

Министерство образования Российской Федерации
Владимирский государственный университет

В.С. ОРОБИНСКИЙ Т.П. ВИННИКОВА

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

Рабочая тетрадь для выполнения
лабораторных работ по инженерной геодезии

Владимир 2003

УДК 528
069

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор
зав. кафедрой инженерной геодезии Нижегородского государственного
архитектурно-строительного университета
Г.А. Шеховцов

Кандидат технических наук, доцент
кафедры автомобильных дорог
Владимирского государственного университета
Г.В. Проваторова

Кандидат технических наук, доцент
зав. кафедрой географии
Владимирского государственного педагогического университета
И.А. Карлович

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Владимирского государственного университета

Оробинский В.С., Винникова Т.П.

069 Геодезические приборы: Рабочая тетрадь для выполнения лабораторных работ по инженерной геодезии / Владим. гос. ун-т. Владимир, 2003. 32 с.

Составлена в соответствии с рабочей программой и предполагает углубленное изучение геодезических приборов как в учебном процессе, так и самостоятельно. Лабораторные работы предполагают изучение устройства теодолита, нивелира и поверку приборов с целью определения пригодности к работе, измерение горизонтальных и вертикальных углов, превышений. Основная цель проведения лабораторных работ – приобретение у студентов навыков работы с теодолитами, нивелирами и обработки геодезической документации.

Предназначена для студентов строительных специальностей очной и заочной форм обучения, выполняющих лабораторные работы по инженерной геодезии.

Табл. 9. Ил. 12. Библиогр.: 4 назв.

УДК 528

© Владимирский государственный
университет

Лабораторные работы проводятся в геодезической лаборатории. В процессе выполнения задания необходимо результаты заносить в соответствующие таблицы рабочей тетради. Записи в журналах и таблицах должны быть четкими и аккуратными. При защите лабораторной работы преподаватель выявляет практические знания студентов.

Часть 1. ТЕОДОЛИТЫ

Теоретическая часть

1.1. Классификация теодолитов

Для измерения горизонтальных и вертикальных углов применяются оптические теодолиты. В зависимости от точности измерения они подразделяются: на высокоточные, точные и технические.

Государственным стандартом предусмотрен выпуск следующих типов теодолитов, технические характеристики которых приведены в табл. 1.

Кроме указанных в табл. 1 теодолитов предусмотрен выпуск их модификаций. Теодолиты Т5 могут иметь компенсатор углов наклона, заменяющий уровень при алидаде вертикального круга; такие теодолиты обозначаются Т5К.

Если зрительная труба прибора имеет прямое изображение, к его обозначению добавляется буква П (2Т30П, Т5КП).

На основе единой базовой модели теодолита Т2 разработана группа унифицированных теодолитов серии 2Т. Входящие в нее приборы обозначаются 2Т2, 3Т5. Благодаря унификации их узлов и основных деталей (например, зрительной трубы, осевых систем) работа с ними значительно облегчается.

Технические характеристики оптических теодолитов

Тип теодолита	Высокоточные Т1	Точные Т2 и Т5	Технические 2Т30
Область применения	Для угловых измерений в плановых опорных сетях 1-го и 2-го классов, а также для производства высокоточных геодезических работ при строительстве и эксплуатации особо ответственных инженерных сооружений	При создании плановых опорных сетей 3-го и 4-го классов, сетей сгущения 1-го разряда и при геодезических разбивочных работах соответствующей точности. Измерения в прикладной геодезии	Используются при развитии съемочных сетей и топографических съемках, при проведении изыскательских работ. Маркшейдерские работы
Средняя квадратическая погрешность измерения горизонтального угла одним приемом	1"	2" и 5"	30"
Увеличение зрительной трубы	30-40 ^x	25 ^x	20 ^x
Угол поля зрения трубы	1°	1,5°	2°
Масса прибора, кг	11	5; 4,5	2,5

1.2. Устройство теодолитов

Цель работы: изучить название основных частей прибора, научиться производить отсчеты по горизонтальному и вертикальному кругам.

Приборы и принадлежности: комплект теодолита, бланки задания.

Устройство теодолита 2Т30

Круглое основание 1 теодолита (рис. 1), с которым скреплена подставка (трегер) 20, одновременно служит дном футляра прибора. Это позволяет закрывать теодолит футляром не снимая его со штатива, и тем самым предохранять прибор от механических повреждений при переносе со станции на станцию. Ось вращения теодолита приводится в отвесное положение подъемными винтами 12 с помощью цилиндрического уровня 18 при горизонтальном круге. Уровень расположен параллельно коллимационной плоскости зрительной трубы и заменяет уровень при вертикальном круге. Исправительными винтами 3 ось уровня устанавливается перпендикулярно оси вращения теодолита. Горизонтальный круг (лимб) и алидада повторительного типа могут вращаться совместно и отдельно, что обеспечивается наводящим устройством лимба 2 и 11 и алидады 17 и 19.

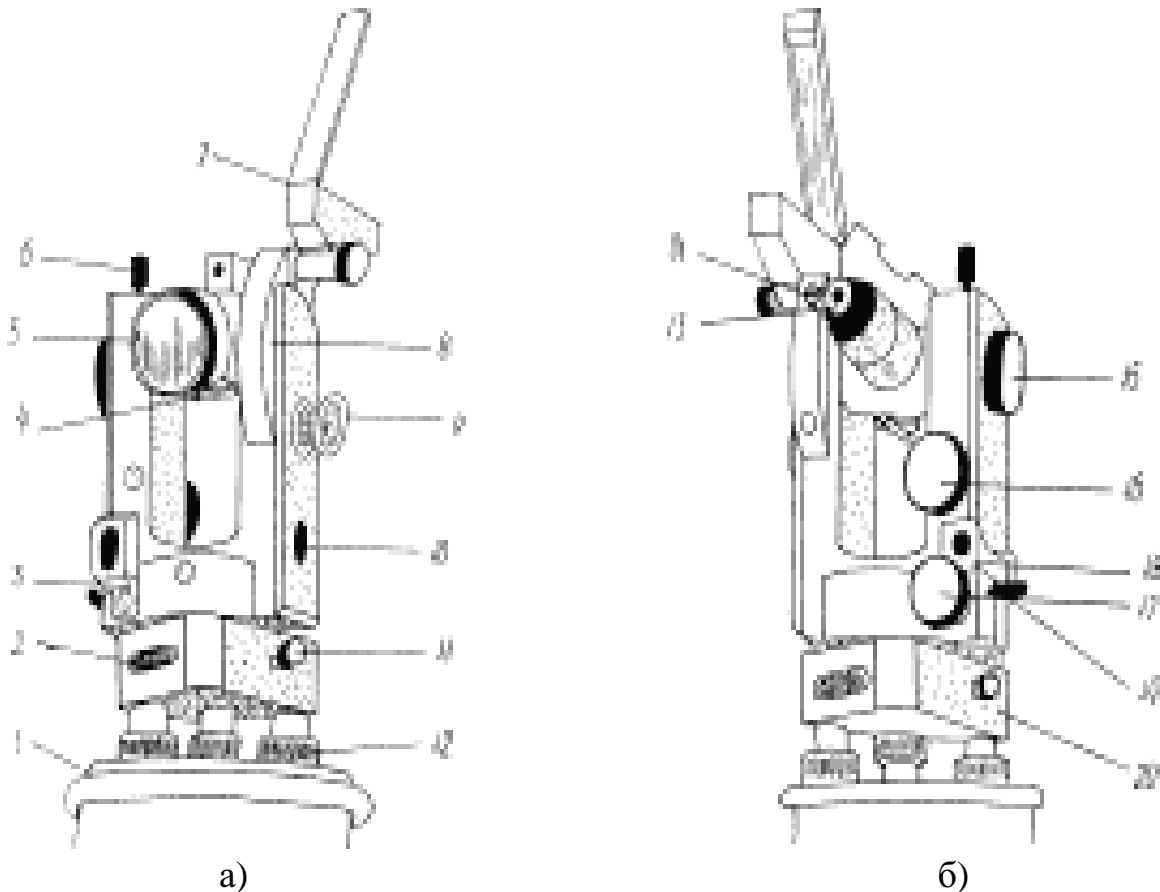


Рис. 1. Устройство теодолита 2Т 30:

а – вид со стороны объектива; б – вид со стороны окуляра: 1 – основание, 2 – закрепительный винт лимба, 3 – исправительные винты уровня, 4 – визир, 5 – объектив зрительной трубы, 6 – закрепительный винт зрительной трубы, 7 – буссоль, 8 – вертикальный круг, 9 – зеркало подсветки, 10 – колонка, 11 – наводящий винт лимба, 12 – подъемный винт, 13 – окуляр зрительной трубы, 14 – окуляр отсчетного микроскопа, 15 – кремальера, 16 – наводящий винт зрительной трубы, 17 – наводящий винт алидады, 18 – цилиндрический уровень, 19 – закрепительный винт алидады, 20 – подставка (трегер)

Зрительная труба имеет оптический визир 4 для предварительного наведения на предмет; ее фокусировка осуществляется вращением винта кремальеры 15. Вместе с трубой скреплены вертикальный круг 8 и отсчетный микроскоп 14. Закрепительным винтом 6 трубу фиксируют в заданном положении, а наводящим винтом 16 медленно вращают ее в вертикальной плоскости для точного наведения на визирную цель.

Зрительная труба теодолита с внутренней фокусировкой может быть использована как оптический центрир. Для этого ее устанавливают вертикально объективом 5 вниз и визируют на точку стояния через отверстие в круглом основании прибора.

Принцип отсчитывания

При измерении углов отсчеты берутся по шкаловому микроскопу, окуляр которого расположен рядом с окуляром зрительной трубы. Оптическая система передает отсчет в поле зрения отсчетного микроскопа изображения штрихов горизонтального и вертикального кругов.

В верхней части поля зрения отсчетного микроскопа (рис. 2), отмеченной буквой В, изображаются штрихи вертикального круга, а в нижней части, отмеченной буквой Г, – штрихи горизонтального круга. У теодолита 2Т30 используется шкаловый микроскоп с ценой деления 5', с оцифровкой каждого градуса.

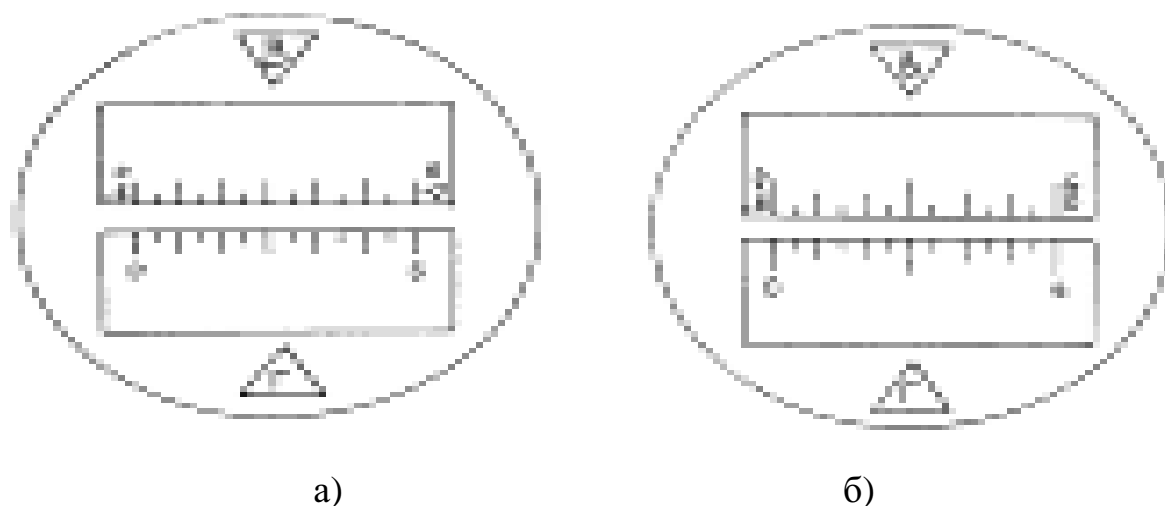


Рис. 2. Поле зрения отсчетного устройства теодолита 2Т30:
а — при положительном угле наклона, б — при отрицательном угле наклона

При измерении углов отсчеты берутся от нуля до подписанного индекса с округлением до десятых минут.

Например, на рис. 2,а отсчет по горизонтальному кругу равен $18^{\circ} 05'$, а на рис. 2,б - $111^{\circ} 37'$.

Шкала вертикального круга имеет два ряда цифр: по верхнему ряду со знаком « + » от 0 до 6, по нижнему со знаком « - » от 0 до 6. Цифры верхнего ряда берут тогда, когда в пределах шкалы находится штрих лимба со знаком «+», а по нижнему ряду - когда штрих лимба имеет знак «-». Следует учесть, что подписи верхней шкалы возрастают слева направо, нижней – справа налево.

Например, на рис. 2,а отсчет по вертикальному кругу равен $+ 1^{\circ} 36'$, а на рис. 2,б отсчет равен $-0^{\circ} 42'$.

1.3. Поверки теодолита

Для измерения углов в теодолите должны выполняться геометрические условия взаимного расположения его основных осей (рис. 3). Выяснение в полевых условиях сохранности взаимного расположения частей теодолита называют *поверками*. Результат каждой поверки сравнивается с допустимыми значениями, в случае превышения допуска производится *юстировка* прибора, т.е. исправление положения его геометрических элементов.

Основные условия, которые должны быть соблюдены в теодолите при измерении углов: *вертикальная ось прибора должна быть отвесна, а визирная плоскость вертикальна.*

На рис. 3 указаны основные оси теодолита:

- VV* - вертикальная ось прибора;
- HH* – горизонтальная ось (ось вращения зрительной трубы);
- UU* – ось цилиндрического уровня;
- PP* – визирная ось (прямая, проходящая через оптический центр объектива и перекрестие сетки нитей).

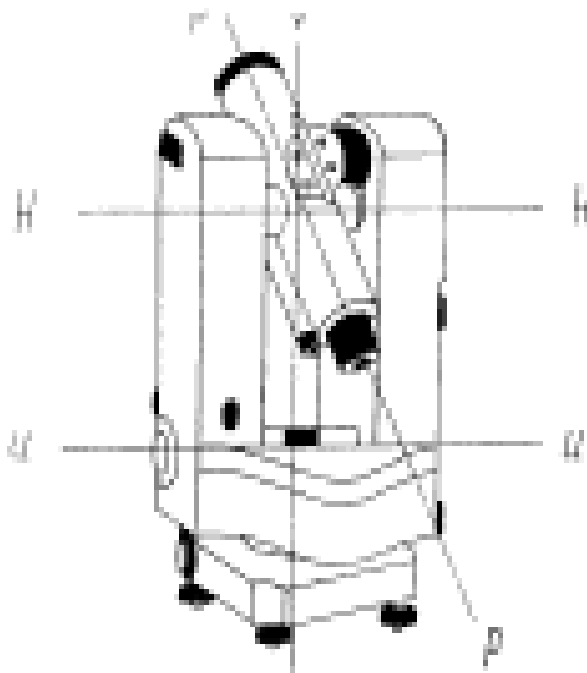


Рис. 3. Основные оси теодолита

Для ориентирования теодолита в комплект входит ориентир – бус-
соль (рис. 4).

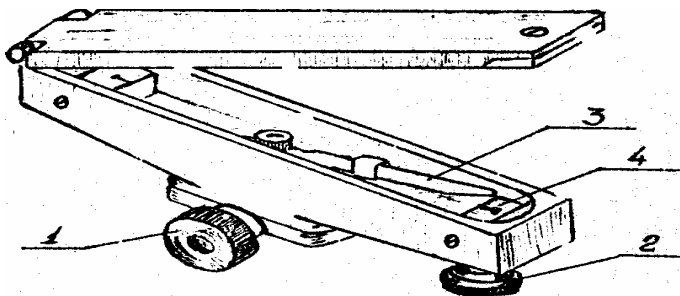


Рис. 4. Ориентир – бус-соль: 1 - закрепительный винт;
2 - винт арретира; 3 - стрелка; 4 - индекс

Измерение углов

Измерение горизонтальных и вертикальных углов производится
способом приемов. Один прием состоит из двух полуприемов: измерения
угла при правом (КП) положении вертикального круга и при левом (КЛ)
положении вертикального круга.

Задание 1. Изучение устройства теодолита 2ТЗО. Назовите ос-
новные части теодолита 2ТЗО (рис. 5) и объясните их назначение.

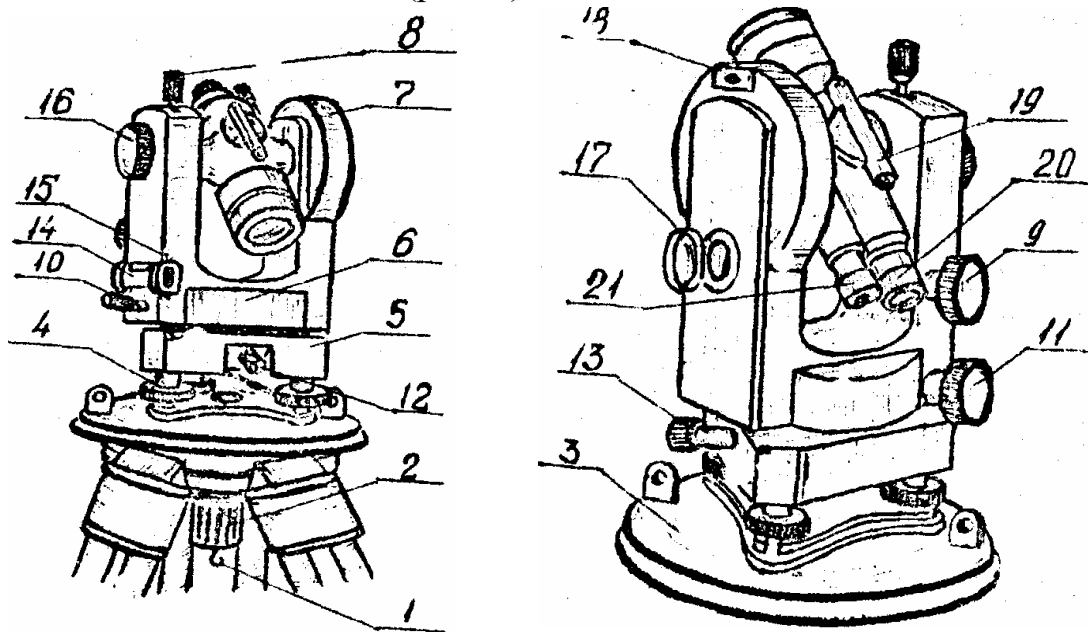


Рис. 5. Устройство теодолита 2ТЗО

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

- 8

- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.
- 11.
- 12.
- 13.
- 14.
- 15.
- 16.
- 17.
- 18.
- 19.
- 20.
- 21.

Задание 2. Изучение отсчетного устройства теодолитов. Полученные отсчеты проиллюстрировать на рис.б, а, б, в табл. 2.

Таблица 2

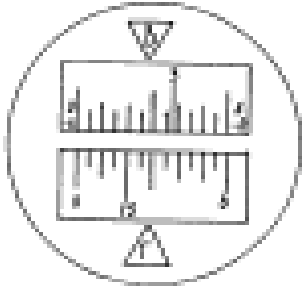
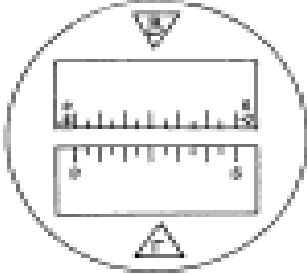
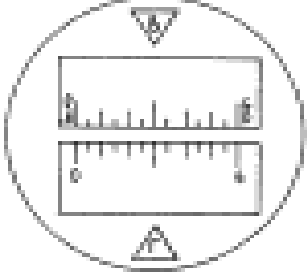
	<p>Цена деления лимба =</p> <p>Отсчеты: $\Gamma =$ $B =$</p>
 <p>Отсчеты: $\Gamma =$ $B =$</p>	 <p>Отсчеты: $\Gamma =$ $B =$</p>

Рис. б: а – при положительном угле наклона; б – при отрицательном

Задание 3. Установить теодолит в рабочее положение: а) центрировать; б) привести ось вращения прибора в вертикальное положение; в) установить трубу для наблюдений. Процесс установки описать.

а)

б)

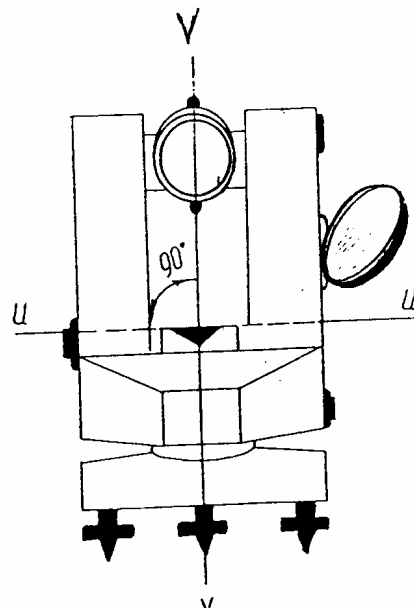
в)

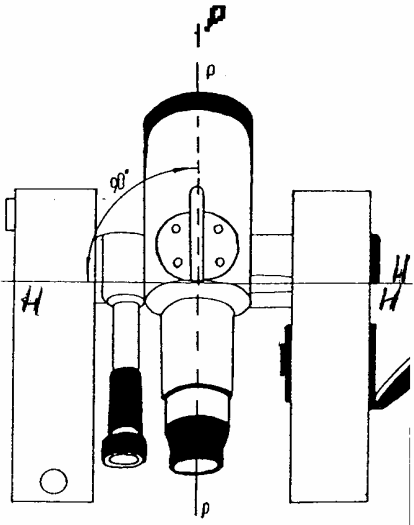
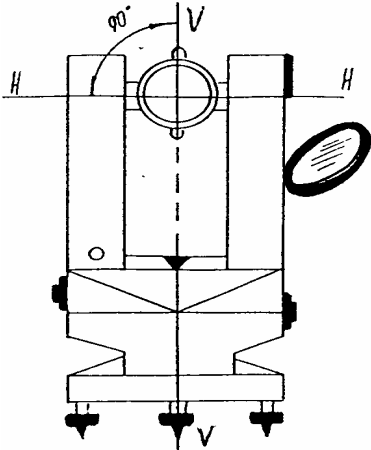
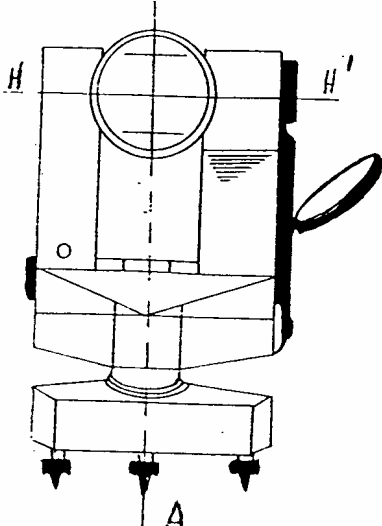
Задание 4. Произвести поверки теодолита 2Т30. В соответствии с чертежами заполнить табл. 3 по порядку :

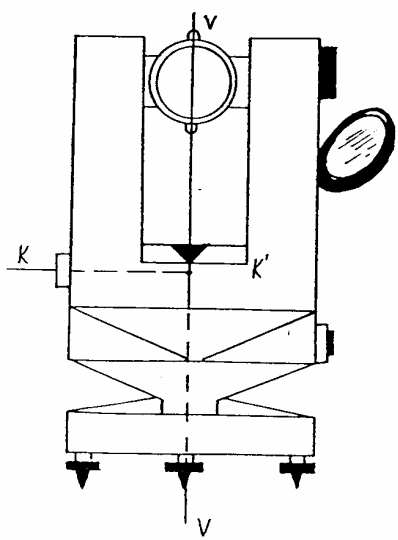
1. Формулировка поверки;
2. Последовательность выполнения поверки;
3. Порядок юстировки прибора.

Таблица 3

Поверки и юстировки теодолита

<p>1</p> 	1
	2
	3

<p>2</p> 	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p>
<p>3</p> 	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p>
<p>4</p> 	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p>

<p>5</p> 	1
	2
	3
<p>Дать заключение о техническом состоянии теодолита</p>	

Задание 5. Измерение горизонтальных углов. Способом приемов измерить два горизонтальных угла. Результаты измерений записать в табл. 4.

Журнал измерения горизонтальных углов

Дата: 2Т 30 № _____ Наблюдатель: 1.

2.

Таблица 4

Номер страницы	Номер т. вивирования	Отсчеты по горизонтальному кругу				Измеренные углы			
		Совмещения		Среднее (I + II) / 2	Полу-приемом		Приемом		
		I	II		°	'	°	'	
		°	'	'					°
1	2	Круг право				79	48	79	47,5
		12	06	06	12				
	4	91	54	54	91	54			
	2	Круг лево				79	47		
		192	06	06	192				
4	271	53	53	271	53				

Окончание табл. 4

Номер страницы	Номер т. визирования	Отсчеты по горизонтальному кругу				Измеренные углы			
		Совмещения		Среднее (I + II) / 2		Полу- приемом		Приемом	
		I	II						
		°	'	'	°	'	°	'	
		Круг право							
		Круг лево							
		Круг право							
		Круг лево							

Примечание: После первого полуприёма сбить лимб двумя-тремя вращательными движениями наводящего винта лимба (для 2Т30).

Задание 6. Измерение углов наклонов. Измерить три угла наклона. Результаты измерений записать в табл. 5. Вычислить МО, среднее значение МО, вычислить углы наклона по формулам.

$$MO = 1/2(KЛ + КП); \nu = КЛ - MO = MO - КП = 1/2(KЛ - КП)$$

Журнал измерения углов наклона

Дата: 2Т 30 № _____ Наблюдал: 1.
2.

Таблица 5

Номер страницы	Номер т. визирования	Отсчеты по вертикальному кругу				Место нуля МО		Углы наклона V		
		Совмещения		Среднее (I + II) / 2						
		I	II							
		°	'	'	°	'	°	'		
1	2	1	Круг право				-0	0,5	-1	25,5
			25	25	1	25				
	2	-1	Круг лево							
			26	26	-1	26				

Номер страницы	Номер т. визирования	Отсчеты по вертикальному кругу				Место нуля МО		Углы наклона V	
		Совмещения		Среднее (I + II) / 2					
		I		II		°	'	°	'
		°	'	'	°				
		Круг право							
		Круг лево							
		Круг право							
		Круг лево							
		Круг право							
		Круг лево							

$$MO_{\text{ср}} =$$

Контрольные задания и вопросы

1. Назначение теодолита.
2. Классификация теодолитов.
3. Основные части теодолита и их назначение.
4. Что измеряют и вычисляют при помощи теодолита?
5. Какие способы применяются для измерения углов?
6. Как установить теодолит в рабочее положение?
7. Что такое поверки и юстировки теодолита и зачем их выполняют?
8. Поверки теодолита.
9. Что такое МО и как его определить?
10. Что такое коллимационная ошибка, как ее определяют и устраняют?
11. От чего зависит точность измерений техническим теодолитом?

Часть 2. НИВЕЛИРЫ

2.1. Классификация нивелиров

Нивелир – прибор для определения превышений с помощью горизонтального луча визирования, получивший широкое распространение в инженерно-геодезической практике. Нивелиры подразделяются на уровенные с самоустанавливающимся лучом визирования, что достигается с помощью компенсатора. Компенсатор – автоматическое устройство, которое обеспечивает горизонтальность визирного луча.

Выпускаемые в нашей стране нивелиры подразделяются на высокоточные Н-05, точные Н-3, технические Н-10. В приведенных обозначениях после буквы «Н», обозначающей слово «нивелир», указаны значения средних квадратических погрешностей двойного нивелирного хода протяженностью в 1 км. Если нивелир с компенсатором, то к обозначению добавляют букву «К», например Н-3К. В тех случаях, когда нивелир снабжен горизонтальным кругом, к обозначению добавляют букву «Л» (лимб), например Н-10Л.

В строительстве широко используют отечественные нивелиры Н-3, Н-3К, Н-3КЛ, Н-10Л, Н-10К, Н-10КЛ, а также нивелиры производства ГДР *Ni-025* и *Ni-050* и ВНР *Ni-B5*, *Ni-B6*. В табл. 6 приведены основные технические характеристики нивелиров.

Таблица 6

Технические характеристики нивелиров

Параметр	Нивелиры				
	Н-05	Н-3	Н-3К	Н-10Л	Н-10КЛ
Увеличение зрительной трубы (крат)	44 ^x	30 ^x	30 ^x	23 ^x	20 ^x
Наименьшее расстояние визирования, м	3	2	2	1,5	1,5
Цена деления цилиндрического уровня, секунды дуги	12"	15"	—	45"	—
Чувствительность компенсатора, секунды дуги	—	—	0,4"	—	1,0"

Параметр	Нивелиры				
	Н-05	Н-3	Н-3К	Н-10Л	Н-10КЛ
Предел работы компенсатора, минуты дуги	—	—	10'	—	15'
Цена деления круглого уровня, минуты дуги	—	2'	8'	10'	18'
Масса прибора, кг	6	2	2,5	1,7	1,5

При нивелировании применяют рейки РН-05, РН-3 и РН-10. Как правило, две рейки поставляются вместе с нивелиром в виде комплекта.

2.2. Устройство нивелиров и реек

Цель работы: изучить названия основных частей прибора, освоить их взаимодействие, научиться брать отсчеты по рейке.

Приборы и принадлежности: нивелиры Н-3, Н-10, Н-3К, нивелирная рейка, бланк задания, рабочая тетрадь.

Устройство нивелира Н-3

На рис. 7 показан нивелир Н-3 и его основные части.

Устанавливаем нивелир в рабочее положение, заключающееся в приведении оси Π' в отвесное положение с помощью подъемных винтов. Для этого вращением подъемных винтов добиваются приведения пузырька круглого уровня в нуль-пункт. Закрепительный 10 и наводящий 3 винты служат для наведения зрительной трубы на рейку. Зрительная труба с внутренним фокусированием имеет объектив 8, окуляр 6 и фокусирующую кремальеру 7. Цилиндрический уровень 9 жестко скреплен с зрительной трубой, поэтому нивелир называется глухим. С помощью оптической системы изображения концов пузырька цилиндрического уровня передаются в поле зрения трубы (см. рис. 7). Данное устройство позволяет во время измерений одновременно наблюдать в поле зрения трубы сетку нитей, рейку и следить за положением цилиндрического уровня, который приводится в нуль-пункт элевационным винтом 5.

На сетке нитей зрительной трубы нивелира нанесены дальномерные штрихи. Коэффициент нитяного дальномера $K = 100$.

Устройство нивелира Н-10Л

Этот нивелир имеет конструктивные отличия от нивелира Н-3. Вместо подставки с подъемными винтами имеется шаровая пята 1, закрытая резиновым кожухом (рис. 8). При работе этим нивелиром установку оси вращения прибора в отвесное положение выполняют следующим образом:

- освобождают закрепительный винт шаровой пяты;
- рукой наклоняют верхнюю часть прибора до установки круглого уровня в нуль-пункт;
- зажимают закрепительный винт шаровой пяты.

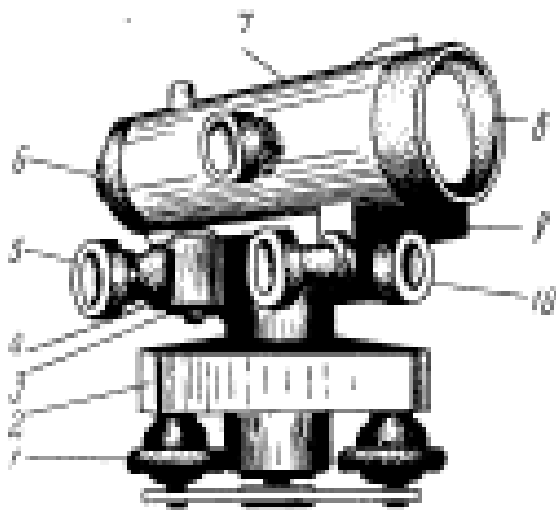


Рис. 7. Нивелир Н-3:

1 – подъемный винт, 2 – подставка, 3 – наводящий винт, 4 – круглый уровень; 5 – элевационный винт, 6 – окуляр, 7 – фокусирующая кремальера, 8 – объектив, 9 – кожух с цилиндрическим уровнем, 10 – закрепительный винт

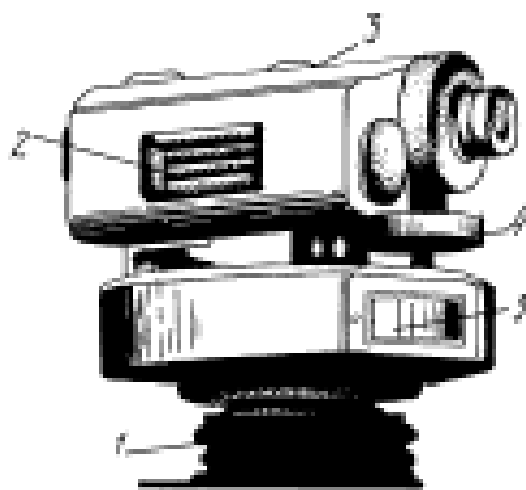


Рис. 8. Нивелир Н-10Л:

1 – подставка (шаровая пята), 2 – цилиндрический уровень, 3 – зрительная труба, 4 – элевационный винт, 5 – лимб

Нивелир Н-10Л снабжен лимбом 5, позволяющим измерять или откладывать горизонтальные углы с точностью до $0,1^\circ$. Этот нивелир используется при съемке поперечных профилей и нивелировании земной поверхности, при съемке полосы трассы линейного сооружения. Нивелир

Н-10Л не имеет обычного закрепительного и наводящего винтов. Наведение зрительной трубы 3 на рейку осуществляется от руки.



Рис. 9. Нивелир Н-3К:

1 – подъемный винт, 2 – подставка, 3 – наводящий винт, 4 – зрительная труба, 5 – зеркало, 6 – круглый уровень

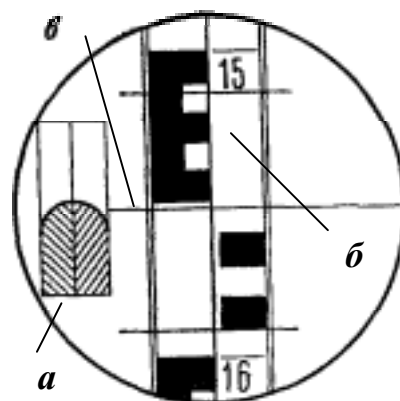


Рис. 10. Поле зрения трубы:

а – изображение контактного уровня;
б – изображение рейки;

в – отсчет по рейке: 1551

Устройство нивелира Н-3К

Нивелир с компенсатором Н-3К и его основные части показаны на рис. 9. Прибор состоит из подставки 2 с подъемными винтами 1. Наведение зрительной трубы 4 на рейку осуществляется с помощью наводящего винта 3. Для установки визирной оси в рабочее положение прибор снабжен круглым уровнем 6, за положением пузырька которого наблюдают с помощью зеркала 5.

Компенсатор обеспечивает установку линии визирования в горизонтальное положение с погрешностью 0,4" при наклонах оси вращения прибора до 15'.

Устройство нивелирных реек

Рейки РН-3 и РН-10 изготавливают из выдержанного дерева. К нижнему концу рейки (пятке) прибивается металлическая пластинка. Рей-

ки делают двусторонними, складными. С одной стороны наносят шкалы в виде сантиметровых черных шашек на белом фоне (черная сторона), с другой — в виде красных шашек (красная сторона). Первые пять шашек каждого дециметра для удобства объединены гребенкой в виде Е. На шкалах наносят дециметры.

На черных сторонах реек нуль (начало шкалы) совпадает с пяткой рейки, на красных сторонах с пяткой совпадает другой отсчет. Начала шкал между черной и красной стороной рейки смещены на определенную величину, например 4687, 4783, 4700, 4800, что позволяет контролировать правильность отсчета. Длина реек РН-3 и РН-10 бывает 1,5; 3,0; 4,0 м. В стесненных условиях применяют рейки 0,8 и 1,0 м. Рейка РН-3 (рис. 11) снабжена круглым уровнем для установки ее в отвесное положение.

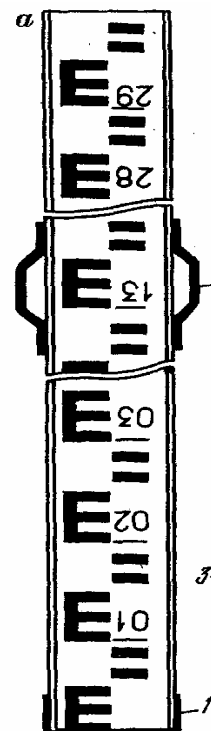


Рис. 11

2.3. Поверки нивелира

Цель работы: изучить поверки нивелиров с цилиндрическим уровнем.

Приборы и принадлежности: нивелир Н-3, нивелирные рейки, бланк задания, рабочая тетрадь.

В процессе поверок контролируют правильность взаимного положения осей и частей нивелира (рис. 12.). Главное условие, которое предъявляют к нивелиру, – это *горизонтальность визирной оси*. Если обнаруживается несоответствие, его устраняют посредством юстировки.

Перед началом поверок нивелир устанавливают на штативе или специальном кронштейне.

На лабораторном занятии студенты должны выполнить следующие поверки:

1. *Ось круглого уровня должна быть параллельна вертикальной оси вращения прибора.* Поверка выполняется тремя подъемными винтами, юстировка производится исправительными винтами.

2. Вертикальная нить сетки должна быть параллельна оси нивелира. Проверка выполняется по отвесу, юстировка производится поворотом диафрагмы сетки нитей.

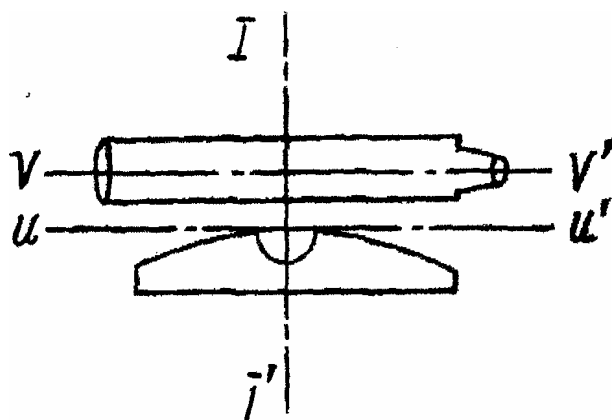


Рис 12. Основные оси нивелира:

II' - ось вращения нивелира;

VV' - визирная ось трубы;

UU' - ось цилиндрического уровня

3. Визирная ось зрительной трубы должна быть параллельна оси цилиндрического уровня. (Главное условие нивелира – определение угла i). Проверка выполняется двойным нивелированием. Если $i > 10''$, производят юстировку с помощью исправительных винтов цилиндрического уровня.

После юстировок проверки повторяют.

2.4. Измерение превышений и вычисление высот точек

Цель задания: усвоить методику измерения превышения на станции и обработки результатов измерений.

Приборы и принадлежности: нивелир Н-3, нивелирные рейки РН-3, журнал технического нивелирования, рабочая тетрадь.

Измерения на станции

При измерении превышения между точками A и B устанавливают нивелир примерно на одинаковом расстоянии от точек и приводят нивелир в рабочее положение. С помощью подъемных винтов приводят пузырек круглого уровня в нуль-пункт. Вращая диоптрийное кольцо (перед окуляром), добиваются четкого изображения сетки нитей, наводят зрительную трубу на рейку и, вращая фокусирующую кремальеру, добиваются резкого изображения рейки. Далее, вращая элевационный винт, добиваются совмещения изображения концов пузырька цилиндрического уровня и берут отсчеты по рейке с точностью до миллиметра.

Измерения выполняют в определенной последовательности (рис. 13):

- нивелир наводят на заднюю рейку в точке 1 и берут отсчет по черной стороне рейки $a_ч$;
- наводят нивелир на переднюю рейку в точке 2 и берут отсчет по черной стороне $b_ч$;
- поворачивают рейки красной стороной;
- нивелир наводят на заднюю рейку в точке 1 и берут отсчет по красной стороне рейки $a_к$;
- нивелир наводят на переднюю рейку в точке 2 и берут отсчет по красной стороне рейки $b_к$.

Результаты записывают в журнал технического нивелирования табл. 7.



Рис. 13. Схема нивелирования на станции

Обработка результатов измерений на станции

Пример обработки результатов нивелирования приведен в табл. 7

Таблица 7

Журнал технического нивелирования

Дата 22.03.03 г.

Н-3 № 12465

Наблюдал: Трифонов М.В.

Записывал: Макаров А.М.

Но- мер стан- ции	Но- мер репе- ра и точек	Отсчеты по рейкам, мм			Превышения, мм		Гори- зонт прибо- ра ГП, м	Отметки Н, м
		зад- ние $a_ч$ $a_к$	перед- ние $b_ч$ $b_к$	проме- жуточ- ные $c_ч$	по чер- ным и красным $h_ч, h_к$	сред- нее $h_{сч}$		
	1	2918					77,917	75,000

Но- мер стан- ции	Но- мер репе- ра и точек	Отсчеты по рейкам, мм			Превышения, мм		Гори- зонт прибо- ра ГП, м	Отметки H , м
		зад- ние $a_{ч}$ $a_{к}$	перед- ние $b_{ч}$ $b_{к}$	проме- жуточ- ные $c_{ч}$	по чер- ным и красным $h_{ч}$, $h_{к}$	сред- нее h_{ch}		
3		7599						
		(4681)						
	+3			0535	+ 2537	+ 2535		77,382
	+4			2807	+ 2535			75,110
	2			0381				
			5064					77,536
			(4683)					

На станции вычисляют значения превышений по черной и красной сторонам рек:

$$h_{ч} = a_{ч} - b_{ч}; \quad h_{к} = a_{к} - b_{к},$$

Для технического нивелирования расхождение между черным и красным превышениями допускается ± 5 мм, $|h_{ч} - h_{к}| \leq 5$ мм. Также для контроля правильности взятия отсчетов при измерении на каждой станции вычисляют разности пятков – $a_{ч} - a_{к}$ и $b_{ч} - b_{к}$. Расхождения в полученных разностях не должны превышать 5 мм.

Среднее превышение вычисляют с округлением до миллиметра по формуле

$$h_{ch} = (h_{ч} + h_{к}) / 2.$$

Высота H_A задней точки A известна, высоту H_B передней точки B вычисляют по формуле

$$H_B = H_A + h_{ch}.$$

При проложении нивелирного хода аналогичные действия выполняют на каждой станции.

Точки 1 и 2 (общие для двух станций) являются связующими. Кроме отметок связующих точек C вычисляют отметки H_c плюсовых точек (промежуточных – характерные точки местности). Для этого, установив рейку на плюсовую точку, берут отсчет по черной стороне рейки $c_{ч}$. На станции вычисляют горизонт прибора (ГП) $ГП = H_A + a_{ч}$, затем отметку точки $H_c = ГП - c_{ч}$.

Задание 1. Изучение устройства нивелира Н-3. Назовите основные части нивелира Н-3 (рис. 14), объясните их назначение.

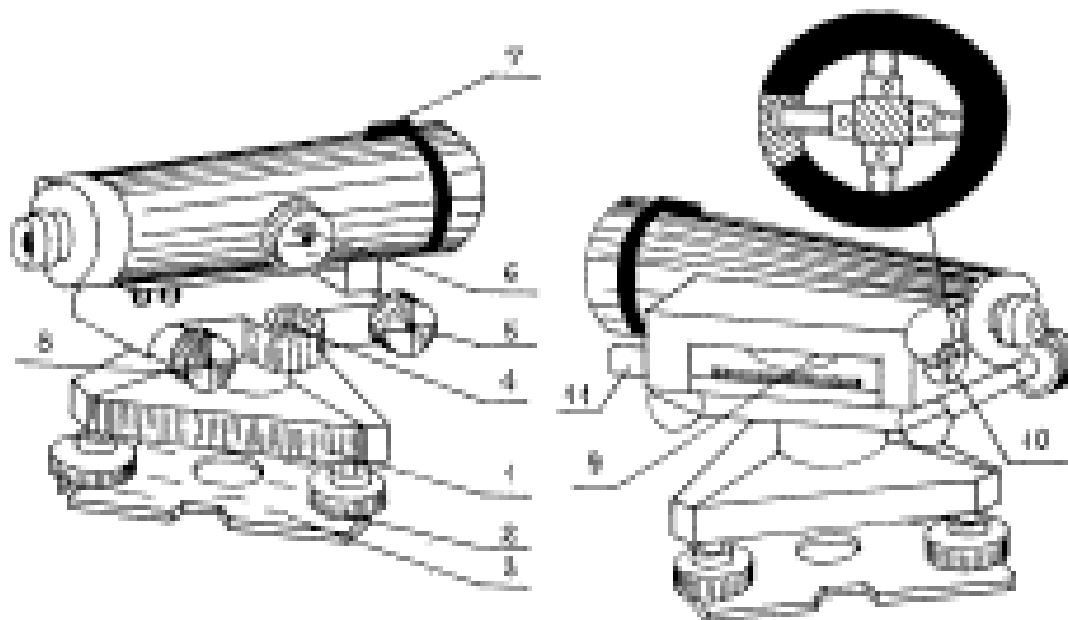


Рис. 14. Устройство нивелира

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

Задание 2. Поверки нивелира Н-3. Выполнить поверки нивелира Н-3. Заполнить табл. 8 по порядку: формулировка поверки, последовательность выполнения поверки, порядок юстировки прибора.

Последовательность выполнения поверок следует пояснить чертежами.

Таблица 8

Поверки и юстировки нивелира Н-3 № _____

№ п/п 1	Формулировка поверки	Последовательность выполнения поверки	Порядок юстировки прибора. Указать, как произведено исправление и на какую величину.

Окончание табл. 8

№ п/п	Формулировка поверки	Последовательность выполнения поверки	Порядок юстировки прибора. Указать, как произведено исправление и на какую величину
2			
3			

Дать заключение о техническом состоянии нивелира.

Задание 3. Установка нивелира Н-3 в рабочее положение. Привести нивелир Н-3 в рабочее положение и взять отсчет по рейке. Действия описать. Нарисовать рейку и указать отсчет.

Задание 4. Нивелирование на станции. Выполнить техническое нивелирование на станции. Измерить превышения. Вычислить отметки связующих и плюсовых точек. Результаты измерений записать в табл. 9.

Таблица 9

Журнал технического нивелирования трассы

Дата _____ г.

Н-3 № _____

Наблюдал: ст. гр.

Записывал: ст. гр.

Но- мер стан- ции	Но- мер репе- ра и точек	Отсчеты по рейкам, мм			Превышения, мм		Гори- зонт прибора ГП, м	Отметки Н, м	
		зад- ние	перед- ние	проме- жуточ- ные	по чер- ным и красным	сред- нее			
*	*	*					*	50.000+№	
		*							
	+			*	*	*		*	
	+			*	*			*	
	*			*					
				*					*

№ – порядковый номер студента по списку преподавателя.

Контрольные задания и вопросы

1. Какие методы нивелирования применяются на практике?
2. В чем заключается принцип метода геометрического нивелирования?
3. Устройство нивелира с цилиндрическим уровнем, назначение его частей и их взаимодействие в процессе измерений.
4. Сформулируйте условия, которым должен удовлетворять нивелир с цилиндрическим уровнем.
5. Каковы преимущества конструкции нивелира НК?
6. Последовательность действия при установке нивелиров в рабочее положение.
7. Последовательность измерений на станции геометрического нивелирования.
8. Назовите способы контроля измерений при работе на станции, напишите формулы для вычисления превышений и высот.
9. Как вычисляют высоты промежуточных точек? Покажите на чертеже высоты точек и горизонт прибора.
10. Как устроены рейки, применяемые при геометрическом нивелировании?
11. Изложите порядок содержания и выполнения проверок и юстировок нивелира с цилиндрическим уровнем.

Рекомендательный библиографический список

1. Инженерная геодезия / Под. ред. Д.Ш. Михелева. М.: Высш. шк., 2000. – 464 с.
2. Лукьянов В.Ф., Новак В.Е. и др. Лабораторный практикум по инженерной геодезии. – М.: Недра, 1990. – 332 с.
3. Лукьянов В.Ф., Новак В.Е. и др. Учебное пособие по геодезической практике. – М.: Недра, 1986. – 236 с.
4. Даниленко Т.С., Оробинский В.С. Инженерная геодезия и аэрогеодезия: Учеб. пособие. – Владимир, 1987. – 96 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Часть 1. ТЕОДОЛИТЫ	3
1.1. Классификация теодолитов.....	3
1.2. Устройство теодолитов.....	4
1.3. Поверки теодолита.....	7
<i>Задание 1</i>	8
<i>Задание 2</i>	9
<i>Задание 3</i>	10
<i>Задание 4</i>	10
<i>Задание 5</i>	12
<i>Задание 6</i>	13
Контрольные задания и вопросы	14
Часть 2. НИВЕЛИРЫ	15
2.1. Классификация нивелиров.....	15
2.2. Устройство нивелиров и реек.....	16
2.3. Поверки нивелира.....	19
2.4. Измерение превышений и вычисление высот точек.....	20
<i>Задание 1</i>	23
<i>Задание 2</i>	24
<i>Задание 3</i>	26
<i>Задание 4</i>	26
Контрольные задания и вопросы.....	27
Рекомендательный библиографический список.....	27

Учебное издание

ОРОБИНСКИЙ Владимир Степанович
ВИННИКОВА Татьяна Петровна

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

Рабочая тетрадь для выполнения
лабораторных работ по инженерной геодезии

Редактор Е.А. Амирсейидова
Корректор В.В. Гурова
Компьютерная верстка А.Ю. Сергеева

ЛР № 020275. Подписано в печать 23.06.03.
Формат 60x84/16. Бумага для множит. техники. Гарнитура Таймс.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,63. Уч.-изд. л. 1,72. Тираж 000 экз.
Заказ

Редакционно-издательский комплекс
Владимирского государственного университета.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.

