

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «БУРЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ДОРЖИ БАНЗАРОВА»

ИНСТИТУТ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
Кафедра географии и геоэкологии

«УТВЕРЖДЕНА»
Решением ученого совета ИЕН
«10» октября 2023 г. протокол №1

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРАКТИКИ

Учебная практика
Вид практики

Ознакомительная практика по топографии
*(Указать тип практики (при необходимости) (в соответствии с требованиями
ФГОС ВО/ ФГОС СПО, ОПОВ ВО / ОПОП СПО))*

Направление подготовки /специальность
05.03.02 География

Профиль подготовки / специальность
Экономическая и социальная география, региональный туризм

Квалификация (степень) выпускника
бакалавр

Форма обучения
Очная

Улан-Удэ
2023

Цель учебной практики по топографии - закрепление теоретических знаний полученных на занятиях по топографии и получение практических навыков работы в полевых условиях с геодезическими приборами по проведению различных видов съемки и составлению топографических планов и карт.

Задачи учебной практики:

- приобретение навыков проведения различных видов топографической съемки;
- приобретение навыков работы с различными видами геодезических приборов;
- приобретение навыков оформления результатов съемки.

Вид практики, способ и форма проведения практики

Вид практики – учебная практика; Способ проведения – выездная;

Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате прохождения данной практики у обучающихся должны быть сформированы элементы следующих компетенций в соответствии с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы на основе ФГОС по данному направлению подготовки:

Шифр	Содержание компетенции	Код и наименование индикатора достижения ОПК
ОПК-3	Способен применять базовые географические подходы и методы при проведении комплексных и отраслевых географических исследований на разных территориальных уровнях	ОПК -3.1 Использует знание базовых методов отраслевых и комплексных географических исследований ОПК -3.2 Применяет картографические материалы, космические и аэрофотоснимки при проведении исследований и работ географической направленности ОПК -3.3. Применяет методы полевых исследований для сбора географической информации и данных
ПК-2	Способен использовать специальные знания и методы географических наук при решении научно-исследовательских задач	ПК-2.1 Применяет знания и подходы географических наук для решения профильных научно-исследовательских задач ПК-2.2 Определяет круг задач в рамках поставленной цели, этапы научного исследования ПК-2.3 Подбирает приемы и методы, соответствующие целям и задачам научного исследования
ПК-4	Способен использовать стандартное и специализированное программное обеспечение (в т.ч. ГИС) для формирования баз данных о состоянии природных, природно-хозяйственных и социально-экономических территориальных систем	ПК-4.1. Определяет параметры состояния природных, природно-хозяйственных и социально-экономических территориальных систем ПК-4.2. Использует программное обеспечение и ГИС технологии для сбора и систематизации данных о пространственных объектах ПК-4.3. Использует приемы визуализации и оформления информации географической направленности

В результате прохождения данной практики обучающийся должен:

Знать:

- Виды топографической съемки местности;
- Методы геодезических измерений и определения координат точек местности.

Уметь:

- Выполнять измерения пространственных характеристик объектов местности;
- Проводить обработку материалов полевых съемок;
- Составлять топографические планы местности.

Владеть:

- Навыками организации и проведения полевых исследований, сбора информации, методами выполнения;
- Методами проведения топографической съемки.

Место практики в структуре образовательной программы

Учебная ознакомительная практика по топографии является обязательным составным элементом ОПОП ВО по направлению подготовки 05.03.02 География (Б2.О.03 (У)).

Учебная практика базируется на прохождении следующих дисциплин: «Картография», «Топография». Для прохождения данной практики студенту необходимо обладать базовыми знаниями, полученными при обучении, включая необходимые навыки проведения полевых и практических исследований, а также базовые теоретические знания. Прохождение данного вида практики позволяет собрать необходимый материал для написания для изучения следующих дисциплин по направлению.

Место и сроки проведения практики

Учебная ознакомительная практика по топографии проводится в полевых условиях с выездом в один из районов Республики Бурятия.

В соответствии с учебным планом срок проведения практики составляет 2 недели (4семестр).

Объем и содержание практики

Общая трудоемкость практики составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов, в т.ч. в форме практической подготовки 108 академических часов.

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Практическая работа	Самостоятельная работа
1.	Подготовительный этап. На данном этапе проводится ознакомление студентов с порядком проведения практики, со специальной литературой, геодезическими приборами местом проведения практики. Проводится поверка геодезических приборов и инструктаж по технике безопасности	16	-
2.	Полевой этап. На данном этапе проводятся различные виды геодезической съемки местности: буссольной, теодолитной, мензульной, глазомерной, а также нивелирования (или ватерпасовки). Студенты ведут полевые дневники, заполняют журналы съемки, вычерчивают абрисы. Проводится проверка материалов съемки: журналов, абрисов	54	-
3.	Камеральный. На данном этапе проводится обработка материалов съемки, вычерчиваются планы и профили, ведется подготовка отчета по практике. Преподавателем проверяются обработанные материалы съемки	30	-
4.	Заключительный этап. Защита результатов прохождения практики студентами. Студенты предоставляют окончательно подготовленные отчеты о прохождении практики	8	-

БРС

Семестр	Контрольные точки	Баллы
4 семестр	Текущий контроль в разделе «Этап 1. Подготовительный этап»	
	Составление плана прохождения практики	10
	Текущий контроль в разделе «Этап 2. Полевой этап»	
	Проведение различных видов геодезической съемки на местности и проверка материала	40
	Текущий контроль в разделе «Этап 3. Камеральный этап»	
	Анализ полученного материала	20
	Заключительный этап	
	Подготовка проекта отчета	10

	Защита отчета	20
	Итого	100

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся на практике

По данной практике разработан фонд оценочных средств, содержащий перечень компетенций, с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы; описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания; типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы; методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Наименование компетенции	Этапы формирования	Показатели и критерии оценивания и критерии оценивания	Шкала оценивания Мин-макс
1	Подготовительный этап	Способен применять базовые географические подходы и методы при проведении комплексных и отраслевых географических исследований на разных территориальных уровнях (ОПК-3)	4 семестр	Наличие теоретических навыков работы с геодезическими приборами. Наличие теоретических знаний в области проведения различных видов съемок. Подготовленные к работе в полевых условиях комплекты геодезических приборов, бланки ведомостей, планшеты	5-10 баллов (Опрос)
	Полевой этап	Способен применять базовые географические подходы и методы при проведении комплексных и отраслевых географических исследований на разных территориальных уровнях (ОПК-3);	4 семестр	Умение применять теоретические знания на практике. Умение пользоваться геодезическими приборами. Заполненная ведомость теодолитного хода, вычерченный планшет мензурального хода, ведомость ватерпасовки	25-40 баллов (Проверка практической работы в полевых условиях, собеседование опрос)
	Камеральный		4 семестр	готовые разделы отчета, план теодолитного хода, окончательно вычерченный	20-30 баллов (Готовые разделы

		Способен использовать специальные знания и методы географических наук при решении научно-исследовательских задач (ПК-2); Способен использовать стандартное и специализированное программное обеспечение (в т.ч. ГИС) для формирования баз данных о состоянии природных, природно-хозяйственных и социально-экономических территориальных систем (ПК-4)		планшет мензульной съемки, профиль ватерпасовки, топографический план	отчета)
	Заключительный этап		4 семестр	Готовый отчет по практике	10-20 баллов (защита отчета)
Итого: 60-100 баллов					

Подготовительный этап. Сообщаются цели практики, проводится обзорная лекция, которая содержит основные сведения по топографии. На данном этапе проводится ознакомление студентов с порядком проведения практики, со специальной литературой, геодезическими приборами и местом проведения практики. Проводится поверка геодезических приборов и инструктаж по технике безопасности. Доводятся до сведения студентов требования, предъявляемые к оформлению первичной документации; правила фотографирования геологических объектов, форм рельефа; составляется план полевых работ. Детально разрабатывается и обсуждается содержание отчета.

Вопросы для подготовки:

1. Правила обеспечения безопасности технологических процессов при проведении работ в полевых условиях.
2. Задания топографических съемок:
 - a. Задания по проведению теодолитной съемки
 - b. Задания по проведению мензульной съемки
 - c. Задания по проведению нивелирной съемки
 - d. Задания по проведению буссольной съемки
 - e. Задания по проведению глазомерной съемки

Полевой этап. Маршрутные исследования. На данном этапе проводятся различные виды геодезической съемки местности: буссольной, теодолитной, мензульной, глазомерной, а также нивелирования (или ватерпасовки). Студенты ведут полевые дневники, заполняют журналы съемки, вычерчивают абрисы. Проводится проверка материалов съемки: журналов, абрисов:

- 1.1 Методика проведения полевого этапа
- 1.2 Проведение теодолитной съемки
- 1.3 Проведение мензульной съемки
- 1.4 Проведение технического нивелирования.

Более подробно методика проведения топографических съемок описана в методических указаниях.

Третий этап. Камеральный. На данном этапе проводится обработка материалов съемки, вычерчиваются планы и профили, ведется подготовка отчета по практике. Преподавателем проверяются обработанные материалы съемки.

Четвертый этап. Защита результатов прохождения практики студентами. Студенты предоставляют окончательно подготовленные отчеты о прохождении практики.

Критерии оценивания

Баллы для учета в рейтинге (оценка ответа на зачете)	Степень удовлетворения критериям
85 - 100 баллов	Полное соответствие отчета о практике по структуре и содержанию установленным требованиям; выполнение индивидуального задания практики в полном объеме; высокая степень соответствия выполненных работ содержанию заявленных результатов обучения; четкость и техническая правильность оформления отчета и дневника практики; грамотность, раскрытие темы, наблюдается глубина проработки, использование дополнительной литературы и нормативных документов, демонстрационные материалы
70 - 84 баллов	Соответствие отчета о практике по структуре и содержанию установленным требованиям; выполнение индивидуального задания практики в полном объеме; высокая степень соответствия выполненных работ содержанию заявленных результатов обучения; имеются некоторые неточности при оформлении отчета и дневника практики; глубина проработки, использование дополнительной литературы и нормативных документов, демонстрационные материалы.
50 - 69 баллов	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
менее 50 баллов	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырех балльную

100-балльная система оценки	Традиционная четырех балльная система оценки
85 - 100 баллов	оценка «отлично»/«зачтено»
70 - 84 баллов	оценка «хорошо»/«зачтено»
50 - 69 баллов	оценка «удовлетворительно»/«зачтено»
менее 50 баллов	оценка «неудовлетворительно»/«незачтено»

1. Перечень учебной литературы и ресурсов сети «Интернет», необходимых для проведения практики:

а) основная литература:

1. [Основы геодезии и топография местности](#): учеб. пособие/Кузнецов О.Ф.,
2. Оренбургский гос. ун-т; Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург: ОГУ, 2014. - 289 с.
3. [Основы топографии](#): Учебник для вузов/Вострокнутов А. Л., Супрун В. Н., Шевченко Г. В. ; под общ. ред. Вострокнутова А.Л.. —Москва: Юрайт, 2022. —196 с.
4. [Основы геодезии и топографии](#)/ Соловьев А. Н. - Санкт-Петербург: Лань, 2021.- 40 с.
5. [Геодезическая практика](#)/Азаров Б. Ф., Карелина И. В., Мурадова Г. И., Хлебородова Л. И.. —Санкт-Петербург: Лань, 2021. —288 с.

б) дополнительная:

1. [Основы геодезии и топографии](#): учебник/Соловьев А. Н.. —Санкт-Петербург: Лань, 2020. —240 с. Практикум по геодезии: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 120300-Землеустройство и земельный кадастр и специальностям: 120301-Землеустройство, 120302-Земельный кадастр, 120303 - Городской кадастр /[Г. Г. Поклад [и др.] ; под ред. Г. Г. Поклада; М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации, Воронеж. гос. аграр. ун-т им. К. Д. Глинки. —М.: Академический проект, 2011. —485, [1] с.
2. Практики по экономической и социальной географии: учебно-методическое пособие для студентов специальности 05.03.02 География/[А. Н. Гладинов [и др.]; М-во образования и науки Рос. в) интернет-ресурсы:

в) интернет -ресурсы

1. Естественный научно-образовательный портал <http://www.en.edu.ru/>

11. Перечень информационных технологий, используемых при проведении практики, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программное обеспечение: включает использование компьютерных программ пакета Microsoft Office.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для проведения практики

1. Оптический теодолит Т-30
2. Мензульный комплект.
3. Измерительные рейки.
4. Штативы.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО

Автор



Урбанова Ч.Б.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры географии и геоэкологии от «26» сентября 2023 г., протокол № 2

Рабочая программа принята на заседании учебно-методической комиссии ИЕН от «06» октября 2023 г., протокол № 1

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «БУРЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ДОРЖИ БАНЗАРОВА»

ИНСТИТУТ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ
ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ПРОХОЖДЕНИЮ УЧЕБНОЙ
ПРАКТИКИ**

Тип практики – (Б2.О.03У)).

Ознакомительная практика по топографии

Направление подготовки / специальность
05.03.02 География

Профиль подготовки / специализация
Экономическая и социальная география, региональный туризм
Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

2. Подготовительный этап

2.1 Задания по проведению теодолитной съемки

2.2 Задания по проведению мензульной съемки

2.3 Задания по проведению нивелирной съемки

2.4 Задания по проведению буссольной съемки

2.5 Задания по проведению глазомерной съемки

3. Полевой этап

3.1 Методика проведения полевого этапа

3.2 Проведение теодолитной съемки

3.3 Проведение мензульной съемки

3.4 Проведение технического нивелирования

Список литературы

Введение

Цель учебной практики по топографии - закрепление теоретических знаний полученных на занятиях по топографии и получение практических навыков работы в полевых условиях с геодезическими приборами по проведению различных видов съемки и составлению топографических планов и карт.

Задачи учебной практики:

- приобретение навыков проведения различных видов топографической съемки;
- приобретение навыков работы с различными видами геодезических приборов;
- приобретение навыков оформления результатов съемки.

Место проведения практики - Иволгинский район Республики Бурятия.

Сроки проведения практики - согласно учебному плану, в 4 семестре освоения образовательной программы, в летний период, в течение 2 недель.

Этапы проведения учебной практики по топографии.

Первый этап - Подготовительный. На данном этапе проводится ознакомление студентов с порядком проведения практики, с специальной литературой, геодезическими приборами и местом проведения практики. Проводится проверка геодезических приборов и инструктаж по технике безопасности.

Второй этап - Полевой. На данном этапе проводятся различные виды геодезической съемки местности: буссольной, теодолитной, мензульной, глазомерной, а также нивелирования (или ватерпасовки). Студенты ведут полевые дневники, заполняют журналы съемки, вычерчивают абрисы. Проводится проверка материалов съемки: журналов, абрисов.

Третий этап - Камеральный. На данном этапе проводится обработка материалов съемки, вычерчиваются планы и профили, ведется подготовка отчета по практике. Преподавателем проверяются обработанные материалы съемки.

Четвертый этап - Защита результатов прохождения практики студентами. Студенты предоставляют окончательно подготовленные отчеты о прохождении практики.

[illegible]

1.2 Задания по проведению мензульной съемки:

1. Произвести поверки кипрегеля КА-2.
2. Вычислить значения горизонтальных проложений линий и превышения по результатам наблюдений в журнале мензульной съемки.
3. Провести мензульную съемку полигона в масштабе 1:1000, используя в качестве опорных точек точки поворота теодолитного хода. Каждая бригада составляет план участка в масштабе 1:1000 и ведет журнал мензульной съемки.

1.3 Задания по проведению нивелирной съемки:

1. Изучить устройство нивелира НЗ и составить его краткое описание.
2. Сделать поверки нивелира НЗ.
3. Определить теоретическую величину превышений h_t между реперами №1 и 2 по формуле $h_t = H_{Rp2} - H_{Rp1}$, данные отметок реперов №1 и 2 взять из таблицы вариантов (табл. 4, 5).
4. Провести нивелирование склона в пределах полигона. Каждая бригада должна представить журнал нивелирования, продольный профиль линии Rp_1 -Пк₁, вычисления теоретической величины превышений h_t , невязку превышений f_h , допустимую невязку превышений и поправку в неуравненные отметки пикетов.

Таблица 4

Журнал нивелирования

№ станции	Номер пикетных и плюсовых точек	Отсчеты по рейке		Промежуточные, мм.	Превышения h , мм.	Среднее превышение h_{cp} , мм.	Горизонт инструмента ГИ, м.	Абсолютная высота H , м.
		Задние a , мм.	Передние b , мм.					
1	1	1694 (1)						378,551
		6378 (4)						
	+30			1275 (5)			380,245 (9)	378,971 (11)
	Пк ₁		747 (2)		+947 (6)	+ 948 (8)		
			5429 (3)		+949 (7)			379,499 (10)
	1							X ₁
2	+							
	Пк ₁							

* Примечание отметку репера 1 выписать из таблицы вариантов (табл. 5).

Таблица 5

Таблица вариантов исходных данных

№ п/п	Исходные данные	Номера вариантов выбираются по номеру бригады									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Абсолютная высота репера 1 для журнала нивелирования, мм	378,5	380,0	390,0	400,0	450,0	455,0	460,0	460,5	470,0	470,5
2	Данные для вычисления теоретической величины превышений $\pm h_T$, мм:										
	HRp1	505,5 26	276,9 32	350,0 00	420,3 50	450,8 30	475,8 06	516,1 12	525,7 15	565,1 15	595,8 36
	HRp2	511,2 75	270,1 75	355,2 50	435,6 50	435,7 15	486,1 20	511,3 12	535,2 55	575,1 18	616,9 38
3	Данные для вычисления невязки превышений f_h , мм.										
	$\Sigma h_{ср}$	5210	5355	6318	6950	6112	3810	3920	8910	7840	8740
	Σh_T	5200	5375	6328	6930	6132	3830	3930	8940	7820	8750
4	Данные для определения величины поправки и ее знака в неуровненные отметки пикетов:										
	количество пикетов	10	10	10	20	20	10	10	30	10	10
5	Данные для определения допустимой невязки $f_{доп}$:										
	длина хода L, км.	1	1	1	2	2	1	1	3	1	1

1.4 Задания по проведению буссольной съемки.

1. Изучить устройство буссоли Стефана и Шмалькадера и составить их краткое описание.
2. Произвести поверки бусселей Стефана и Шмалькадера.
3. Определить цену деления внутреннего и внешнего лимбов буссоли Стефана.
4. Определить цену деления буссоли Шмалькадера.
5. Произвести визирование на предмет по буссоли Стефана при следующих значениях магнитных азимутов: 10°20', 15°10', 25°05', 30°5', 41°30', 57°35', 62°15', 75°25', 113°40', 135°10', 147°05', 158°15', 171°20', 185°10', 211°15', 222°25', 237°35', 251°40', 267°45', 287°15', 291°05', 321°10', 335°15'.
6. Произвести визирование на предмет по буссоли Шмалькадера при следующих значениях магнитных азимутов: 11°30', 20°30', 35°00', 47°45', 59°30', 75°30', 96°45', 112°30', 136°15', 157°30', 171°00', 187°30', 196°15', 235°15', 257°15', 271°15', 287°30', 292°30', 310°15', 315°30'.
7. Определить внутренние углы вправо по ходу по измеренным магнитным азимутам.
8. Провести буссольную съемку участка полигона в масштабе 1:1000. Каждый студент должен составить план съемки, а группа – журнал буссольной съемки (таб.6) и абрисы сторон.

Таблица 6

Журнал буссольной съемки

№ станции	№ точек визирования	Магнитный азимут	Измеренный угол	Магнитный азимут	Измеренный угол
I	2	36°45'		105°30'	
	3	105°00'		168°00'	
	4	171°30'		213°45'	
	5	258°15'		291°00'	
II	1	356°15'		10°30'	
	3	17°30'		75°00'	
	4	98°00'		194°30'	
	5	157°30'		217°15'	
III	1	343°00'		345°00'	
	2	51°30'		29°30'	
	4	126°30'		115°15'	
	5	217°00'		170°30'	

1.5 Задания по проведению глазомерной съемки.

1. Ознакомиться с устройством компаса и составить его краткое описание.
2. Подготовить планшет и линейный масштаб шагов.
3. Провести глазомерную съемку участка полигона в масштабе 1:1000. Группа в составе двух студентов представляет план участка в масштабе 1:1000 и линейные масштабы шагов.

По результатам проведенной практики студентами должны быть составлены и сданы отчеты о прохождении полевой топографической практики, содержащие следующие документы:

1. Теодолитная съемка: каждая бригада представляет ведомость измерений теодолитного хода.
2. Мензульная съемка: каждая бригада представляет план участка в масштабе 1:1000 и журнал мензульной съемки.
3. Техническое нивелирование: каждая бригада должна представить журнал нивелирования, продольный профиль, вычисления теоретической величины превышений h_T .

4. Буссольная съемка: представляет план съемки, журнал буссольной съемки и абрисы сторон.

5. Глазомерная съемка: каждая бригада представляет план участка в масштабе 1:1000 и линейные масштабы шагов.

2. Полевой этап.

2.1 Методика проведения полевого этапа:

Полевой этап топографической практики, состоит из последовательного выполнения следующих заданий:

1. На площадке размером 300м. х 300м., имеющей объекты удобные для проведения съемки (отдельностоящие деревья, постройки, дороги, кустарник, небольшой участок болота и т.п.), подготовить полигон для теодолитной съемки - обозначить кольшками границы площадки и точки поворота теодолитного хода;

2. Провести теодолитную съемку обозначенного кольшками полигона (проложить теодолитный ход), поворотные точки которого, в дальнейшем будут опорными точками мензульной съемки;

3. Подготовить планшет для мензульной съемки, на который по результатам теодолитной съемки нанести опорные точки теодолитного хода;

4. Провести в масштабе 1:1000 мензульную съемку ситуации на подготовленном ранее полигоне - площадке размером 300х300м., используя в качестве опорных точек снятые в ходе теодолитной съемки точки поворота;

5. В камеральных условиях окончательно вычертить план участка, на котором была проведена съемка;

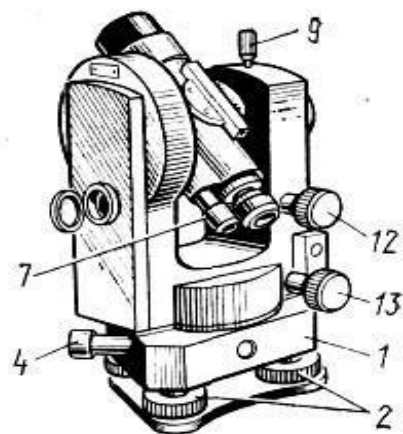
6. Провести ватерпасовку склона горы и по результатам ватерпасовки вычертить профиль, выбрав соответствующий горизонтальный и вертикальный масштабы.

7. Провести буссольную и глазомерную съемки.

2.2 Проведение теодолитной съемки.

Теодолит **Т-30** (рис. 1) - малогабаритный оптический теодолит, предназначен для измерения горизонтальных и вертикальных углов со средней квадратической погрешностью 30", тахеометрической съемки, а также для решения различных задач прикладной геодезии.

Теодолит имеет следующее устройство. Подставка теодолита *1* прикреплена к основанию *3*, служащему дном футляра, в котором хранится теодолит. На алидаде горизонтального круга расположен цилиндрический уровень *6*. Теодолит приводят в отвесное положение при помощи трех подъемных винтов *2*. Вертикальная ось полая, что позволяет центрировать теодолит над точкой местности с помощью зрительной трубы, повернув ее объективом вниз. При этом на окуляры трубы и микроскопа надевают специальные насадки. Зрительная труба имеет закрепительный винт *9* и наводящее устройство *12*. Зрительную трубу устанавливают по предмету кремальерой (винтом фокусирующей линзы) *8*. Рядом с окуляром трубы *10* расположен окуляр *7* штрихового микроскопа, поле зрения которого представлено на рис. 17. Точность отсчета микроскопа - 1'. Теодолит имеет наводящее устройство горизонтального круга *4*, наводящий *13* и закрепительный *5* винты алидады. В кожухе *11* расположен



вертикальный круг.

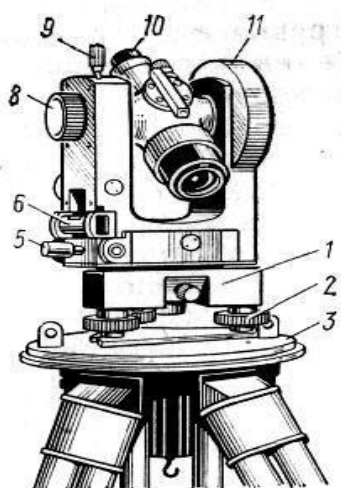


Рис. 1. Теодолит Т 30.

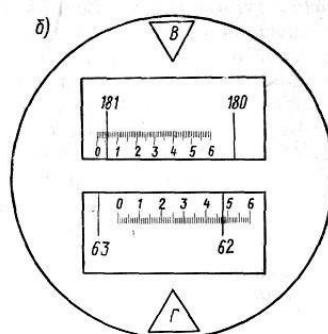


Рис. 2. Поле зрения трубы теодолита.

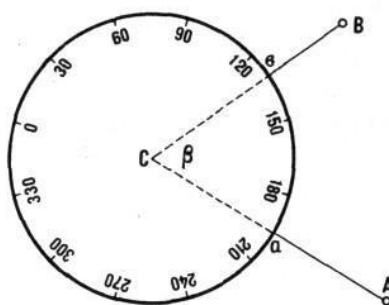


Рис. 3. Схема измерения угла по горизонтальному кругу теодолита. Отсчеты по лимбу:

a – при визировании на правую точку А,

b – при визировании на левую точку В. Угол $ACB = \beta = a - b$

Для измерения горизонтального угла инструмент на штативе устанавливают в вершине измеряемого угла, приводят горизонтальный круг в горизонтальное положение по уровням, центрируют над точкой с большой точностью (по отвесу или наблюдая точку через вертикально установленную зрительную трубу, объективом вниз). При закрепленном круге, поворотом алидады наводят трубу (вертикальную нить сетки) на правое направление (рис. 21) и берут отсчет a_1 , затем, не открепляя круга, визируют левое направление и получают отсчет b_1 . Так как деления на лимбе идут по ходу часовой стрелки, отсчет a_1 будет больше отсчета b_1 и измеряемый угол имеет величину $\beta = a_1 - b_1$. Эти действия составляют *первый полуприем*. Если визирование проводилось при положении вертикального круга справа от наблюдателя, оно называется визированием при «*круге право*» (КП), если круг был слева — визирование при «*круге лево*» (КЛ). Одного полуприема недостаточно, для контроля проводится *второй полуприем* — при другом положении вертикального круга.

Зрительную трубу переводят через зенит (объективом вниз), горизонтальный круг поворачивают приблизительно на 90° и при этом положении вновь проводят те же операции, что и при первом полуприеме, получают второе значение угла $\beta_2 = a_2 - b_2$. Из двух значений при их допустимом расхождении не более $1,5'$ (для теодолита Т30) вычисляют среднюю величину угла:

$$\delta = \frac{\delta_1 + \delta_2}{2}$$

Так осуществляется *полный прием*, в результате применения которого исключается влияние остаточных погрешностей из-за неперпендикулярности визирной и горизонтальной осей трубы и неперпендикулярности горизонтальной оси трубы и вертикальной оси инструмента. Точность измерения угла тридцатисекундным теодолитом составляет около $0,5'$.

Прокладка теодолитных ходов (полигонов)

При помощи теодолитной съемки чаще всего создается опорная съемочная сеть путем прокладки замкнутых ходов - *полигонов*. Положение опорных точек, которыми являются поворотные точки хода, зависит от конфигурации и размеров снимаемого участка. Длины сторон хода измеряют мерной лентой дважды, при этом разница обоих измерений не должна превышать $1:2000$ от длины линии. Если линии имеют на местности наклон более $1,5^\circ$, то измеряют угол наклона и вводят поправку за приведение длин линий к горизонту. В полигоне измеряют способом приемов внутренние углы - правые при движении по часовой стрелке (рис. 4).

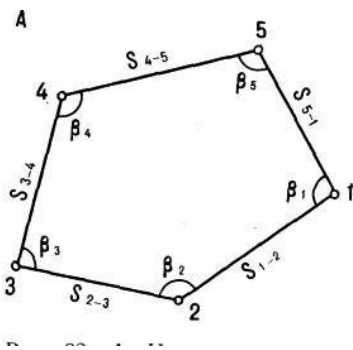


Рис. 4. Измерения при прокладке теодолитного полигона на местности.

Данные полевых измерений: номера точек установки теодолита (станций) и визируемых точек, значения отсчетов при правом КП и левом КЛ положении вертикального круга, средние значения отсчетов и вычисленные значения углов, длины и азимуты сторон хода тщательно фиксируют в *ведомости* (табл. 1).

Таблица 7

Ведомость проложения теодолитного хода

№ точек		Отсчет по гориз. кругу	Измеренный угол	Средний угол	Магнитны й азимут	Длины линий, м.	Углы наклон а
стояни я	визиро вания						
2	1	КП	114°22'	114°23,5'	126° 11,5°	линия 2 – 3 71,80 <u>71,86</u> ср. 71,83	1°30'
	3	218°40' 104°18'					
	1	40°51'	114°25'				
	3	286°26'					

В замкнутом полигоне теоретическая сумма внутренних углов $\sum_{теор.} = 180^\circ(n - 2)$, где n - число углов.

Фактически полученная в результате измерений сумма углов $\sum_{факт.}$ обычно отличается от теоретической на величину угловой невязки $f_\beta = \sum_{факт.} - \sum_{теор.}$.

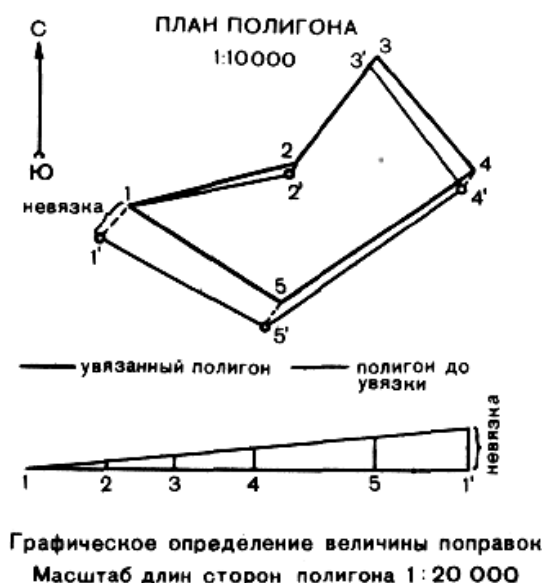
Предельная допустимая ошибка в углах полигона вычисляется по формуле $f_{\beta_{пред}} = \frac{3}{2} t \sqrt{n}$, где n - число углов, t - точность верньера. Если угловая невязка получится больше допустимой, необходимы повторные измерения. Если результаты удовлетворительны, полученную невязку f_β

делят на число углов n , в каждый угол вводят поправку $\frac{f_{\beta_{пред}}}{n}$ со знаком, обратным знаку $\delta =$

невязки, и получают исправленное значение угла β .

$\beta = \beta_1 \pm \delta$, где β_1 - измеренная величина угла.

Камеральные работы включают вычислительную обработку полевых данных и построение плана. *План полигона* строят по измеренным углам и длинам сторон теодолитного хода с помощью транспортира, циркуля-измерителя и поперечного масштаба. При этом возможно несовпадение на



плане начальной и конечной точек замкнутого хода, возникшее вследствие накопления погрешностей измерений и графических построений, так называемая *линейная невязка* полигона. Если невязка не превышает допустимой величины, равной $1:300$ от длины хода, ее устраняют способом параллельных линий.

На рис. 5 тонкими линиями вычерчен план полигона, полученный при первоначальном построении. Конечная точка $1'$ при этом не совпала с начальной точкой 1 , т.е. возникла линейная невязка хода - отрезок $1' - 1$. Допустимую невязку распределяют пропорционально длинам сторон полигона. Распределение невязки производят графически, путем построения *треугольника увязок*

(рис. 5). Для этого на прямой линии откладывают последовательно длины всех сторон хода (обычно в более мелком масштабе, чем основной план). В конечной точке хода $1'$ восстанавливают перпендикуляр и на нем откладывают величину невязки в масштабе основного плана. Конец перпендикуляра соединяют прямой с первой точкой хода.

Из точек хода $2, 3, 4, 5$ восстанавливают перпендикуляры до пересечения с гипотенузой треугольника, длины которых равны величине увязок в соответствующих точках хода на плане. Полигон увязывают путем перемещения его вершин на эти отрезки параллельно направлению сдвига конечной точки хода. Утолщенными линиями показан план полигона после увязки.

Проведение технического нивелирования и ватерпасовка

В нивелирный комплект входят: *нивелир, штатив, нивелирные рейки и нивелирные башмаки*.

Нивелиры в основном состоят из: *зрительной трубы*, снабженной *сеткой нитей* для взятия отсчетов по рейке, *установочного уровня* обеспечивающего горизонтальное положение линии визирования и *подставки с подъемными винтами* для приведения прибора в горизонтальное положение.

Зрительная труба нивелира может вращаться в горизонтальной плоскости вокруг вертикальной оси подставки. Одним из наиболее распространенных нивелиров, является технический нивелир НВ, предназначенный для геометрического нивелирования третьего и четвертого класса точности. Это глухой нивелир, у которого зрительная труба и цилиндрический уровень наглухо скреплены между собой.

Рассмотрим его устройство (рис. 13, А и Б). Зрительная труба 1 прибора, дающая перевернутое изображение, имеет внутреннюю фокусировку; перемещение фокусирующей линзы осуществляется вращением винта 2 .

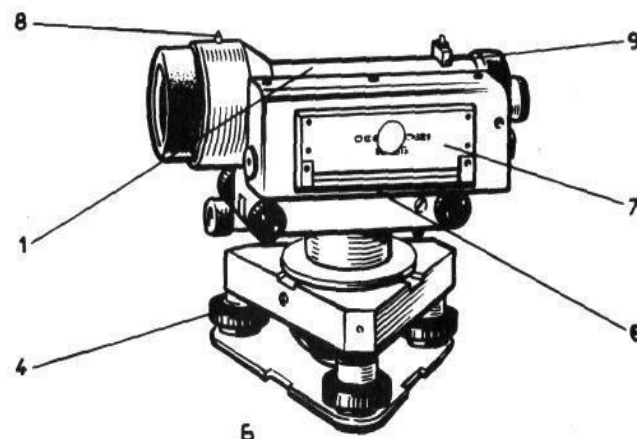
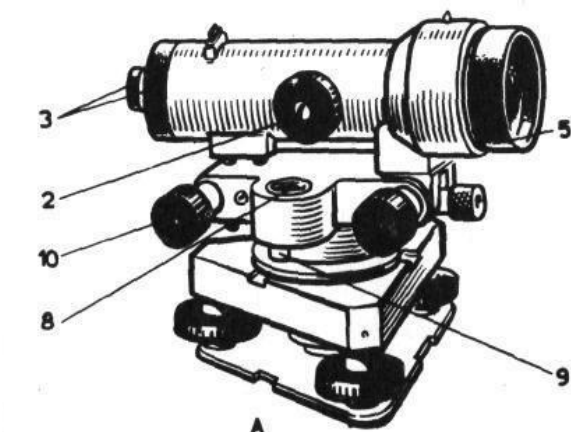
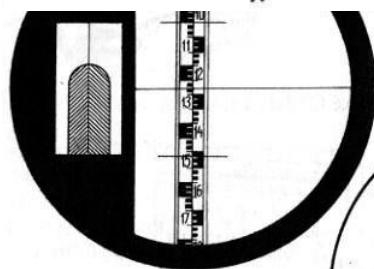
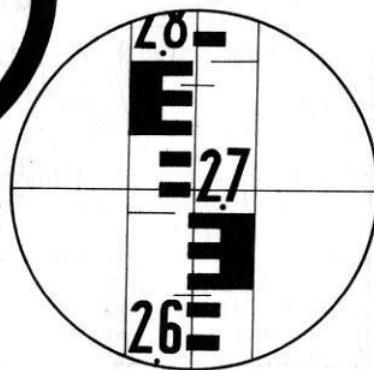


Рис. 13. Нивелир НВ 1.



Поле зрения зрительной трубы нивелира НВ-1. Слева — пузырек контактного уровня



Поле зрения зрительной трубы нивелира Н-10КЛ

Рис. 14. Поле зрения зрительной трубы нивелира

В окулярной части 3 помещены окуляр, сетка нитей и микроскоп с призмой. В противоположной части трубы расположен объектив 5. Цилиндрический уровень с системой призм в оправе закрыт коробкой 6, прикрепленной к корпусу. Нивелир снабжен системой призм, делящей изображение пузырька уровня пополам по его продольной оси и передающей изображения противоположных концов половинок в поле зрения трубы. Точная установка визирной оси трубы в

горизонтальное положение осуществляется совмещением изображений концов пузырька цилиндрического уровня, видимых в поле зрения трубы (рис. 14) при помощи элевационного винта 7.

Для грубого наведения трубы на рейку на корпусе трубы установлены целик 8 с мушкой 9. Точное наведение трубы на рейку осуществляется вращением наводящего винта 10. На треножнике имеются три подъемных винта 4.

На рисунке 14 видно поле зрения трубы при взятии отсчета. Сетка нитей прибора состоит из трех горизонтальных и одной вертикальной нитей. Основная рабочая нить сетки - средняя, по ней читаются отсчеты, две крайние короткие нити - дальномерные. В нашем примере отсчет равен 1280 мм.

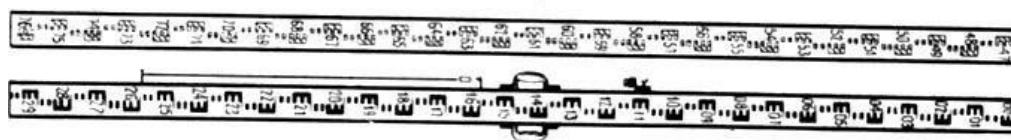


Рис. 15. Нивелирная рейка.

Нивелирные рейки (рис. 15) изготавливаются из деревянных брусков хвойных пород и окрашиваются белой краской. Они двухсторонние: рабочая сторона - черная, контрольная сторона - красная. Таким образом, рейка имеет две шкалы — рабочую и контрольную, на которые деления нанесены черной и красной краской в виде сантиметровых шашечек, оцифрованных через дециметр. Деления на красной стороне рейки сдвинуты относительно делений на черной стороне. Начало счета (ноль рейки) расположен у окованного ее конца - пятки. Отсчет по рейкам делают с точностью до 1 мм. В процессе нивелирования рейки устанавливают на колья. Головки цифр направляют вниз, так как при

визировании нивелиром их изображение будет перевернуто. Так как длина нивелирных реек составляет 3

– 4 м., они чаще всего выполняются складными.

В строительстве все большее применение находят *лазерные нивелиры*, в которых луч лазера в горизонтальном положении воздействует на фотоэлементы рейки. Эти фотоэлементы передвигают вдоль рейки, и в момент их пересечения с горизонтальным лазерным лучом автоматически фиксируется отсчет.

Нивелирование.

Если определение превышений между двумя точками производится с одной станции (станция - место постановки нивелира), то нивелирование называется *простым*. Нивелирование между точками, далеко отстоящими друг от друга или расположенными на сравнительно крутом склоне, проводят несколькими станциями, образуя *нивелирный ход*. Такой вид нивелирования называется *последовательным*. Связующими точками называют точки (пикеты), общие для двух смежных станций.

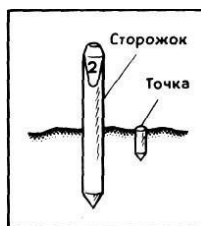


Рис. 16. Пикет и сторожок.

Предварительно по трассе нивелирного хода проводится *пикетаж* (размечаются места станций и пикетных точек). Для этого через каждые 100 или 200 м. (реже 50 м.) забивают вровень с землей колышек и рядом с ним второй колышек - «сторожок», который выходит на 15-20 см. над уровнем земли. На сторожке отмечается номер пикета (рис. 16).

Счет пикетам ведется от начального колышка, который нумеруется нулем (ПК 0), далее ПК 1, ПК 2 - и так до конца трассы. По номеру пикета легко определить пройденное расстояние от ПК 0, например 28 пикет показывает расстояние $28 \times 100 \text{ м.} = 2,8 \text{ км.}$

Точки, определяющие микроструктуру рельефа (перегибы скатов, небольшие котловинки или поднятия, характерные переломы линий и т.п.),

как и углы поворота линии хода, очень редко совпадают с пикетами. Для того чтобы они были отображены на профиле, необходимо узнать их высотные отметки. В этих точках тоже забивают колышки и ставят сторожки и называют их *плюсовыми*, так как расстояние, измеренное до них от предыдущего пикета, плюсуя к их номерам (например, ПК 16 + 38).

a_0, a_1, a_2, a_3 отсчеты по задней рейке

b_1, b_2, b_3, b_4 отсчеты по передней рейке

$$h = h_1 + h_2 + h_3 + h_4$$

$$h = a_0 - b_1 + a_1 - b_2 + a_2 - b_3 + a_3 - b_4 =$$

$$= \sum a - \sum b$$

$$h = H_n - H_0$$



Рис. 17. Схема последовательного нивелирования.

Инструмент поочередно устанавливается на станциях I, II, III и т.д., а рейки в точках (пикетах) 0, 1, 2, 3 и т.д. Превышения h_1, h_2, h_3 и т.д. определяют по линии хода между пикетами 0 и 1, 1 и 2, 2 и 3 и т.д., т.е. между связующими точками. Таким образом, превышение последней и первой точек будет равно алгебраической сумме превышений между отдельными пикетами:

$$h_{0-n} = h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_n = \sum h$$

В замкнутом ходе сумма превышений теоретически должна быть равна нулю ($\sum h = 0$). Ход, выполненный в прямом и обратном направлении по одной и той же линии нивелирования, является разновидностью замкнутого хода. В этом случае сумма превышений прямого хода должна быть равна сумме превышений обратного хода, но с обратным знаком:

$$\sum h_{пр.} = -\sum h_{обр.}$$

Нивелирование на каждой станции выполняется следующим образом: рейки устанавливают на пикетах, расстояния между которыми на равнине составляют 100-200м. На станции, посередине между пикетами, устанавливают нивелир и приводят трубу в горизонтальное положение. Отсчеты по рейкам берут в такой последовательности:

1. по черной стороне задней рейки;
2. по черной стороне передней рейки;
3. по красной стороне передней рейки;
4. по красной стороне задней рейки.

Результаты отсчетов по рейкам записывают в журнал геометрического нивелирования.

Следует учесть, что если начальные отсчеты по красным сторонам реек отличаются на 100 от начальных отсчетов по черным сторонам, то значение метров и дециметров берут по превышению, полученному по черным сторонам реек, усреднению подлежат только сантиметры и миллиметры. Убедившись, что полученные превышения по черной и красной стороне реек одинаковы или не отличаются друг от друга больше чем на 4 мм., нивелир переносят на следующую станцию. Ход завершается съемкой последней точки трассы, отметка которой, как и начальной, известна заранее.

Часто вследствие влияния ряда погрешностей выясняется *высотная невязка*. Предельная погрешность Δ за счет неточности взятия отсчетов по рейкам определяется по формуле \sqrt{L}

$\Delta = \pm 20 \text{ мм.}$, где L - длина хода в километрах.

Отметки плюсовых точек на станции вычисляют при помощи горизонта инструмента (ГИ), значение которого для данной станции получают суммированием абсолютной отметки задней точки и отсчета по черной стороне стоящей на ней рейки. Из значения ГИ вычитают отсчеты, взятые на плюсовые точки. По вычисленным высотным отметкам («отметкам Земли») строят профиль.

Географическая ситуация по обеим сторонам трассы (30-40м. с каждой стороны) фиксируется в пикетажной книжке в условных топографических знаках.

На пересеченной местности и, в частности, на крутых и коротких склонах использование нивелира затруднено, так как горизонтальный визирный луч аппарата может пройти выше задней рейки и упрется в землю ниже передней. В такой ситуации приходится вводить дополнительные станции и пикеты.

Ватерпасовка

Ватерпасовка представляет собой наиболее простой вид геометрического нивелирования. Она незаменима при нивелировании и построении поперечных профилей оврагов, балок, крутых обрывов, валов, насыпей и т.п.

Инструментами для ватерпасовки служат две

легкие рейки длиной около 2м. с

делениями и ватерпас -

уровень. Принцип ватерпасовки

на рисунке 36. Одна рейка

вертикально, другая,

визирный луч нивелира, -

он контролируется ватерпасом. Отрезок

вертикальной рейки (установленной

нулем вниз) от земли до

превышение H двух соседних точек, а длина,

земли до вертикальной, - заложение a . Сумма

двух высот первой и конечной точек, а сумма всех

заложений - горизонтальную проекцию

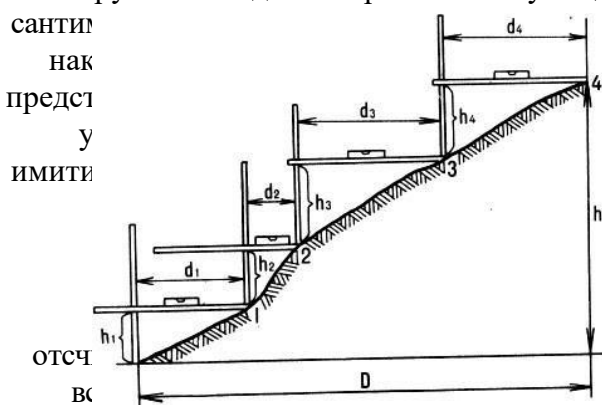


Рис. 18. Схема ватерпасовки.

склона. Запись отсчетов по рейкам удобно вести в виде ступенчатого абриса, где указываются превышения (по вертикали) и заложения (по горизонтали) в сантиметрах. По нему в камеральных условиях легко построить профиль.