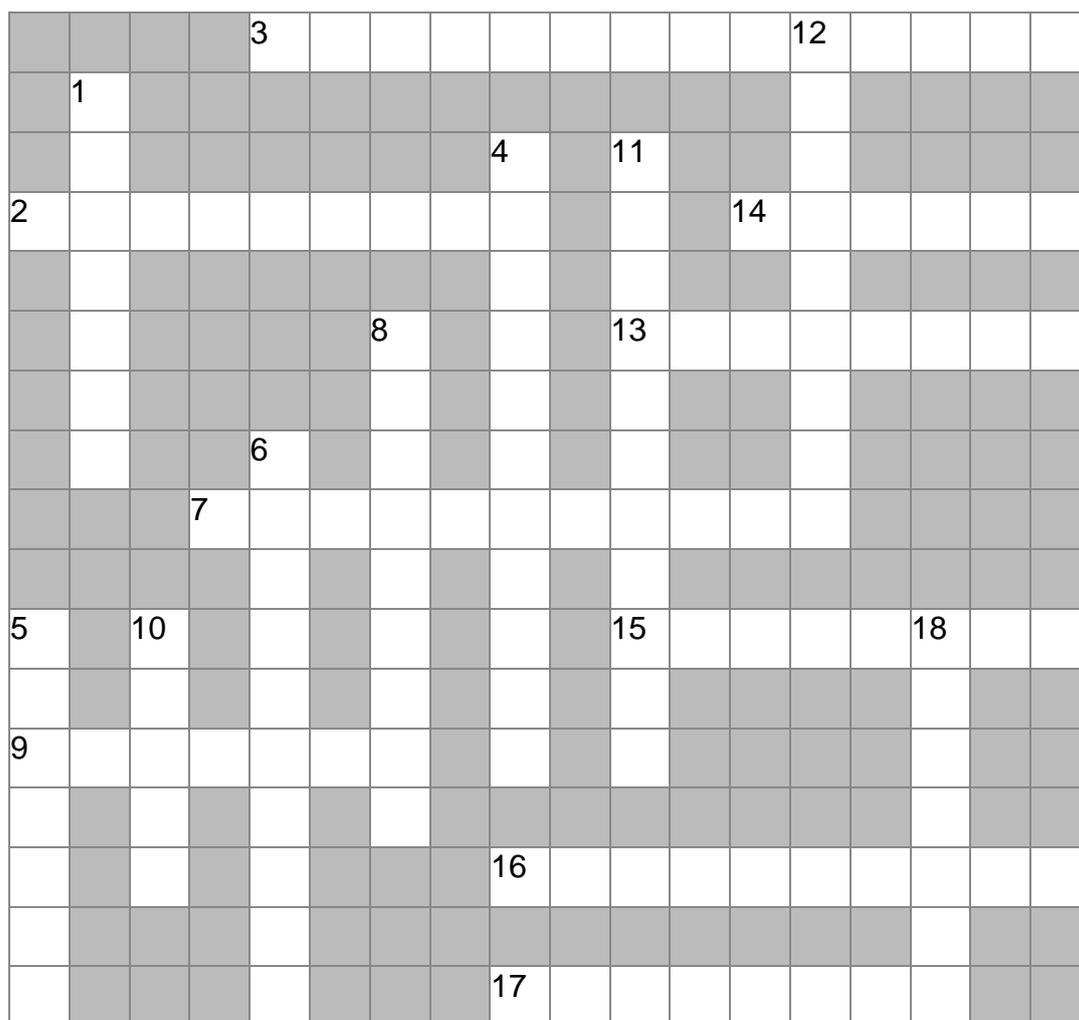
13. Планиметр, имеющий одну неподвижную точку, называемую полюсом.

14. Компас, предназначенный для измерения простирания и углов падения горных пород.

15. Для масштаба длина горизонтального проложения на местности, соответствующая 0,1 мм на плане или карте.

16. Масштаб, представляющий собой номограмму, вычерченную на бумаге или нанесенную на металлическую пластину, левое основание и вертикальные линии которой разделены на пять или десять частей.

17. Нивелир, позволяющий строить горизонтальные, вертикальные или наклонные опорные плоскости, их называют построители плоскостей.



Вписать по вертикали:

1. Факт, момент установки нивелира для выполнения измерений.

4. Меридиан, проходящий через центр зала Гринвичской обсерватории в Англии. В международном счете географических долгот он принят начальным (нулевым).

5. Отношение длины линии на плане (карте) к длине горизонтального проложения, соответствующей линии на местности.

6. Обеспечение, установление и применение научно-методических приёмов, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений.

8. Неметаллическая рулетка, имеющая специальное покрытие.

10. Древний учёный, написал работу «О диоптре». Предложил угломерный прибор с диоптрами и поворотной линейкой, на которой располагался уровень.

11. Устройство для автоматического приведения визирной оси прибора в горизонтальное положение.

12. Устройство, установочное приспособление прибора для наведения зрительной трубы на визирную цель.

18. Геодезический сигнал, у которого внутренняя пирамида, несущая инструментальный столик, опирается на элементы наружной пирамидой.

Учебная практика 13

Вписать по горизонтали:

3. Прибор, предназначенный для определения скорости ветра.

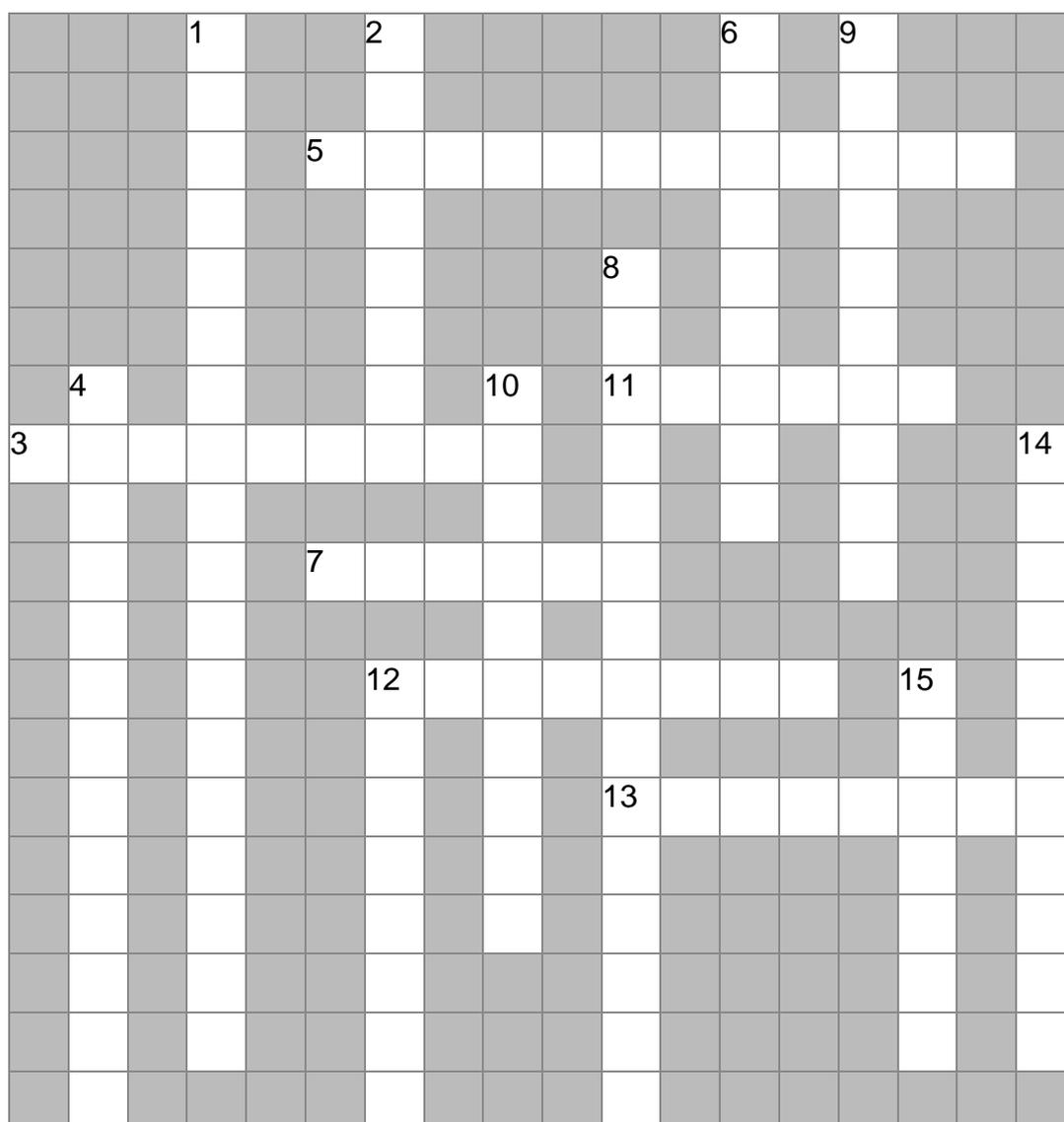
5. Наклонная линия линейки поперечного масштаба.

7. Солнечные часы.

11. $1/60$ доля градуса в градусной мере углов, угловая величина, по широте соответствует одной морской миле, или 1852 метрам на местности.

12. Рычаг планиметра, имеющий одну неподвижную точку, называемую полюсом.

13. Крестообразный геодезический инструмент невысокой точности для геометрического нивелирования.

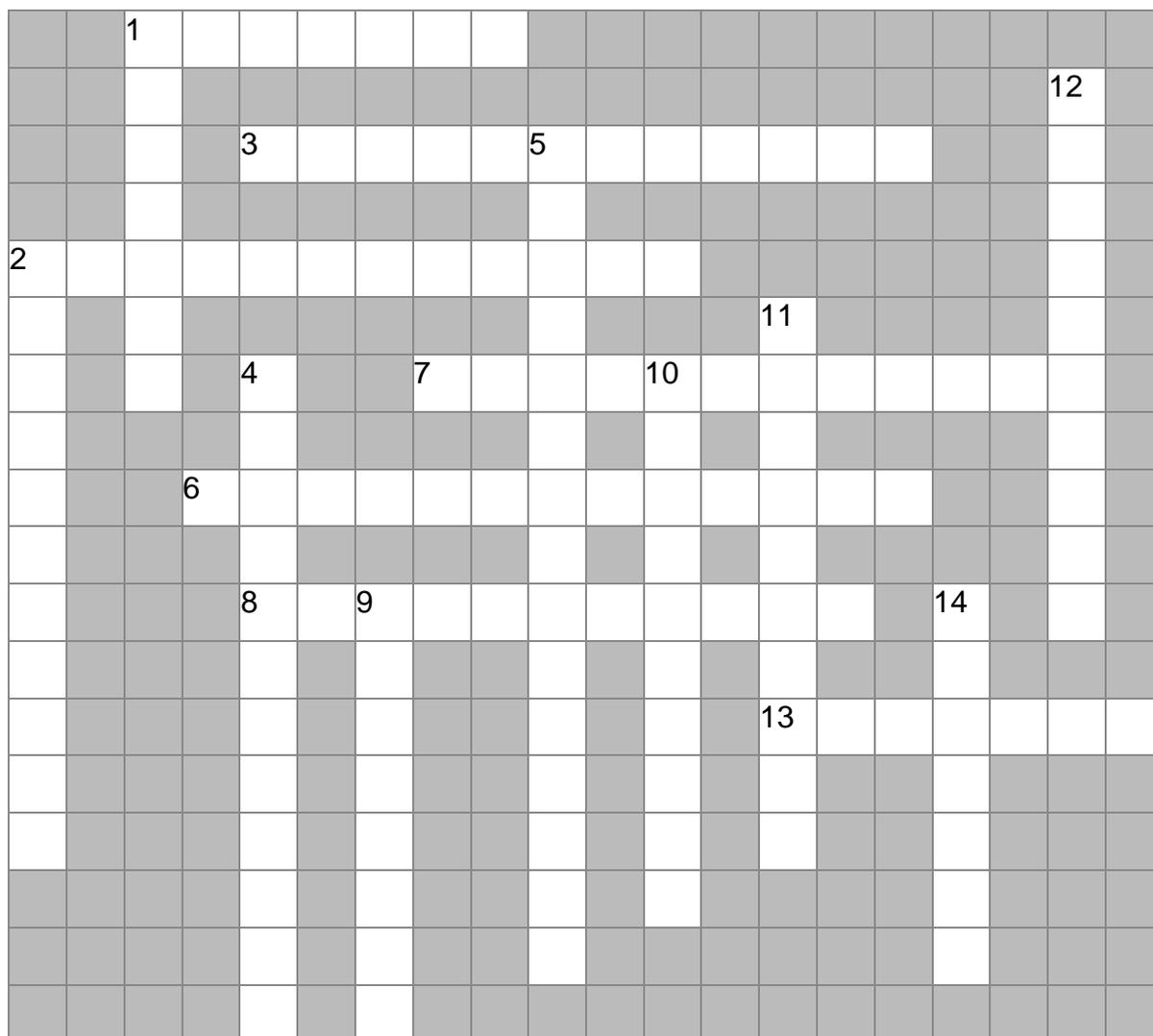


Вписать по вертикали:

1. Функции, используемые при определении площадей сложных геометрических контуров.
2. Устройство для зарядки аккумуляторов электронных геодезических приборов.
4. Колесо планиметра, обеспечивающее измерение площади объекта.
6. Поверка, проводится при выпуске прибора предприятием-изготовителем или после ремонта.
8. Способ определения площади, при котором используются два и более различных способа.
9. Палетка, состоит из вычерченных одинаковых квадратов небольшой величины.
10. Фокусировочное кольцо нивелира.
12. Размерность выражения уклона линии.

14. Устройство для автоматического приведения оси вращения прибора в вертикальное положение.
 15. Древний учёный, изобрёл астролябию.

Учебная практика 14



Вписать по горизонтали:

1. Чертёжный и измерительный инструмент.
2. Способ изображения рельефа с помощью линий, соединяющих точки с одинаковыми высотами.
3. Модель транспортира с оцифровкой от 0 до 180 градусов.
6. Раздел геометрии.
7. Геодезический прибор по точности, предназначенный для выполнения работ в государственных геодезических сетях высших классов.

8. Круглое окошко для освещения отсчётного устройства теодолита.

13. Уровень, предназначенный для предварительного, грубого приведения геодезического прибора в горизонтальное положение.

Вписать по вертикали:

1. Оптический или лазерный инструмент для установки теодолита над пунктом, встроенный в корпус или подставку теодолита.

2. Замкнутая кривая изолиния на карте, соединяющая на изображаемой земной поверхности точки, которые имеют одну и ту же высоту над поверхностью, принятой за начальную.

4. Угол в вертикальной плоскости между наблюдаемым направлением и некоторой линией относимости измерений (отвесная или горизонтальная линия).

5. Рейка нивелирная, в которой сегменты выдвигаются изнутри.

9. Масштаб, представляющий собой горизонтальную линию, на которой отложены равные отрезки, называемые основанием масштаба.

10. Фокусирующее кольцо теодолита.

11. Прибор, позволяющий по двум смежным снимкам увидеть объёмное изображение сфотографированного объекта.

12. Одна из систем счёта электронного планиметра.

14. Система использованных на карте условных обозначений и текстовых пояснений к ним.

Учебная практика 15

Вписать по горизонтали:

1. Точность, отрезок на плане или карте, равный 0,1 мм.

2. План, на котором изображена только ситуация местности.

4. Единица длины, равная 1 000 м.

6. Знаки, применяемые для изображения довольно крупных объектов местности, ограниченных ясно выраженными контурами.

9. Счётный прибор, предназначенный для выполнения четырёх арифметических действий.

10. Обвод планиметром контура против часовой стрелки позволяет произвести ... площадей.

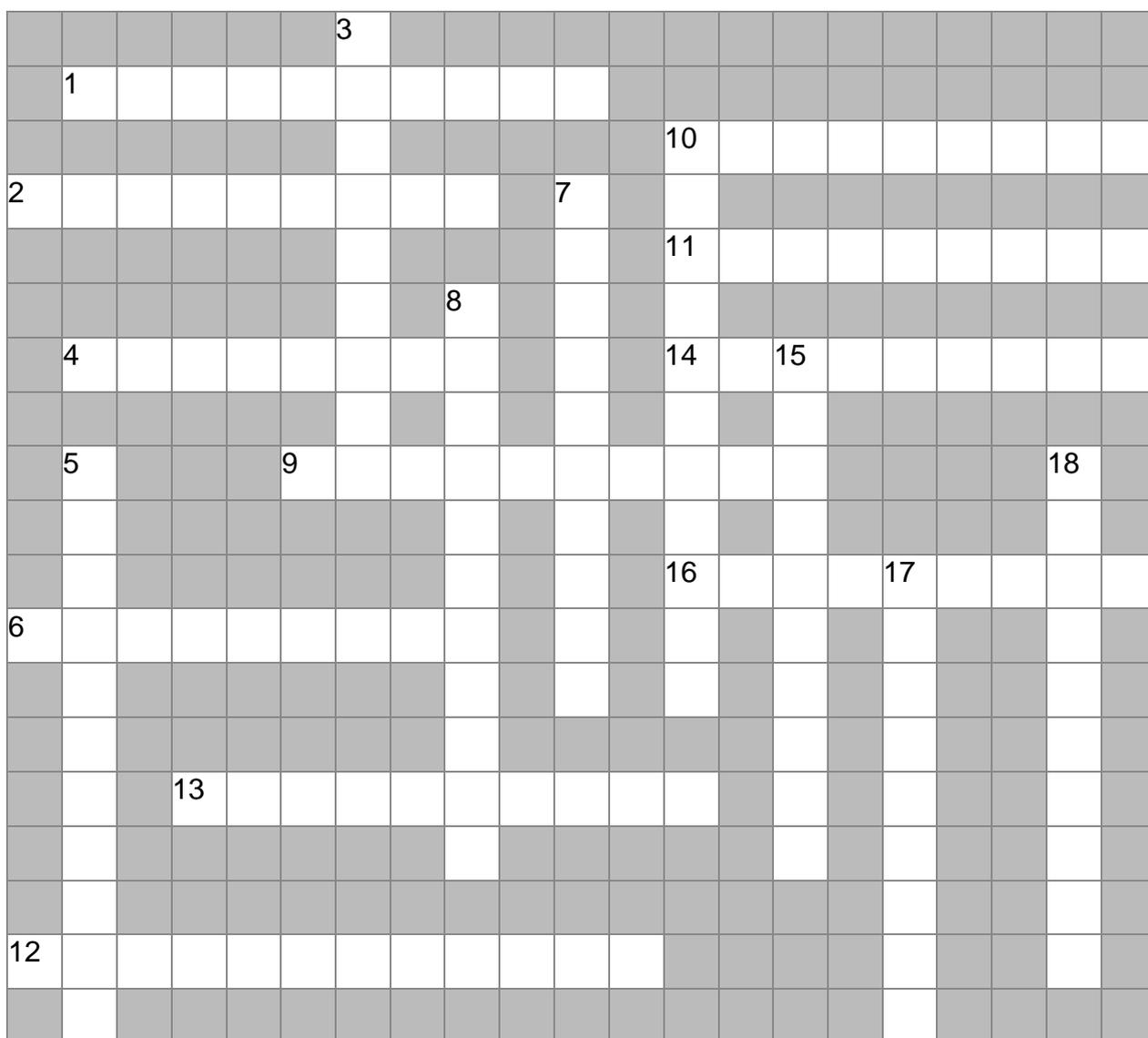
11. Небольшие штрихи, нанесённые на интегрирующее колесо планиметра.

12. Рейка, устройство, предназначенное для точного определения расстояния, в комплекте с насадкой ДНТ.

13. Рейка, у которой одна её часть скользит вдоль другой.

14. Винт для приведения геодезического прибора в горизонтальное положение.

16. Винт для точного наведения зрительной трубы на визирную цель.



Вписать по вертикали:

3. Прибор, позволяющий путём обвода фигуры любой формы получить её площадь.

5. Площадь, территория, с которой, по условиям рельефа, вода из атмосферных осадков будет стекать в водоток выше заданного створа.

7. Оформление карты, включающее в себя необходимые сведения и определяющее достоверность этих данных и др.

8. Способ определения площади при помощи палеток для небольшого контура.

10. Контур уголья, находящийся внутри другого контура.

15. Рейка нивелирная, изготовленная из дерева.

17. Линейка, предназначенная для построения координатных сеток на планшетах топографических съёмки, в виде системы квадратов со сторонами 10 см.

18. Отражатель, имеет три взаимно перпендикулярные зеркальные грани, образующие правильную пирамиду.

Учебная практика 16

Вписать по горизонтали:

1. Рейка, имеющая разметку в виде миллиметровых штрихов.

5. Нижняя часть подставки геодезического прибора.

6. Международная систем счёта линейных мер.

7. Поверка, проводится на месте работ в полевых условиях и ставит целью контроль соблюдения основных геометрических условий, заложенных в геодезическом приборе.

9. Приспособление для отражения лучей при производстве линейных измерений.

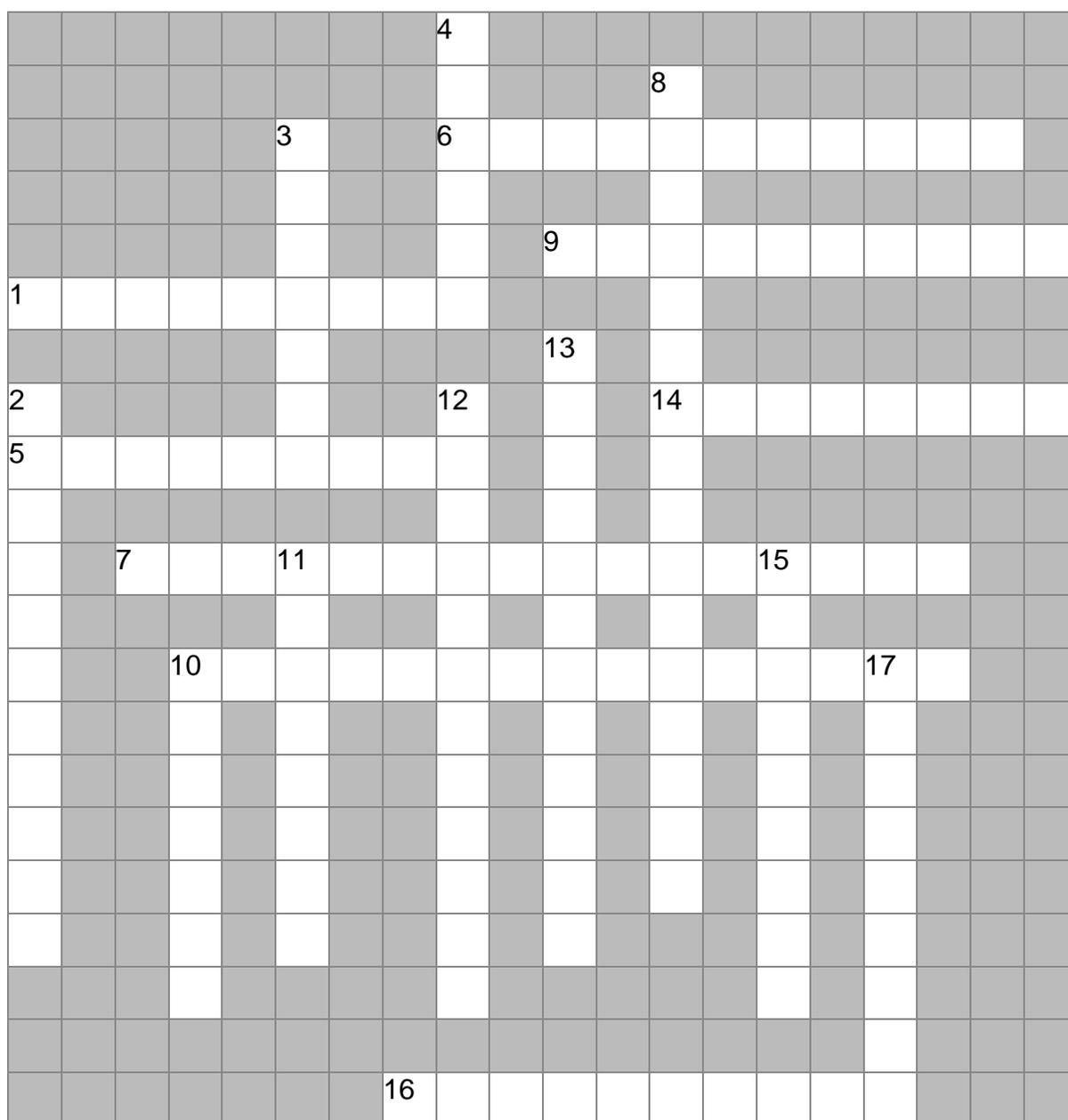
10. Ось уровня, касательная к дуге внутренней поверхности уровня в нуль-пункте.

14. Для масштаба длина горизонтального проложения на местности, соответствующая 0,1 мм на плане или карте.

16. Рейка, используемая в комплекте с нивелиром.

Вписать по вертикали:

2. Коллимационный угол между фактическим положением визирной оси и требуемым положением.



3. Стойка, несущая горизонтальную ось прибора, скреплённая с корпусом алидадной части прибора, на одной из них расположен вертикальный круг.

4. Зрительная труба для наблюдения земных предметов, дающая прямое изображение.

8. Метод нивелирования, основанный на законах гидростатики.

10. Чертёжный инструмент для вычерчивания окружностей различного размера.

11. Система координат на плоскости, состоит из начала координат и полярной оси.

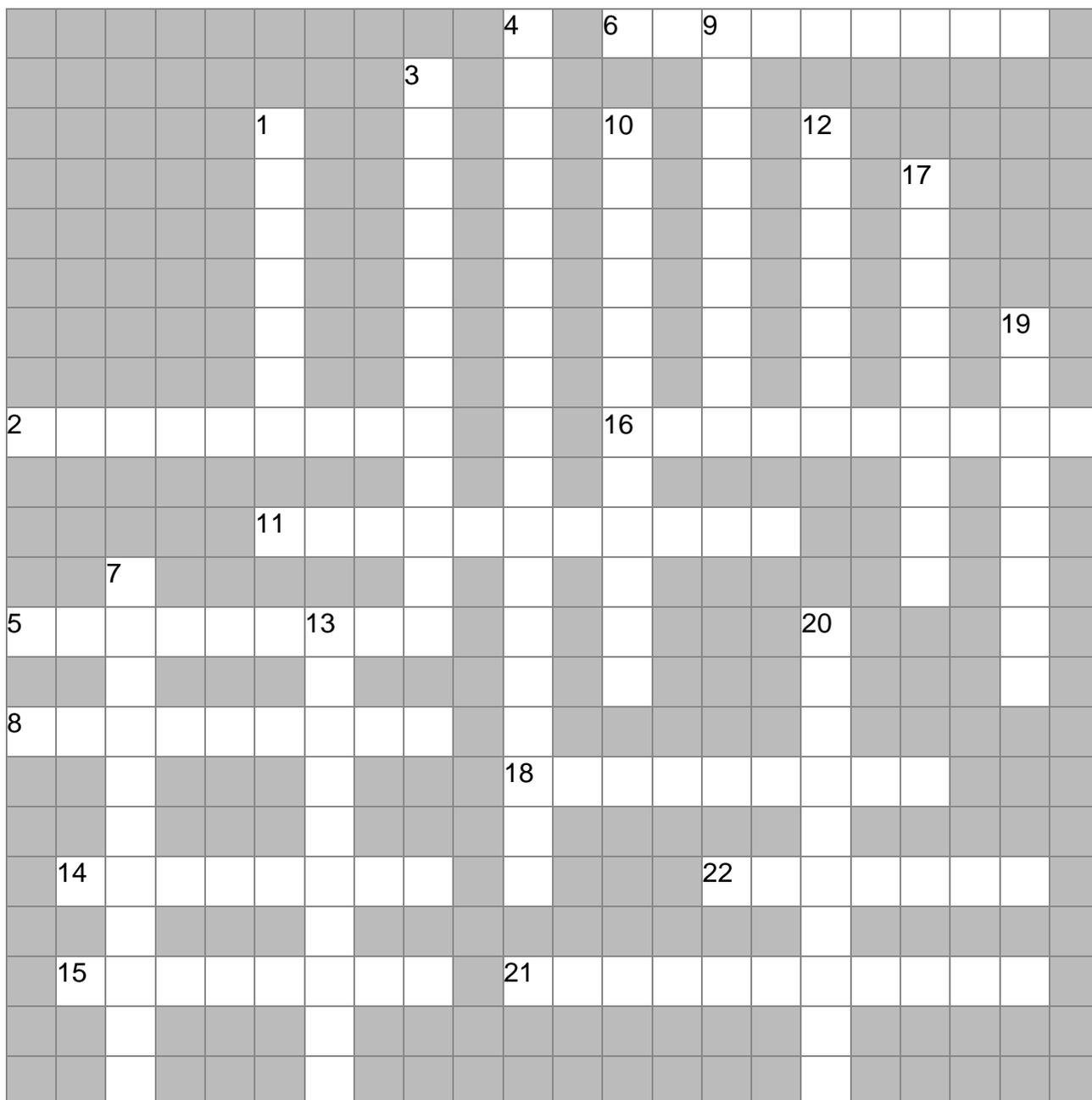
12. Штатив с цельными ножками.

13. План, на котором изображена только ситуация местности.

15. Каким лучом выполняется тригонометрическое нивелирование?

17. Раздел математики.

Учебная практика 17



Вписать по горизонтали:

2. Нижняя часть подставки геодезического прибора.
5. Отражатель, имеет двустороннюю пластину с полимерным покрытием, имеющим различную отражающую способность.
6. Точная линейка для исследования линейных мер, в том числе нивелирных реек.
8. Рейка, имеющая разметку в виде миллиметровых штрихов.
11. Нивелир, имеющий электронную составляющую, считывает отсчёт по кодовой рейке.
14. Русская единица измерения площади земельных участков, применявшаяся в дореволюционной России, соответствует 2 400 саженьям, 10 925 метрам квадратных или примерно 1,1 гектару.
15. Рейка нивелирная, складывающаяся переламыванием в шарнире.
16. Инструмент для измерения расстояний по карте.
18. Персональная электронная вычислительная машина с функциями программно-управляемого технического устройства для цифровой обработки информации.
21. Разница между фактической величиной и измеренной.
22. Чертёжный и измерительный инструмент.

Вписать по вертикали:

1. Стойка, несущая горизонтальную ось прибора, скреплённая с корпусом алидадной части прибора, на одной из них расположен вертикальный круг.
3. Способ определения площади при помощи планиметров, путём обвода любого криволинейного контура.
4. Метод нивелирования, когда измеряется расстояние и угол наклона линии между двумя точками.
7. Международная система счёта линейных мер.
9. Каким лучом выполняется тригонометрическое нивелирование?
10. План, на котором изображена только ситуация местности.
12. Отсчётное устройство теодолитов с металлическими кругами.

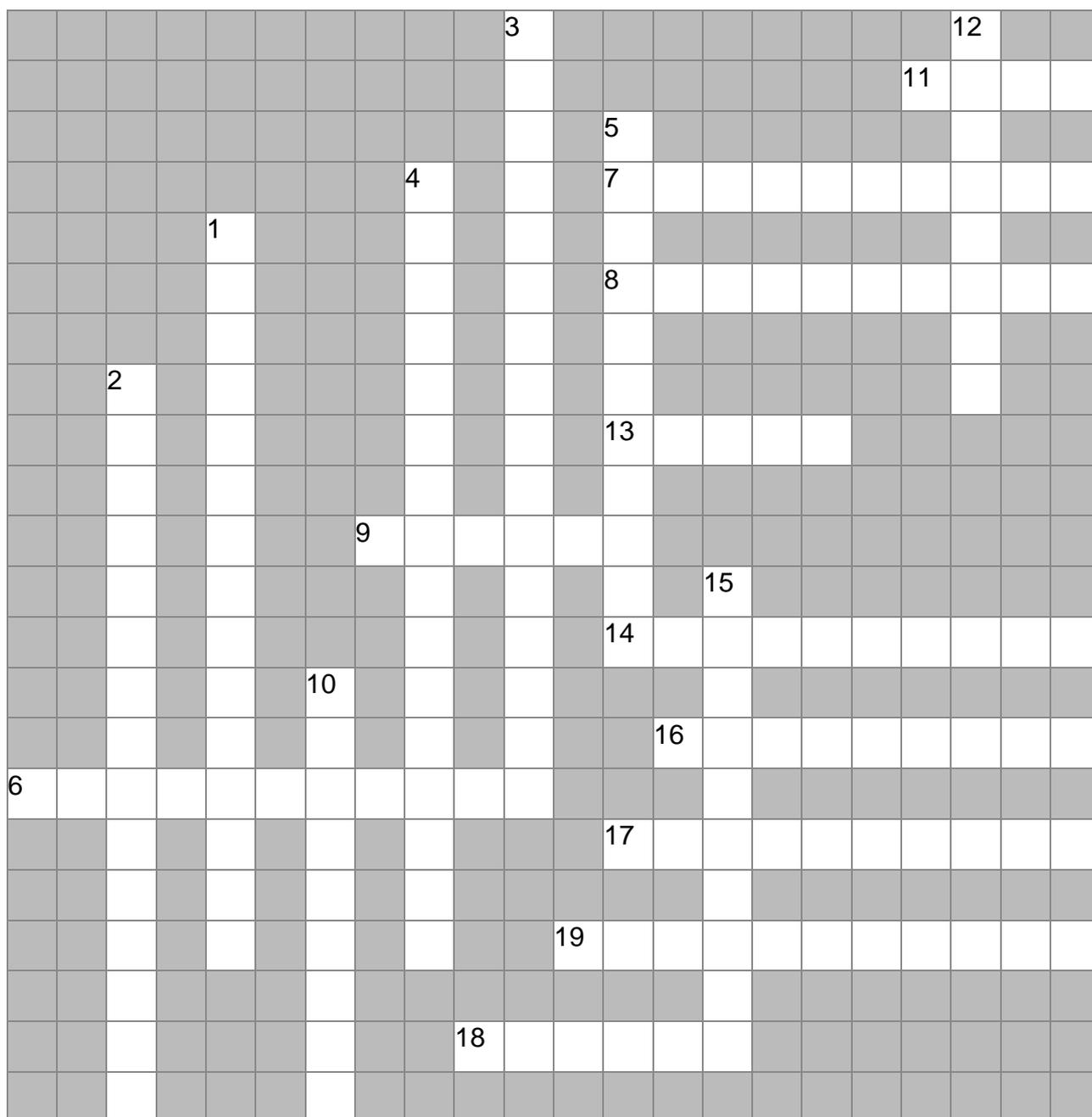
13. Рейка, используемая в комплекте с нивелиром.

17. Указатель направления склона в виде маленького штришка, который ставят перпендикулярно горизонтали в сторону понижения склона.

19. Система координат на плоскости, состоит из начала координат и полярной оси.

20. Способ измерения угла.

Учебная практика 18



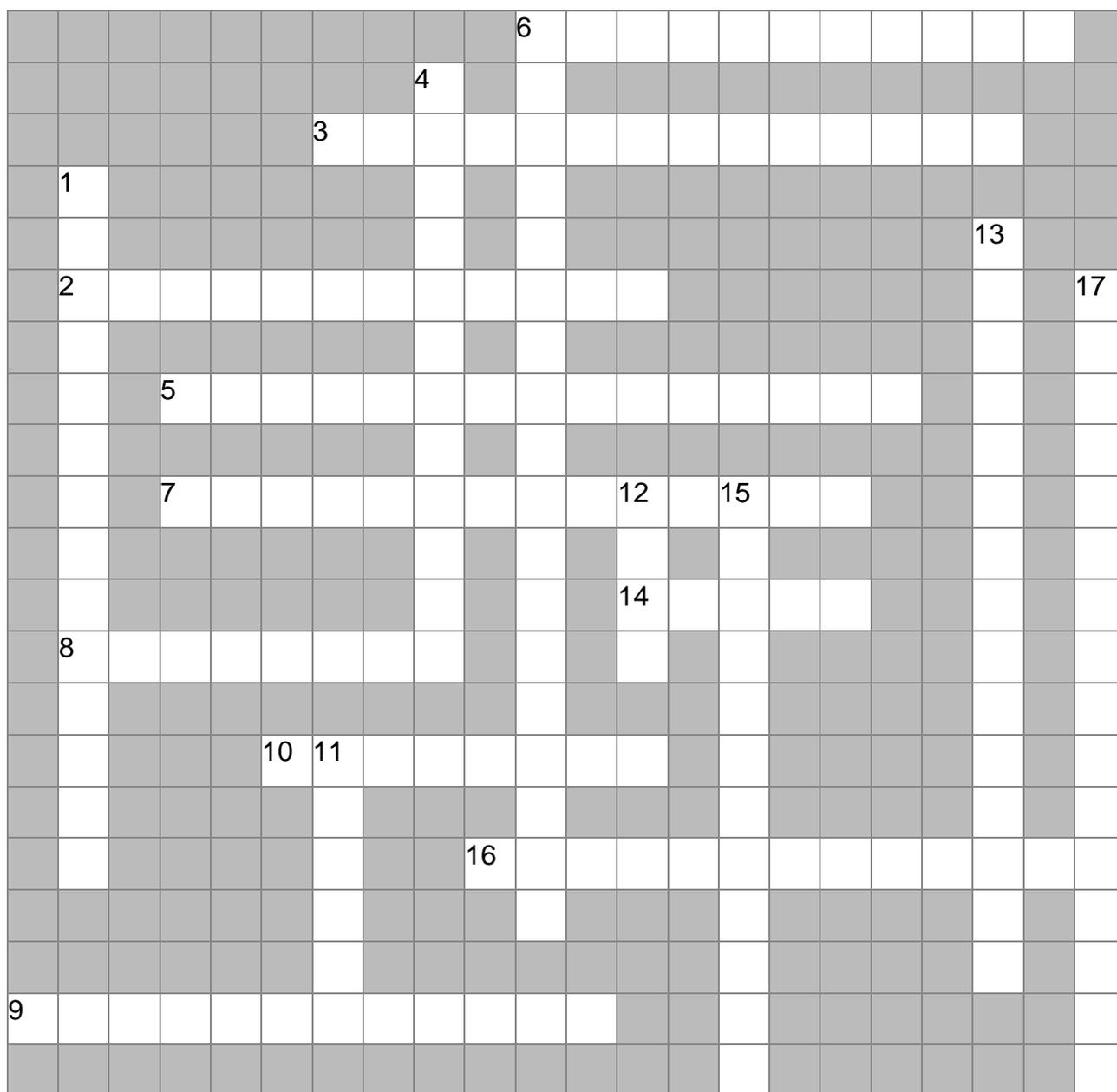
Вписать по горизонтали:

6. Современный планиметр, имеющий электрический источник питания.
7. Приспособление для отражения лучей при производстве линейных измерений.
8. Кратчайшее расстояние между двумя точками на плоскости.
9. Линейная величина, отсчитываемая по нивелирной рейке между нулевым её штрихом и высотой визирования.
11. У нивелира рабочая мера невысокой точности в виде круговой шкалы.
13. Система штрихов, нанесённых на линзу окуляра и видимых в плоскости изображения, даваемого объективом зрительной трубы.
14. Модель штатива с выдвижными ножками.
16. Раздел математики.
17. Разность высот конечной и начальной точки.
18. Зрительная труба для наблюдения земных предметов, дающая прямое изображение.
19. Масштаб, указывающий, сколько метров на местности содержится в одном сантиметре плана или карты.

Вписать по вертикали:

1. Горизонталь, проведённая между основными горизонталями и обозначаемая штрихами.
2. Инструмент для измерения небольших расстояний по карте и многократного откладывания небольших расстояний.
3. Нивелир, действующий по законам гидромеханики, равновесия жидкостей под действием применяемых к ним сил.
4. Поверка, проводится на месте работ в полевых условиях и ставит целью контроль соблюдения основных геометрических условий, заложенных в геодезическом приборе.
5. Устройство для автоматического приведения визирной оси прибора в горизонтальное положение.
10. Комбинированная палетка с номограммой графического масштаба площадей.
12. Планиметр, все точки которого во время обвода контура подвижны.
15. Величина, числовой результат измерения, выполненного инструментом или прибором.

Учебная практика 19



Вписать по горизонтали:

2. Сетка на топографических картах, образуемая вертикальными и горизонтальными линиями, параллельными осям прямоугольных координат.

3. Подвижная вертикальная плоскость, проходящая через вертикальную ось прибора и вращающаяся вокруг неё.

5. Линейка прямая или круговая, предназначенная для вычислений с точностью до трех знаков, с использованием тригонометрических функций.

6. Нивелир по точности, обеспечивающий нивелирование с ошибкой не более 10 мм на 1 км двойного хода.

7. Горизонталь, проведённая между основными горизонталями и обозначаемая штрихами.

8. Планиметр, все точки которого во время обвода контура подвижны.

9. Нивелир по точности, обеспечивающий нивелирование с ошибкой не более 1 мм на 1 км двойного хода.

10. Понятие, по смыслу обратное ошибке измерения, не имеющее своего обозначения и числового выражения и характеризуемое величиной средней квадратической ошибки.

14. Стальное или чугунное изделие, предназначенное для закрепления геодезических знаков на долговременную сохранность.

16. Знаки, представляющие собой надписи и цифровые данные, которые дают возможность установить по карте число домов в населенном пункте, породу леса, размер деревьев, длину моста и пр.

Вписать по вертикали:

1. Устройство, установочное приспособление для фиксации подвижного узла прибора в заданном положении, у последних моделей нивелиров отсутствует.

4. Винт для точного приведения пузырька цилиндрического уровня в нуль-пункт, у нивелиров без компенсатора.

6. Метод нивелирования, когда измеряется расстояние и угол наклона линии между двумя точками.

11. Угловая величина дуги между нулевым штрихом лимба и индексом алидады.

12. Рабочая мера теодолита в виде круговой шкалы.

13. Знак уклона линии в обратном направлении.

15. Штатив с цельными ножками.

17. Метод нивелирования, основанный на законах гидростатики.

Учебная практика 20

Вписать по горизонтали:

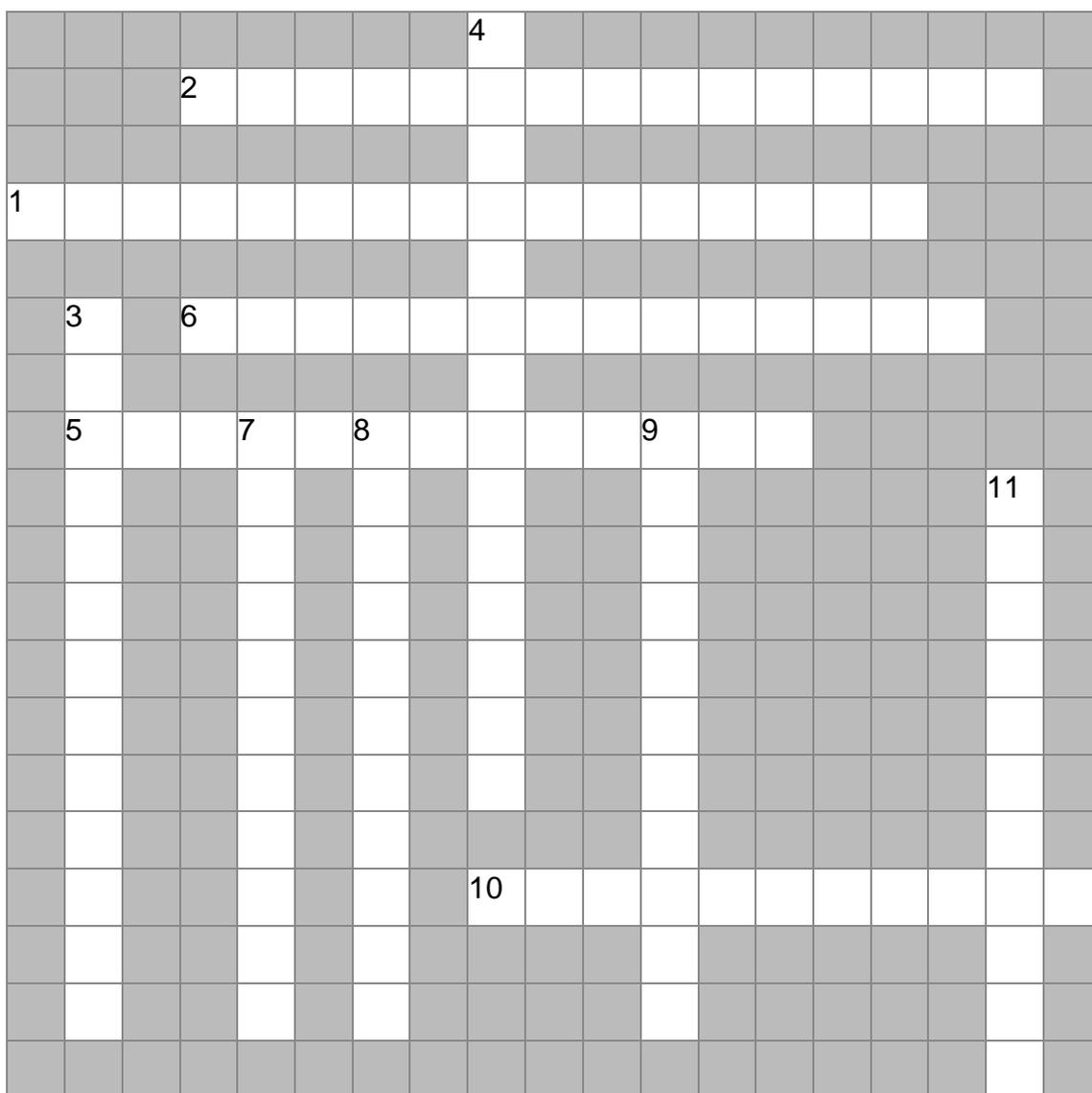
1. Приведение оси вращения теодолита в отвесное положение по уровню, а плоскости лимба в горизонтальное.

2. Устройство, установочное приспособление для приведения прибора в рабочее положение.

5. Знаки, применяемые для изображения мелких предметов местности, которые ввиду их малых размеров нельзя показать в масштабе плана.

6. Линейный угол в горизонтальной плоскости, являющийся мерой двугранного угла между отвесными плоскостями, проходящими через наблюдаемые направления.

10. Рейка, изготовленная из алюминия.



Вписать по вертикали:

3. Комплекс геодезических работ по определению разности высот двух точек.

4. Каким лучом выполняется геометрическое нивелирование?

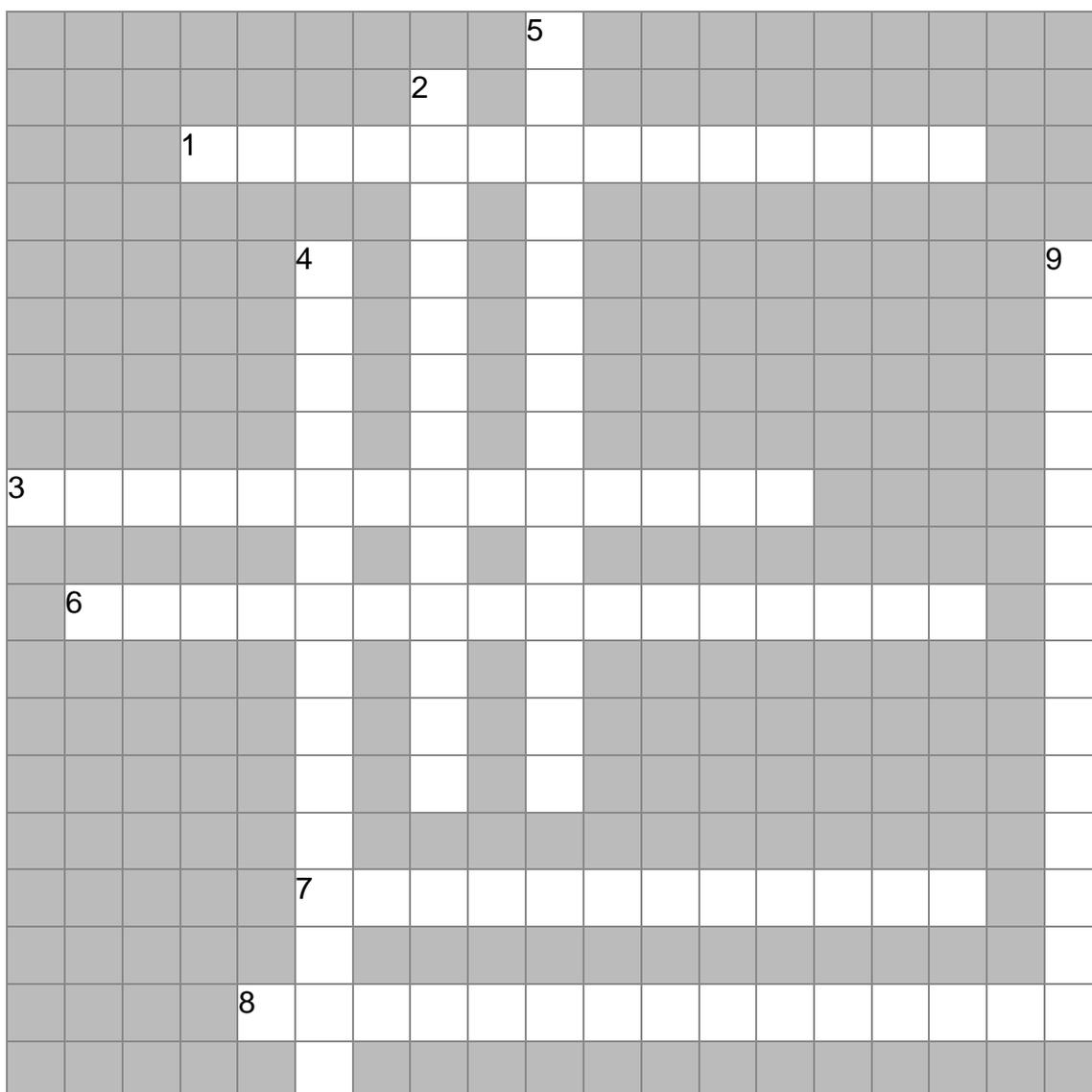
7. Поверка, проводится в профилактических целях в межсезонный период (в зимнее время в лабораторных условиях).

8. Геодезический прибор, определяющий свое местоположение в пространстве по принимаемым из космоса искусственным сигналам.

9. Величина, полученная в результате её однократного измерения.

11. Сводная ведомость площадей угодий.

Учебная практика 21



Вписать по горизонтали:

1. Метод нивелирования, с определением высот точек при помощи нивелиров.

3. Фотокамера, предназначенная для фотографирования поверхности Земли с летательных аппаратов.

6. Миниатюрная клавишная ЭВМ, созданная на интегральных микросхемах.

7. Теодолит по точности, обеспечивающий точность измерения горизонтального угла из одного приема от 4" до 20".

8. Метод нивелирования, с определением высот точек по разностям давления в этих точках.

Вписать по вертикали:

2. Совмещение центра лимба горизонтального круга с отвесной линией, проходящей через точку стояния прибора.

4. Труба небесная геодезического прибора для наблюдения звезд, дающая перевернутое изображение.

5. Ось вращения зрительной трубы в вертикальной плоскости.

9. Определение на местности по карте окружающих местных предметов и рельефа, а также своего местоположения.

ОТВЕТЫ НА ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Учебная практика 1

По горизонтали	По вертикали
2. Север 3. Рельеф 5. Цена 6. Пластиковый 7. Абак 11. Гномон 13. Точный 16. Полюс 17. Труба 20. Абе	1. Репер 2. Сажень 4. Веха 8. Вертикальная 9. Фут 10. Штатив 12. План 14. Компас 15. Ниже 16. Пункт 18. Сканер 19. Астролябия 21. Жезл

Учебная практика 2

По горизонтали	По вертикали
2. Гриф 3. Простой 6. Отсчётное 9. Уклон 11. Карта 12. Девяносто 14. Земная 17. Пункт 18. Сетка	1. Ар 4. Колпачок 5. Фут 7. Астролябия 8. Невязка 10. Центрир 12. Дюйм 13. Абе 15. Отсчёт 16. Штатив 19. Акр

Учебная практика 3

По горизонтали	По вертикали
1. Полюс 2. Поле	4. Специальные 5. Объектив

3. Румбический 8. Рулетка 9. Склон 10. План 11. Бленда 12. Румб 14. Сканер 17. Цена	6. Вперёд 7. Ниже 8. Рельеф 9. Сеть 13. Классное 15. Карта 16. Линейка
--	--

Учебная практика 4

По горизонтали	По вертикали
3. Параллакс 4. Пластиковый 7. Сканер 8. Сигнал 10. Ветров 14. Труба 16. Лимб	1. Телескоп 2. Цена 5. Север 6. Шмалькальдера 8. Сетка 9. Становой 11. Аликвотная 12. Абак 13. Промилле 15. Уклон 17. Метр

Учебная практика 5

По горизонтали	По вертикали
1. Рамки 3. Уклон 6. Теоретическая 8. Колпачок 10. Дальномер 12. Зенитное 16. Рейка 18. Визир	2. Линейные 4. Пулково 5. Цилиндрический 6. Термометр 7. Артиллерийская 9. Спутник 11. Пункт 13. Прямая 14. Черта 15. Инварная 17. Невязка 19. Знаки

Учебная практика 6

По горизонтали	По вертикали
1. Обратный	3. Номограмма
2. Доли	4. Алидада
5. Марка	7. Изолиния
6. Эратосфен	9. Астролябия
8. Накопления	10. Aneroid
12. Ярд	11. Теодолит
13. Лидар	14. Осевой
17. Точный	15. Цифровая
18. Наклона	16. Нитяной
20. Арабы	19. Высота

Учебная практика 7

По горизонтали	По вертикали
1. Оптика	2. Биссектор
3. Гектар	5. Периодическая
4. Фототеодолит	6. Дисплей
6. Дирекционный	7. Стереоснимки
8. Точный	10. Кеплер
9. Радиан	12. Составная
11. Марка	14. Аршин
13. Цельная	

Учебная практика 8

По горизонтали	По вертикали
1. Стефани	3. Кабельтов
2. Сечение	4. Транспортир
5. Экватор	7. Клавиши
6. Склонение	11. Параллельная
8. Нивелир	12. Насадка
9. Простой	13. Сотка
10. Отвес	14. Штриховка
11. Палетка	15. Нитяной
16. Абрис	16. Аккумулятор
17. Окуляр	19. Поправка
18. Уклон	

Учебная практика 9

По горизонтали	По вертикали
1. Точность 2. Функция 3. Гномон 5. Внемасштабные 6. Градус 8. Гиппарх 12. Горный 13. Необходимая 14. Герон 15. Километр 17. Нитяной	4. Секунда 7. Наводящий 9. Масштабные 10. Проценты 11. Счёты 16. Обводной 18. Девяносто

Учебная практика 10

По горизонтали	По вертикали
1. Галилей 4. Девяносто 6. Топографическая 9. Площадные 10. Площадь 11. Станция 12. Градус 13. Шашечная 14. Счёты 16. Обводной 18. Функция	2. Тахеометр 3. Нитяной 5. Топографический 7. Масштабные 8. Готовальня 15. Среднего 17. Круговая 19. Юстировка 20. Компас

Учебная практика 11

По горизонтали	По вертикали
1. Округление 2. Курвиметр 4. Буссоль 6. Отсчётное 7. Глобус 8. Контур	2. Круглого 3. Уровень 5. Секунда 9. Треугольник 11. Барометр 12. Оптический

10. Допустимая 18. Кодовая	13. Точный 14. Численный 15. Профиль 16. Подставка 17. Средняя 19. Поверка
-------------------------------	---

Учебная практика 12

По горизонтали	По вертикали
2. Тахеометр 3. Светодалномер 7. Техническое 9. Стрелка 13. Полярный 14. Горный 15. Точность 16. Поперечный 17. Лазерный	1. Станция 4. Гринвичский 5. Масштаб 6. Метрология 8. Тканиевая 10. Герон 11. Компенсатор 12. Наводящее 18. Сложный

Учебная практика 13

По горизонтали	По вертикали
3. Анемометр 5. Трансверсаль 7. Гномон 11. Минута 12. Полярный 13. Ватерпас	1. Тригонометрические 2. Зарядное 4. Интегрирующее 6. Первичная 8. Комбинированный 9. Квадратная 10. Кремальера 12. Проценты 14. Компенсатор 15. Гиппарх

Учебная практика 14

По горизонтали	По вертикали
1. Циркуль 2. Горизонталей	1. Центрир 2. Горизонталь

3. Азимутальный 6. Тригонометрия 7. Высокоточный 8. Иллюминатор 13. Круглый	4. Вертикальный 5. Телескопическая 9. Линейный 10. Кремальера 11. Стереоскоп 12. Английская 14. Легенда
---	---

Учебная практика 15

По горизонтали	По вертикали
1. Предельная 2. Контурный 4. Километр 6. Контурные 9. Арифмометр 10. Вычитание 11. Рифельные 12. Дальномерная 13. Раздвижная 14. Подъёмный 16. Наводящий	3. Планиметр 5. Водосборная 7. Зарамочное 8. Графический 10. Вкраплённый 15. Деревянная 17. Дробышева 18. Призменный

Учебная практика 16

По горизонтали	По вертикали
1. Штриховая 5. Основание 6. Метрическая 7. Эксплуатационная 9. Отражатель 10. Цилиндрического 14. Точность 16. Нивелирная	2. Погрешность 3. Колонка 4. Земная 8. Гидростатический 10. Циркуль 11. Полярная 12. Нераздвижной 13. Ситуационный 15. Наклонным 17. Геометрия

Учебная практика 17

По горизонтали	По вертикали
2. Основание	1. Колонка
5. Плёночный	3. Механический
6. Женевская	4. Тригонометрическое
8. Штриховая	7. Метрическая
11. Электронный	9. Наклонным
14. Десятина	10. Ситуационный
15. Складная	12. Верньер
16. Измеритель	13. Нивелирная
18. Компьютер	17. Бергштрих
21. Погрешность	19. Полярная
22. Циркуль	20. Повторений

Учебная практика 18

По горизонтали	По вертикали
6. Электронный	1. Полугоризонталь
7. Отражатель	2. Микроизмеритель
8. Проложение	3. Гидростатический
9. Отсчёт	4. Эксплуатационная
11. Лимб	5. Компенсатор
13. Сетка	10. Площадная
14. Раздвижной	12. Линейный
16. Геометрия	15. Измеренная
17. Превышение	
18. Земная	
19. Именованный	

Учебная практика 19

По горизонтали	По вертикали
2. Координатная	1. Закрепительное
3. Коллимационная	4. Элевационный
5. Логарифмическая	6. Тригонометрическое
6. Технический	11. Отсчёт
7. Дополнительная	12. Лимб
8. Линейный	13. Противоположный

9. Высокоточный 10. Точность 14. Марка 16. Пояснительные	15. Нераздвижной 17. Гидростатическое
---	--

Учебная практика 20

По горизонтали	По вертикали
1. Горизонтирование 2. Горизонтирующее 5. Внемасштабные 6. Горизонтальный 10. Алюминиевая	3. Нивелирование 4. Горизонтальным 7. Межсезонная 8. Спутниковый 9. Необходимая 11. Экспликация

Учебная практика 21

По горизонтали	По вертикали
1. Геометрическое 3. Аэрофотокамера 6. Микрокалькулятор 7. Среднеточный 8. Барометрическое	2. Центрирование 4. Астрономическая 5. Горизонтальная 9. Ориентирование

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эффективное управление территориями, как небольших городов и муниципальных образований, так и крупных агломераций и мегаполисов, и субъектов Российской Федерации возможно на основе достоверных и актуализированных картографических и геодезических данных. Получение которых обеспечивается владением методикой геодезических измерений, анализа и оценки сложившейся ситуации, умением формулировки четких конкретных задач, знанием путей и технологии их решения.

Учебное пособие «Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков» содержит необходимые методические рекомендации по выполнению поверок и юстировок геодезических приборов для обеспечения точности измерений, технологии геодезических полевых и камеральных работ. Приведённые примеры конкретных геодезических задач позволят бакалавру самостоятельно выполнять полевые работы и на их основе формировать выходные технические документы. Приобретённые в процессе прохождения учебной практики умения и навыки станут основой профессиональной деятельности в сфере земельно-имущественных отношений.

В пособие включены контрольные вопросы по рассматриваемым практическим работам. Студенты после изучения каждой практической работы учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков смогут самостоятельно оценить уровень усвоения пройденного материала. Для этой же цели предлагаются тестовые задания в виде кроссвордов, что также повысит уровень владения профессиональной терминологией.

В результате выполнения работ данной практики у бакалавра формируются общепрофессиональные и профессиональные компетенции, которые обеспечивают ему в его профессиональной деятельности возможность решать практические задачи, связанные с решением задач землеустройства и ведения единого государственного реестра недвижимости.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Авакян, В.В. Прикладная геодезия: технологии инженерно-геодезических работ / В.В. Авакян. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. – 588 с.
2. Беликов, А.Б. Математическая обработка результатов геодезических измерений / А.Б. Беликов, В.В. Симонян. – М.: МГСУ, 2015. – 427 с.
3. Булдакова, М.Б. Геодезия. Тахеометрическая съёмка и построение геодезической сети: учеб. пособие / М.Б. Булдакова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2000. – 136 с.
4. Ганьшин, В.Н. Таблицы для разбивки круговых и переходных кривых / В.Н. Ганьшин, Л.С. Хренов. – М.: Недра, 1985. – 430 с.
5. Геодезия, картография, геоинформатика, кадастр: энциклопедия: в 2 т. – М.: Геодезкартиздат, 2008. – Т. 1. – 496 с.
6. Геодезия, картография, геоинформатика, кадастр: энциклопедия: в 2 т. – М.: Геодезкартиздат, 2008. – Т. 2. – 496 с.
7. Геодезия. Изучение оптического теодолита 4Т30П: метод. указания к выполнению лабораторных работ / К.Н. Шумаев, Ю.В. Горбунова А.Я. Сафонов [и др.]; Краснояр. гос. аграр. ун-т.– Красноярск, 2016.– 36 с.
8. Геодезия. Лазерный дальномер Leica DISTO A5: метод. указания к выполнению лабораторных работ / К.Н. Шумаев, Ю.В. Горбунова А.Я. Сафонов [и др.]; Краснояр. гос. аграр. ун-т.– Красноярск, 2014. – 39 с.
9. Геодезия: учеб. для вузов / А.Г. Юнусов, А.Б. Беликов, В.Н. Баранов [и др.]. – М.: Академический проект; Трикста, 2015. – 411с.
10. Гиршберг, М.А. Геодезия: учебник / М.А. Гиршберг. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. – 384 с.
11. Горбунова, Ю.В. Ландшафтная архитектура: учеб. пособие / Ю.В. Горбунова, А.Я. Сафонов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2014. – 245 с.
12. ГОСТ 7.32 01. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчёт о научно-

- исследовательской работе. Структура и правила оформления. – М., 2001.
13. ГОСТ Р 7.0.5-2008. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. – М., 2008.
 14. ГОСТ21667-76. Картография. Термины и определения. – М., 1976.
 15. Дьяков, Б.Н. Основы геодезии и топографии: учеб. пособие / Б.Н. Дьяков, В.Ф. Ковязин, А.Н. Соловьёв. – СПб.: Лань, 2011. – 272 с.
 16. Золотова, Е.В. Геодезия с основами кадастра: учеб. для студентов вузов / Е.В. Золотова, Р.Н. Скогорева. – М.: Академический проект; Трикста, 2015. – 414 с.
 17. Инженерная геодезия: учеб. для студентов вузов / А.Г. Парамонов [и др.]. – М.: МАКС Пресс, 2014. – 368 с.
 18. Инженерная геодезия: учебник / Е.Б. Ключин, М.И. Киселёв, Д.Ш. Михелев [и др.]. – М.: Академия, 2010. – 496 с.
 19. Инструкция о порядке контроля и приёмки геодезических, топографических и картографических работ (ГКИНП (ГНТА)-17-004-99) / Федер. служ. геод. и картогр. России. – М.: ЦНИИГАиК, 1999.
 20. Инструкция по топографической съёмке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 (ГКИНП-02-033-82) / ГУГК. – М.: Недра, 1985. – 152 с.
 21. Карпенко, В.Д. Геодезия в ландшафтной архитектуре: учеб. пособие / В.Д. Карпенко, К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2013. – 150 с.
 22. Киселёв, М.И. Геодезия: учебник / М.И. Киселёв, Д.Ш. Михелев. – М.: Академия, 2004. – 384 с.
 23. Киселёв, М.И. Основы геодезии: учебник / М.И. Киселёв, Д.Ш. Михелев. – М.: Высш. шк., 2001. – 368 с.
 24. Курошев, Г.Д. Геодезия и топография: учеб. для вузов / Г.Д. Курошев, Л.Е. Смирнов. – М.: Академия, 2006. – 176 с.
 25. Куштин, И.Ф. Инженерная геодезия: учебник / И.Ф. Куштин, В.И. Куштин. – Ростов-н/Д: Феникс, 2002. – 416 с.
 26. Маслов, А.В. Геодезия / А.В. Маслов, А.В. Гордеёв, Ю.Г. Батраков. – М.: КолосС, 2006. – 598 с.

27. Маслов, А.В. Геодезия: учеб. для вузов / А.В. Маслов, А.В. Гордеёв, Ю.Г. Батраков. – М.: Недра, 1993. – 480 с.
28. Мирошников, А.Е. Картография с основами топографии: метод. пособие / А.Е. Мирошников, Е.В. Бажкова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2004. – 92 с.
29. Нестеренок, М.С. Геодезия: учебник / М.С. Нестеренок, В.Ф. Нестеренок, А.С. Позняк. – Минск: Университетское, 2001. – 310 с.
30. Неумывакин, Ю.К. Практикум по геодезии: учеб. пособие / Ю.К. Неумывакин. – М.: КолосС, 2008. – 318 с.
31. Основные положения о государственной геодезической сети Российской Федерации ГКИНП (ГНТА)-01-006-03. – М., 2003.
32. Основные положения об опорной межевой сети. ЕСДЗем. 02-06-005-02. – М., 2002.
33. Охрана труда: Путеводитель по нормативным документам / Комитет труда администрации Красноярского края. – Красноярск, 2002. – 512 с.
34. Первунин, В.А. Картография: учеб.-метод. пособие / В.А. Первунин; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2009. – 130 с.
35. Перфилов, В.Ф. Геодезия: учеб. для вузов / В.Ф. Перфилов, Р.Н. Скогорева, Н.В. Усова. – М.: Высш. шк., 2006. – 350 с.
36. Поклад, Г.Г. Геодезия: учеб. пособие для студентов вузов / Г.Г. Поклад, С.П. Гриднев. – М.: Академический проект, 2013. – 539 с.
37. Правила начертания условных знаков на топографических планах подземных коммуникаций масштабов 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000, 1:500 / ГУГК. – М.: Недра, 1981. – 44 с.
38. Правила по технике безопасности на топографо-геодезических работах: справ. пособие (ПТБ-88) / ГУГК. – М.: Недра, 1991. – 303 с.
39. Практикум по геодезии: учеб. пособие для студ. вузов / под ред. Г.Г. Поклада. – М.: Академический проект; Фонд «Мир», 2015. – 487 с.
40. Сайт «Leica Geosystems» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www. Leica-geosystems.ru/](http://www.Leica-geosystems.ru/).

41. Сайт «Геостройизыскания» [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://www.gsi.ru/>.
42. Сафонов, А.Я. Топография: учеб. пособие / А.Я. Сафонов, К.Н. Шумаев, Т.Т. Миллер; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2014. – 222 с.
43. Справочник стандартных и употребляемых (распространённых) терминов по геодезии, картографии, топографии, геоинформационным системам, пространственным данным. – М.: Братишка, 2007. – 736 с.
44. Топографическое черчение: учеб. для вузов / Н.Н. Лосяков, П.А. Скворцов [и др.]. – М.: Недра, 1986. – 325 с.
45. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 / ГУГК. – М.: Недра, 1989. – 286 с.
46. Условные знаки для топографической карты масштаба 1:10 000 / ГУГК. – М.: Недра, 1977. – 143 с.
47. Уставич, Г.А. Геодезия: учебник / Г.А. Уставич. – Новосибирск: СГГА, 2012. – Кн. 1. – 352 с.
48. Уставич, Г.А. Геодезия: учебник / Г.А. Уставич. – Новосибирск: СГГА, 2014. – Кн. 2. – 536 с.
49. Федеральный закон «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 30 декабря 2015 г. № 431-ФЗ // СПС «Консультант Плюс».
50. Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» от 27 апреля 1993 г. № 4871-1 // СПС «Консультант Плюс».
51. Федотов, Г.А. Инженерная геодезия: учеб. для студентов вузов / Г.А. Федотов. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 479 с.
52. Фельдман, В.Д. Основы инженерной геодезии: учебник / В.Д. Фельдман, Д.Ш. Михелев. – М.: Высш. шк., 2001. – 314 с.
53. Фокина, Л.А. Картография с основами топографии: учеб. пособ. для вузов / Л.А. Фокина. – М.: ВЛАДОС, 2005. – 335 с.
54. Хохановская, В.И. Пособие по дешифрированию аэрокосмических снимков и таблицы условных знаков для целей создания планов и карт / В.И. Хохановская; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2009. – 163 с.

55. Центры и реперы государственной геодезической сети СССР / ГУГК. – М.: Недра, 1973. – 40 с.
56. Чекалин, С.И. Основы картографии, топографии и инженерной геодезии: учеб. пособие для вузов / С.И. Чекалин. – М.: Академический проект, 2009. – 393 с.
57. Чурилова, Е.А. Картография с основами топографии. Практикум: учеб. пособие для вузов / Е.А. Чурилова, Н.Н. Колосова. – М.: Дрофа, 2004. – 128 с.
58. Шумаев, К.Н. Геодезия. Курс лекций: учеб. пособие / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов. – Красноярск: Гротеск, 2004. – 80 с.
59. Шумаев, К.Н. Геодезия. Составление плана объекта недвижимости: метод. указания к выполнению расч.-графич. работы / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Т.Т. Миллер; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2016. – 28 с.
60. Шумаев, К.Н. Геодезия. Топографо-геодезические инструменты уходящей эпохи: учеб. пособие / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ф.Н. Мойсеёнок; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2005. – 164 с.
61. Шумаев, К.Н. Геодезия: справ. пособие / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов. – Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2006. – 152 с.
62. Шумаев, К.Н. Геодезия. Нивелирование для подготовки площадки объекта недвижимости: метод. указания к выполнению полевых работ / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 26 с.
63. Шумаев, К.Н. Геодезия. Нивелирование и вертикальная планировка площадки для объекта недвижимости: метод. указания к выполнению расч.-графич. работы / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 36 с.
64. Шумаев, К.Н. Геодезия. Определение площади объекта недвижимости: метод. указания к выполнению расч.-графич. работы / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2018. – 41 с.
65. Шумаев, К.Н. Геодезия. Охрана труда при выполнении топографо-геодезических работ: метод. указания к выполнению полевых и камеральных работ / К.Н. Шумаев,

- А.Я. Сафонов, Т.Т. Миллер; Краснояр. гос. аграр. ун-т.– Красноярск, 2017. – 56 с.
66. Шумаев, К.Н. Геодезия. Решение задач по топографической карте: метод. указания по выполнению расч.-графич. работы / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова; Краснояр. гос. аграр. ун-т.– Красноярск, 2015. – 52 с.
67. Шумаев, К.Н. Геодезия. Топографо-геодезические работы в землеустройстве: учеб. пособие / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2007. – 180 с.
68. Шумаев, К.Н. Геодезия. Топографо-геодезические работы в мелиорации: учеб. пособие / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2007. – 192 с.
69. Шумаев, К.Н. Геодезия. Электронные теодолиты технической точности ТЕО 20 и 56-BDT30: учеб. пособие / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2010. – 52 с.
70. Шумаев, К.Н. Исполнительская практика: метод. указания к учебной практике / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 67 с.
71. Шумаев, К.Н. Картография. Основы геометризации пространства: учеб. пособие / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2012. – 308 с.
72. Шумаев, К.Н. Краткий топографо-геодезический справочник землеустроителя: учеб. пособие / К.Н. Шумаев; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2002. – 110 с.
73. Шумаев, К.Н. Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков по инженерной геодезии: метод. указания / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 56 с.
74. Шумаев, К.Н. Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков (35.03.10): метод. указания к выполнению полевых и камеральных работ / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2019. – 99 с.

75. Шумаев, К.Н. Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков научно-исследовательской деятельности: метод. указания / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 53 с.
76. Шумаев, К.Н. Геодезия. Изучение масштабов топографических планов и карт: метод. указания к выполнению расч.-графич. работы / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова; Краснояр. гос. аграр. ун-т.– Красноярск, 2015.– 28 с.
77. Южанининов, В.С. Картография с основами топографии / В.С. Южанининов. – М.: Высш. шк., 2005. – 302 с.
78. Ямбаев, Х.К. Инженерно-геодезические инструменты и системы: учеб. пособие для студ. вузов / Х.К. Ямбаев. – М.: МИИГАиК, 2012. – 461 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Каталог координат и высот пунктов полигонометрии 2-го разряда геодезического полигона Красноярского ГАУ, м

Номер пункта	X	Y	H
Хребтовый	75395.766	8038.653	162.065
5	75377.478	8171.983	
6	75217.276	8181.861	154.840
7	75045.082	8263.288	158.641
8	75041.139	8134.697	160.535
9	75004.145	8010.181	164.244
10	75101.675	7906.849	
11	75193.710	7888.967	161.789
12	75279.322	7875.069	161.496
13	75317.833	7897.669	160.046
14	75416.101	8005.533	161.287
16	74955.520	8187.042	163.007
17	74987.646	8308.417	
18	74915.661	8371.488	
20	74800.740	8479.901	146.678
21	74643.003	8593.869	133.702
23	74497.403	8573.779	
24	74465.190	8469.147	130.053
25	74444.816	8377.099	132.870
26	74394.033	8218.503	137.827
27	74391.951	8100.170	144.987
28	74345.238	7982.748	150.397
29	74323.735	7821.080	
33	74264.955	7630.892	165.306
34	74366.359	7577.850	
35	74429.613	7533.576	181.392
36	74459.591	7444.916	186.764
37	74513.434	7412.202	184.087
38	74576.503	7411.013	178.758
39	74707.629	7502.504	165.487
40	74803.122	7514.956	158.106
41	74943.713	7539.034	149.083
42	75003.858	7594.516	143.410
44	75001.990	7616.661	145.400

Окончание приложения А

Номер пункта	X	Y	H
45	74975.351	7786.151	141.997
46	74970.324	7848.290	
47	75004.064	7934.528	154.709
50	74908.902	8012.036	168.382
51	74815.687	7988.964	169.528
52	74712.350	7921.972	171.080
53	74671.374	7821.559	
54	74620.224	7645.373	
54'	74606.152	7500.460	173.363
55	74579.786	7954.294	160.907
56	74528.284	7996.240	
57	74578.386	8158.458	
57'	74605.149	8268.609	145.296
57"	74700.572	8430.474	140.133
60	74341.516	7774.655	160.568
61	74457.004	7743.142	167.764
62	74468.864	7696.876	171.914
63	74538.917	7661.357	176.932
68	75270.193	8037.944	160.269
69	75117.074	8029.334	160.461
t572	74701.51	8430.78	139.984
t75	74499.27	8578.17	127.697
t87	74497.89	8775.57	127.682
t81	74442.35	8384.01	132.583
t25	74445.38	8378.44	132.807
t83	74540.34	7957.79	158.139
t70	74701.09	8435.04	140.006
t71	74698.36	8432.97	139.876
t571	74605.25	8269.51	145.148
t76	74641.44	8405.17	138.573
t73	74637.92	8595.01	133.095
t74	74634.68	8595.47	132.883
t89	74633.79	8603.17	132.563
t88	74535.09	8677.64	126.658
t80	74477.20	8523.50	128.538
t26	74393.66	8220.05	137.757
t82	74376.86	8117.22	143.127
t521	74705.37	7922.14	171.014

**Пример использования таблиц В.Н. Ганьшина,
Л.С. Хренова для определения основных элементов
круговых кривых**

Таблица 1.1 «Основные элементы круговых кривых» [4], расположенная на страницах 14–183, содержит значения: тангенса T , длины кривой K , домера D и биссектрисы B для радиуса $R=1000$ м и углов поворота α от 0 до 170° через одну минуту дуги. Авторы [1] для обозначения угла поворота использовали букву α , что надо признать неудачным, так как в геодезии данной буквой обозначают дирекционный угол. Поэтому в представленных методических указаниях для обозначения угла поворота использована буква φ . Далее приведены примеры решения задач при помощи таблицы.

Задача 1

Определить основные элементы круговой кривой для $R=1000$ м и $\varphi=64^\circ 12'$.

В таблице 1.1 (страница 78) в первых четырёх колонках, над которыми стоит « $\alpha=64^\circ$ », в строке против $12'$ считываем $T=627,30$ м, $K=1120,50$ м, $D=134,10$ м и $B=180,47$ м (таблица А.1).

Задача 2

Определить основные элементы круговой кривой для $R=1275$ м и $\varphi=65^\circ 14'$.

В таблице 1.1 (страница 78) в четырёх крайних правых колонках, над которыми стоит « $\alpha=65^\circ$ », в строке против $14'$ для $R=1000$ м считываем $T=639,94$ м, $K=1138,54$ м, $D=141,34$ м и $B=187,23$ м (таблица Б.1).

Для $R=1275$ м получаем значения:

$$T = 639,94 \cdot 1,275 = 815,92 \text{ м.}$$

$$K = 1138,54 \cdot 1,275 = 1451,64 \text{ м.}$$

$$D = 141,34 \cdot 1,275 = 180,21 \text{ м.}$$

$$B = 187,23 \cdot 1,275 = 231,07 \text{ м.}$$

Таблица Б.1 – Основные элементы круговых кривых

$\alpha = 64^\circ$				$R = 1000$	$\alpha = 65^\circ$			
Основные элементы круговых кривых, м				Минуты угла α	Основные элементы круговых кривых, м			
<i>T</i>	<i>K</i>	<i>Д</i>	<i>Б</i>		<i>T</i>	<i>K</i>	<i>Д</i>	<i>Б</i>
624,87	1117,01	132,73	179,18	0	637,07	1134,46	139,68	185,69
625,07	30	84	29	1	27	75	79	80
27	59	95	39	2	48	1135,05	91	91
625,48	1117,88	133,08	179,50	3	637,68	1135,34	140,02	186,02
68	1118,17	19	61	4	89	63	15	23
88	47	29	71	5	638,09	92	26	24
626,08	1108,76	133,40	179,82	6	638,30	1136,21	140,39	186,35
29	1119,05	53	93	7	50	50	50	46
49	34	64	180,04	8	71	79	63	57
626,29	1119,63	133,75	180,14	9	638,91	1137,08	140,74	186,68
89	92	86	25	10	639,12	37	87	79
627,10	1120,21	99	36	11	32	66	98	90
627,30	1120,50	134,10	180,47	12	639,53	1137,95	141,11	187,01
50	79	21	58	13	73	1138,25	21	12
70	1121,08	32	68	14	94	54	34	23
627,91	1121,37	134,45	180,79	15	640,14	1138,83	141,45	187,34
628,11	66	56	90	16	35	1139,12	58	45
31	96	66	181,01	17	55	41	69	56
628,52	1122,25	134,79	181,11	18	640,76	1139,70	141,82	187,67
72	54	90	22	19	96	99	93	78
92	83	135,10	33	20	641,17	1140,28	142,06	90
629,12	1123,12	135,12	181,44	21	641,37	1140,57	142,17	188,01
33	41	25	55	22	58	86	30	12
53	70	36	66	23	78	1141,15	41	23
629,73	1123,99	135,47	181,76	24	641,99	1141,45	142,53	188,34
94	1124,28	60	87	25	642,19	74	64	45
630,14	57	71	98	26	40	1142,03	77	56
630,34	1124,86	135,82	182,09	27	642,60	1142,32	142,88	188,67
55	1125,16	94	20	28	81	61	143,01	78
75	45	136,05	31	29	643,02	90	14	89
630,95	1125,74	136,16	182,41	30	643,22	1143,19	143,25	189,01

Образец оформления титульного листа отчёта бригады

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНСТИТУТ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА, КАДАСТРОВ И ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА
КАФЕДРА ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ**

**Отчёт
о прохождении учебной практики по получению
первичных профессиональных умений и навыков**

За период с «_____» _____ 2019 г. по «_____» _____ 2019 г.

Студента (-ки) гр. _____

(Ф.И.О.)

Научный руководитель _____

(степень, должность, Ф.И.О.)

Красноярск 2020

Показатели и критерии оценки результатов обучения

Показатели и критерии оценки результатов прохождения учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков

Показатель оценки результатов обучения	Критерий оценки результатов обучения	Шкала оценивания
1	2	3
ОПК-3 – способность использовать знание современных технологий проектных, кадастровых и других работ, связанных с землеустройством и кадастрами		
Высокий уровень	<p>Студенты способны использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных практико-ориентированных ситуациях и научных исследованиях в землеустройстве и кадастрах.</p> <p>Полное и глубокое изучение круга вопросов, реализация целей и задач дисциплины, получение знаний, умений и способностей, определенных программой и планом дисциплины, освоение планируемой компетенции в полном объеме.</p> <p>Способны грамотно представлять результаты научных исследований, проектных, кадастровых и других работ в устной, текстовой и графической форме.</p> <p>Достигнутый уровень оценки результатов обучения студентов по практике является основой для формирования других общепрофессиональных и профессиональных компетенций, соответствующих требованиям ФГОС</p>	87–100 баллов (зачтено)

Продолжение прил. Г

1	2	3
<p>Продвинутый уровень</p>	<p>Студенты продемонстрировали результаты на уровне осознанного владения учебным материалом и учебными умениями, навыками и способами научных, проектных, кадастровых и других работ деятельности по выполненной практике.</p> <p>Неполное изучение круга вопросов, неполная реализация целей и задач дисциплины, получение знаний, умений и способностей, определённых программой и планом практики научных, проектных, кадастровых и других работ, при полном освоении планируемой компетенции.</p> <p>Студенты способны анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения научных, проектных, кадастровых и других работ в практико-ориентированных ситуациях</p>	<p>74–86 баллов (зачтено)</p>
<p>Пороговый уровень</p>	<p>Достигнутый уровень оценки результатов обучения показывает, что студенты обладают необходимой системой научных знаний и владеют некоторыми умениями по дисциплине.</p> <p>Способны применять в выполнении научных, проектных работ различные технологии работ. Владеют навыками и приёмами геодезических работ. Способны использовать в практической деятельности правила составления и оформления топографических, землеустроительных, кадастровых планов и карт.</p> <p>Студенты способны понимать и интерпретировать освоенную информацию, что является основой успешного формирования умений и навыков для решения научных и практико-ориентированных задач</p>	<p>60 баллов (зачтено)</p>

Продолжение прил. Г

1	2	3
<p>ПК-8 – способность использовать знания современных технологий сбора, систематизации, обработки и учёта информации об объектах недвижимости современных географических и земельно-информационных систем</p>		
<p>Высокий уровень</p>	<p>Студенты способны использовать сведения из различных источников для успешного внедрения результатов исследований и новых разработок в нестандартных практико-ориентированных ситуациях при проведении землеустроительных и кадастровых работ.</p> <p>Полное и глубокое изучение круга вопросов, реализация целей и задач практики, получение знаний, умений и способностей использования технологий сбора, систематизации, обработки и учёта информации об объектах недвижимости, определённых программой и планом практики, освоение планируемой компетенции в полном объёме.</p> <p>Способны грамотно представлять результаты внедрения исследований и новых разработок при проведении землеустроительных и кадастровых работ в устной, текстовой и графической форме.</p> <p>Достигнутый уровень оценки результатов обучения студентов по практике является основой для формирования других общепрофессиональных и профессиональных компетенций, соответствующих требованиям ФГОС</p>	<p>87–100 баллов (зачтено)</p>
<p>Продвинутый уровень</p>	<p>Студенты продемонстрировали результаты на уровне осознанного владения учебным материалом и учебными умениями, навыками внедрения результатов исследований и новых разработок при проведении землеустроительных и кадастровых работ по выполненной практике</p>	<p>74–86 баллов (зачтено)</p>

1	2	3
	<p>Неполное изучение круга вопросов, неполная реализация целей и задач практики, получение знаний, умений и способностей использования технологий сбора, систематизации, обработки и учёта информации об объектах недвижимости, определённых программой и планом практики, внедрения результатов исследований и новых разработок при проведении землеустроительных и кадастровых работ, при полном освоении планируемой компетенции.</p> <p>Студенты способны анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения внедрения результатов исследований и новых разработок при проведении землеустроительных и кадастровых работ в практико-ориентированных ситуациях</p>	
Пороговый уровень	<p>Достигнутый уровень оценки результатов обучения показывает, что студенты обладают необходимой системой знаний и владеют некоторыми умениями внедрения результатов исследований и новых разработок при проведении землеустроительных и кадастровых работ по практике.</p> <p>Способны применять полученные знания использования технологий сбора, систематизации, обработки и учёта информации об объектах недвижимости, методы внедрения результатов исследований и новых разработок. Владеют навыками и приёмами внедрения результатов исследований и новых разработок при проведении землеустроительных и кадастровых работ. Способны использовать в своей деятельности методику внедрения результатов исследований и новых разработок.</p> <p>Студенты способны понимать и интерпретировать освоенную информацию, что является основой успешного формирования умений и навыков для решения внедренческих и практико-ориентированных задач</p>	60 баллов (зачтено)

Продолжение прил. Г

1	2	3
ПК-10 – способность использовать знание современных технологий при проведении землеустроительных и кадастровых работ		
Высокий уровень	<p>Студенты способны использовать сведения из различных источников научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта для успешного исследования и поиска решения в нестандартных практико-ориентированных ситуациях современных технологий в использовании земли и иной недвижимости при проведении землеустроительных и кадастровых работ.</p> <p>Полное и глубокое изучение круга вопросов, реализация целей и задач практики, получение знаний, умений и способностей применения современных технологий в использовании земли и иной недвижимости, определённых программой и планом практики, освоение планируемой компетенции в полном объёме.</p> <p>Способны грамотно представлять результаты изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта использования земли и иной недвижимости в устной, текстовой и графической форме.</p> <p>Достигнутый уровень оценки результатов обучения студентов по практике является основой для формирования других общепрофессиональных и профессиональных компетенций, соответствующих требованиям ФГОС</p>	87–100 баллов (зачтено)
Продвинутый уровень	Студенты продемонстрировали результаты на уровне осознанного владения учебным материалом и учебными умениями, навыками и способами использования земли и иной недвижимости при проведении землеустроительных и кадастровых работ по выполненной практике	74–86 баллов (зачтено)

1	2	3
	<p>Неполное изучение круга вопросов, неполная реализация целей и задач практики, получение знаний, умений и способностей использования современных технологий, определённых программой и планом практики использования земли и иной недвижимости при проведении землеустроительных и кадастровых работ, при полном освоении планируемой компетенции.</p> <p>Студенты способны анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения использования земли и иной недвижимости при проведении землеустроительных и кадастровых работ в практико-ориентированных ситуациях</p>	
Пороговый уровень	<p>Достигнутый уровень оценки результатов обучения показывает, что студенты обладают необходимой системой знаний и владеют некоторыми умениями в использовании земли и иной недвижимости при проведении землеустроительных и кадастровых работ по практике.</p> <p>Способны применять в выполнении проектных работ современные технологии, различные методы использования земли и иной недвижимости. Владеют навыками и приёмами использования земли и иной недвижимости при проведении землеустроительных и кадастровых работ. Способны использовать в практической деятельности методы и способы использования земли и иной недвижимости.</p> <p>Студенты способны понимать и интерпретировать освоенную информацию использования земли и иной недвижимости, что является основой успешного формирования умений и навыков для решения научных и практико-ориентированных задач</p>	60 баллов (зачтено)

**УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА
ПО ПОЛУЧЕНИЮ ПЕРВИЧНЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ
УМЕНИЙ И НАВЫКОВ**

Учебное пособие

Составители:

*Сафонов Александр Яковлевич
Шумаев Константин Николаевич
Миллер Татьяна Тимофеевна
Горбунова Юлия Викторовна*

Электронное издание

Редактор Т.М. Матрич

Подписано в свет 04.03.2020. Регистрационный номер 247
Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного
университета
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117
e-mail: rio@kgau.ru