

## Оглавление

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ .....	6
2. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ.....	7
2.1. Устройство нивелира с компенсатором .....	7
2.2. Подготовка нивелира с компенсатором к работе.....	8
2.3. Поверки и юстировки нивелиров Sokkia C410 и Geobox N7-26 .....	8
2.3.1. Поверка круглого уровня .....	8
2.3.2. Проверка исправности компенсатора .....	9
2.3.3. Поверка сетки нитей.....	9
2.3.4. Поверка положения визирной оси (главное геометрическое условие нивелира с компенсатором).....	9
3. УСТРОЙСТВО И ПОВЕРКИ ЭЛЕКТРОННОГО ТЕОДОЛИТА .....	11
3.1. Подготовка теодолита к работе.....	11
3.2. Клавиатура дисплея и ее назначение.....	12
3.3. Поверки теодолита .....	13
3.3.1. Поверка и юстировка цилиндрического уровня .....	13
3.3.2. Поверка и юстировка круглого уровня.....	14
3.3.3. Поверка и юстировка оптического центра .....	14
3.3.4. Поверка вертикальности сетки нитей зрительной трубы .....	14
3.3.5. Поверка коллимационной ошибки горизонтального круга .....	15
3.3.6. Определение наклона горизонтальной оси .....	15
3.3.7. Определение места нуля вертикального круга .....	15
3.4. Измерение горизонтальных и вертикальных углов .....	16
3.4.1. Измерение горизонтального угла способом полного приема .....	16
3.4.2. Измерение вертикальных углов (углов наклона) .....	17
3.5. Измерение расстояний теодолитом .....	18
3.6. Измерение превышений теодолитом.....	18
4. ВЫПОЛНЕНИЕ ПОЛЕВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ.....	19

5. КАМЕРАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ.....	23
5.1. Уравнивание нивелирного хода.....	23
5.2. Уравнивание теодолитного хода.....	24
5.3. Камеральная обработка результатов тахеометрической съемки .....	27
6. СОСТАВЛЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ.....	28
7. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ .....	30
7.1. Геодезическая подготовка данных для выноса осей сооружения в натуру.....	30
7.2. Определение крена дымовой трубы .....	35
8. ПРОДОЛЬНОЕ НИВЕЛИРОВАНИЕ ТРАССЫ.....	44
8.1. Расчет элементов круговой кривой .....	45
8.2. Расчет пикетажного положения главных точек кривой .....	46
8.3. Разбивка главных точек кривой на местности .....	47
8.4. Привязка и нивелирование трассы .....	47
8.5. Обработка результатов измерений .....	48
8.6. Построение продольного профиля .....	49
8.7. Построение проектной линии .....	50
9. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ .....	53
Библиографический список.....	54

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Целью учебной ознакомительной практики (геодезической) является формирование компетенций (начальных навыков) обучающегося в области инженерно-геодезических изысканий.

Предлагаемые при прохождении практики задания должны сформировать у обучающегося навыки и умения, дать знания, необходимые как для углубления и закрепления материала, полученного в процессе аудиторного обучения, так и формирования навыков, которые потребуются в дальнейшей профессиональной деятельности.

Многие задания предполагают самостоятельную работу студента, например, при камеральной обработке результатов измерений, построении топографического плана и т.д. Также при прохождении геодезической практики у обучающегося может возникнуть необходимость уточнить порядок выполнения работ (измерений) или требуемую точность измерений. Для таких и подобных им случаев и предназначено настоящее учебное пособие. Оно содержит изложение порядка выполнения и последующей камеральной обработки заданий, предлагаемых к выполнению при прохождении учебной геодезической практики.

В процессе выполнения отдельных заданий, например полевого и камерального трассирования, обучающиеся познакомятся с нормативной базой в области инженерно-геодезических изысканий и получат навыки ее применения.

Методика выполнения базовых измерений (горизонтальных и вертикальных углов, расстояний и превышений), с которой обучающиеся ознакомились в процессе изучения таких дисциплин, как «Инженерная геодезия», «Инженерные изыскания в строительстве» и т.д., будет отработана при выполнении работ по тахеометрической съемке, трассированию, а также при решении инженерно-геодезических задач.

При построении топоплана по результатам тахеометрической съемки обучающиеся получат начальные навыки обработки результатов измерений, полевого и камерального контроля результатов измерений, упрощенного уравнивания. При выполнении задания «Геодезическая подготовка данных для выноса осей сооружения в натуру» обучающиеся освоят методы разбивки точек и линий и вычисления разбивочных элементов. «Определение крена» даст навыки определения кренов дымовых труб.

Также при выполнении каждого из заданий обучающиеся получат навыки составления отчета по выполненным геодезическим работам.

## 2. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

### 2.1. Устройство нивелира с компенсатором

Нивелиры с компенсатором применяются для производства технического нивелирования и нивелирования III, IV классов, а также для выполнения геодезических работ на строительных площадках.

Нивелиры Sokkia C410 и Geobox N7-26 — это нивелиры с компенсаторами. Данные нивелиры относятся к классу точных нивелиров. Устройство приведено на рис. 1, а, б.

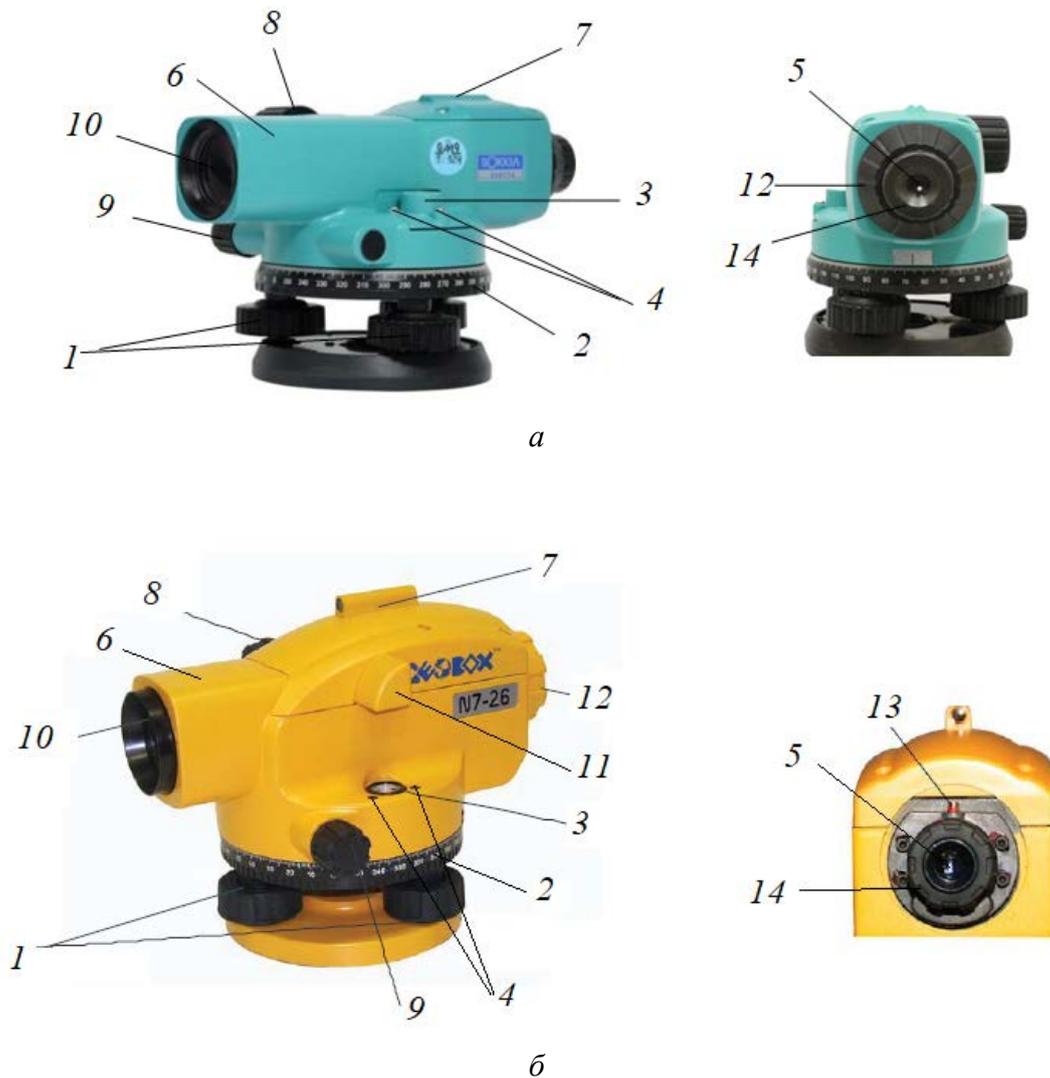


Рис. 1. Устройство нивелиров:

- a* — Sokkia C410; *б* — Geobox N7-26; 1 — подъемные винты; 2 — лимб с делениями; 3 — круглый уровень; 4 — исправительные винты круглого уровня; 5 — окуляр; 6 — зрительная труба; 7 — визир; 8 — кремальера; 9 — наводящий винт; 10 — объектив; 11 — зеркало вида круглого уровня; 12 — кожух юстировочных винтов сетки нитей; 13 — юстировочный винт сетки нитей; 14 — винт фокусировки сетки нитей (диоптрийное кольцо)

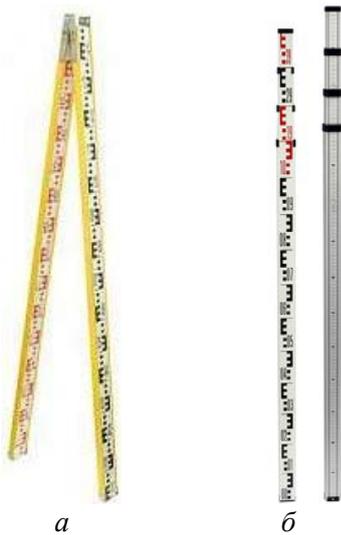


Рис. 2. Рейки для нивелирования:  
*a* — деревянные; *б* — алюминиевые

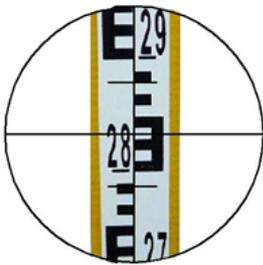


Рис. 3. Поле зрения трубы.  
 Отсчет по рейке 2834

Для производства нивелирования помимо самого нивелира необходимы штатив и рейки. Рейки для данного вида нивелиров выпускаются с прямым изображением, деревянные трехметровые (рис. 2, *a*) и алюминиевые телескопические 2–6 м (рис. 2, *б*).

## 2.2. Подготовка нивелира с компенсатором к работе

Перед выполнением нивелирования нивелир приводят в рабочее положение в следующем порядке:

- нивелир располагают на штативе, установленном на поверхности земли на необходимую высоту;
- подъемными винтами (рис. 1, поз. 1) приводят пузырек круглого уровня (рис. 1, поз. 4) в центр;
- наводят зрительную трубу на рейку, используя визир (рис. 1, поз. 7) и наводящий винт (рис. 1, поз. 9). Вращая винт фокусировки сетки нитей (рис. 1, поз. 14), добиваются четкого изображения сетки нити;
- вращая кремальеру (рис. 1, поз. 8), добиваются четкого изображения рейки;
- берут отсчет по рейке (рис. 3). Так как рейка и зрительная труба нивелира имеют прямое изображение, то отсчитывание по рейке выполняют снизу вверх. Для определения превышения отсчет снимают по средней нити с точностью до миллиметра.

## 2.3. Поверки и юстировки нивелиров Sokkia C410 и Geobox N7-26

### 2.3.1. Проверка круглого уровня

*Условие.* Ось круглого уровня *UU* (рис. 4) должна быть параллельна оси вращения прибора *ZZ*. При помощи трех подъемных винтов устанавливают пузырек уровня в нуль-пункт и поворачивают зрительную трубу на 180°. Если пузырек остался в центре, то условие выполнено, если нет, то необходимо выполнить юстировку.

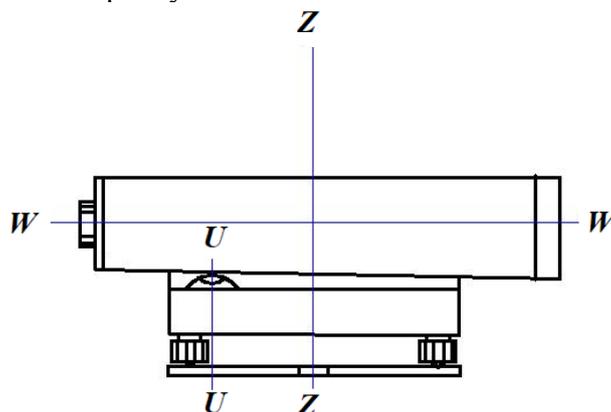


Рис. 4. Схема осей нивелиров с компенсаторами:  
*ZZ* — ось вращения прибора; *UU* — ось круглого уровня;  
*WW* — визирная ось зрительной трубы

Вращением подъемных винтов (рис. 1, поз. 1) возвращают пузырек уровня наполовину к центру. Вторую половину отклонения компенсируют вращением исправительных винтов круглого уровня (рис. 1, поз. 3).

### 2.3.2. Проверка исправности компенсатора

Исправность компенсатора необходимо проверять каждый раз перед началом работы с нивелиром.

Приводят пузырек круглого уровня в центр.

Наводят зрительную трубу на четкую цель, после чего поворачивают подъемный винт на 1/8 оборота. Контролируют смещение горизонтальной нити сетки нитей нивелира относительно цели. Нить должна дернуться и вернуться обратно. Если горизонтальная нить не возвращается в первоначальное положение, компенсатор неисправен. Прибор к работе непригоден.

### 2.3.3. Проверка сетки нитей

*Условие.* Горизонтальная нить сетки должна быть перпендикулярна оси вращения нивелира.

*Способ первый.* Замечают на краю поля зрения трубы какую-либо точку, изображение которой попадает на средний горизонтальный штрих сетки нитей нивелира. Плавно вращают трубу в горизонтальной плоскости. Если нить сетки не сходит с этой точки, условие выполнено.

*Способ второй.* На небольшом расстоянии от прибора подвешивают нитяной отвес и наводят на него вертикальную нить сетки нитей, которая должна совпадать с линией отвеса. Если условие не выполнено, то, пользуясь юстировочными винтами сетки нитей (рис. 1, поз. 13), следует повернуть сетку так, чтобы вертикальный штрих сетки совпал с линией отвеса. После закрепления винтов сетки необходимо повторить поверку.

### 2.3.4. Проверка положения визирной оси (главное геометрическое условие нивелира с компенсатором)

*Условие.* Визирная ось зрительной трубы  $WW$  должна быть горизонтальна при установке нивелира в пределах угла компенсации.

На местности закрепляют две точки на расстоянии 50 м друг от друга, на которые устанавливают рейки (рис. 5, а, б).

Нивелир устанавливают посередине (станция 1, рис. 5, а), визируют на заднюю и переднюю рейки, берут отсчеты, вычисляют превышение:

$$h_{Г1} = a_1 - b_1. \quad (1)$$

Меняют горизонт нивелира, визируют на заднюю и переднюю рейки, берут отсчеты и вычисляют превышение:

$$h_{Г2} = a_2 - b_2. \quad (2)$$

Если  $|h_{Г1} - h_{Г2}| \leq 3$  мм, то вычисляют среднее превышение на станции 1 –  $h_{ст1}$ :

$$h_{ст1} = \frac{h_{Г1} + h_{Г2}}{2}. \quad (3)$$

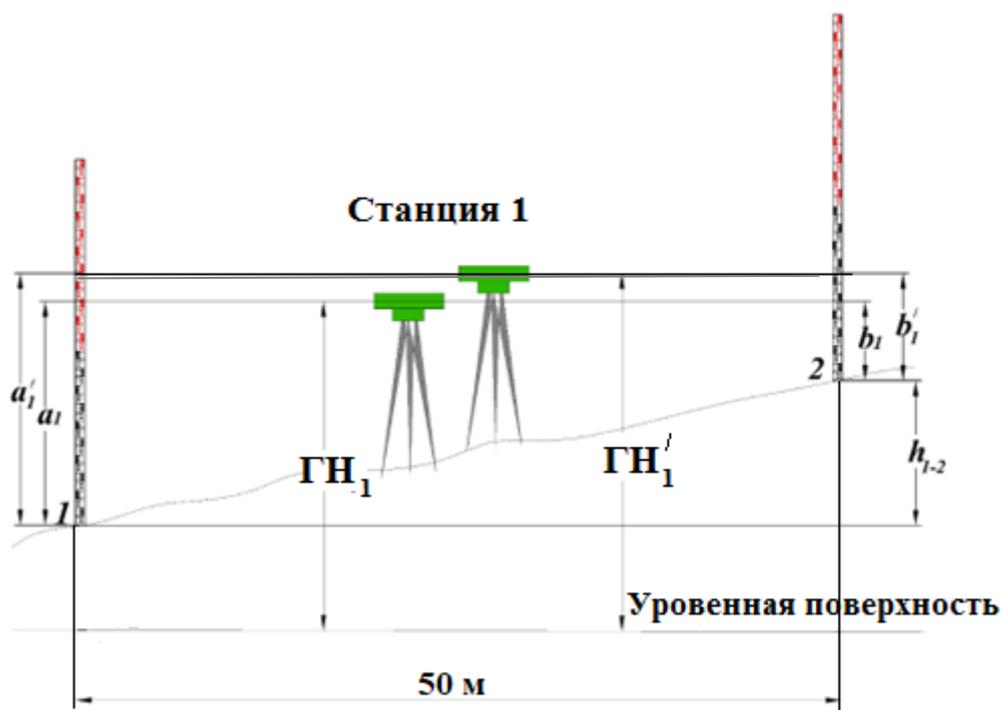
Далее перемещают нивелир к передней рейке на расстояние 1–2 м (станция 2, рис. 5, б). Визируют на заднюю и переднюю рейки, берут отсчеты и вычисляют превышение  $h_{ст2}$  по формулам (1, 2, 3).

Если  $|h_{ст1} - h_{ст2}| \leq 3$  мм, то условие выполнено. Если  $|h_{ст1} - h_{ст2}| > 3$  мм, то необходимо провести юстировку. Для этого вычисляют правильный отсчет по формуле:

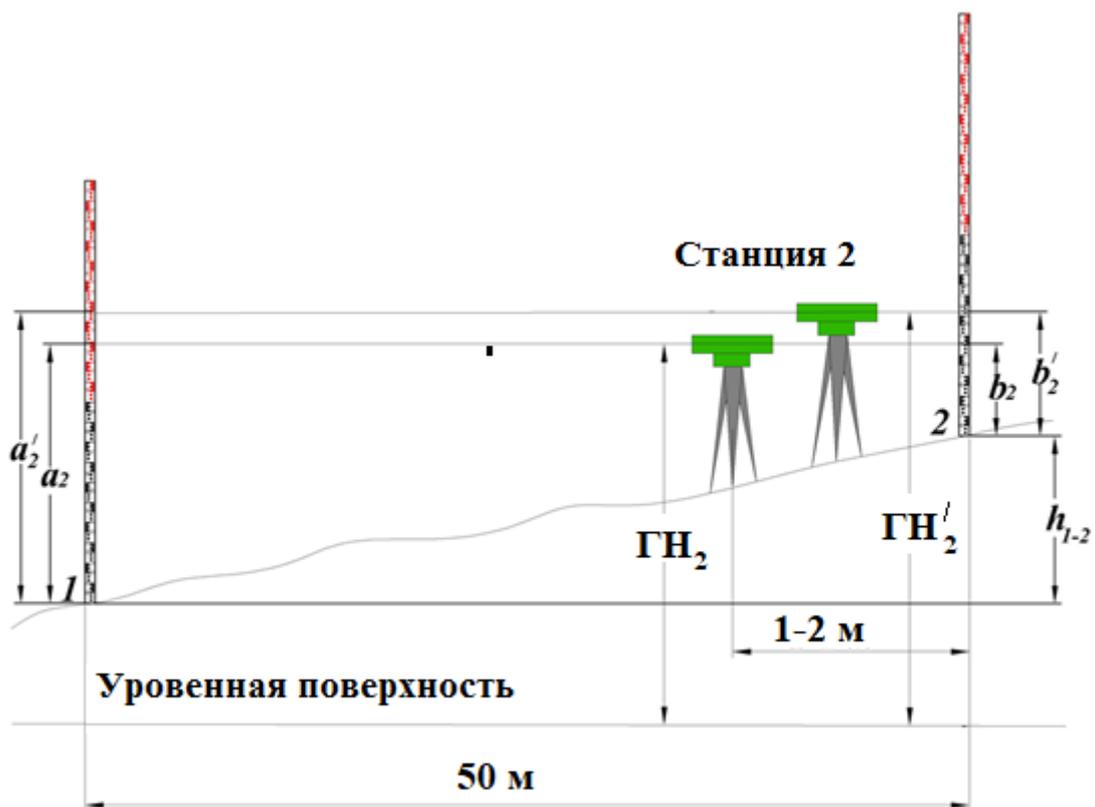
$$a_{ст.2}^{прав} = b_2^{ст2} + h_{ст1},$$

где  $b_2^{ст2}$  — отсчет по передней рейке на станции 2 при втором горизонте нивелира.

Снимают кожух окуляра (рис. 1, поз. 12) и, используя юстировочную шпильку, вращают исправительный винт (рис. 1, поз. 13) до тех пор, пока средняя нить сетки нитей не совпадет с отсчетом  $a_{ст.2}^{прав}$ . Поверку повторяют.



*a*



*б*

Рис. 5. Проверка главного геометрического условия нивелира

### 3. УСТРОЙСТВО И ПОВЕРКИ ЭЛЕКТРОННОГО ТЕОДОЛИТА

Теодолит — геодезический прибор, предназначенный для измерения горизонтальных и вертикальных углов. Устройства и принципы работы электронных теодолитов разных производителей похожи, поэтому в качестве примера рассмотрим электронный теодолит RGK T-20 (рис. 6).

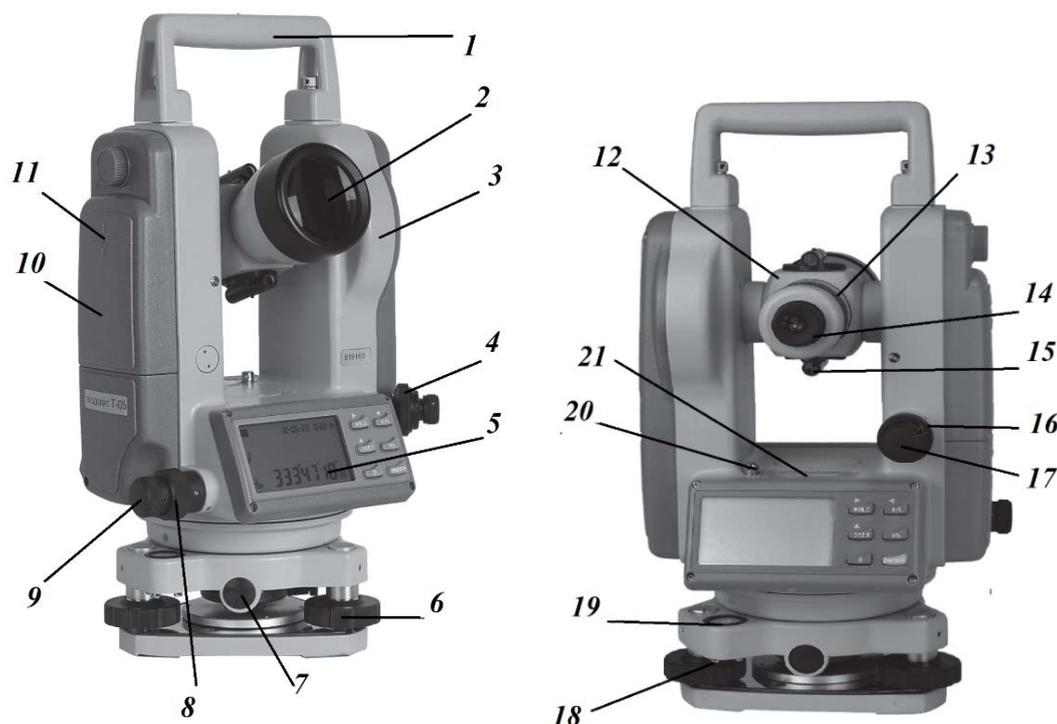


Рис. 6. Устройство электронного теодолита RGKT-20:

- 1 — рукоятка; 2 — объектив; 3 — вертикальный круг; 4 — оптический центр; 5 — ЖК-дисплей;  
6 — подъемный винт; 7 — стопорный рычаг трегера; 8 — наводящий винт алидады;  
9 — закрепительный винт алидады; 10 — аккумулятор; 11 — метка высоты прибора;  
12 — зрительная труба; 13 — кремальера; 14 — окулярное кольцо; 15 — коллиматор;  
16 — наводящий винт зрительной трубы; 17 — закрепительный винт зрительной трубы;  
18 — исправительные винты круглого уровня; 19 — круглый уровень;  
20 — исправительный винт цилиндрического уровня; 21 — цилиндрический уровень

#### 3.1. Подготовка теодолита к работе

Перед измерением угла необходимо привести теодолит в рабочее положение, т.е. выполнить центрирование, горизонтирование и установку зрительной трубы для наблюдений.

*Центрирование* теодолита — это установка основной (вертикальной) оси прибора над вершиной измеряемого угла. Центрирование выполняется при помощи нитяного или оптического отвеса.

*Горизонтирование* теодолита — это установка основной (вертикальной) оси в отвесное положение. Горизонтирование выполняется с помощью подъемных винтов и цилиндрического уровня.

*Установка трубы* — это установка по глазу и по предмету. Установка по глазу подразумевает фокусировку сетки нитей, которая достигается путем вращения подвижного окулярного кольца. Установка по предмету подразумевает фокусировку наблюдаемой точки. Вращением кремальеры добиваются четкого изображения цели.

### 3.2. Клавиатура дисплея и ее назначение

На рис. 7 показано изображение дисплея при включении прибора, в табл. 1 приведены функции кнопок клавиатуры.



Рис. 7. Изображение дисплея и клавиатуры теодолита

Таблица 1

Функции кнопок клавиатуры теодолита

Кнопка	Основная функция	Другие функции
ON/OFF	Включение/выключение прибора	1. Для входа в режим начальных настроек прибора нажмите одновременно кнопки [HOLD] + [OSET] + [ON/OFF]. 2. Для входа в настройку ошибки места нуля нажмите одновременно кнопки [HOLD] + [R/L] + [ON/OFF]
	Кнопка подсветки визирных нитей, ЖК-дисплея	1. Для входа в режим настройки времени нажмите одновременно кнопки [OSET] + [ON/OFF]. 2. Кнопка подтверждения в режиме настройки времени
OSET ▲	Сброс горизонтального угла (обнуление)	1. Для входа в режим начальных настроек прибора нажмите одновременно кнопки [HOLD] + [OSET] + [ON/OFF]. 2. Кнопка выбора второго меню в режиме начальных настроек
HOLD ▶	Кнопка фиксации горизонтального угла	1. Для входа в режим начальных настроек прибора нажмите одновременно кнопки [HOLD] + [OSET] + [ON/OFF]. 2. Для входа в настройку ошибки места нуля нажмите одновременно кнопки [HOLD] + [R/L] + [ON/OFF]. 3. Кнопка первичного выбора в меню начальных настроек. 4. Кнопка выбора в режиме установки времени
R/L ▶	Шаг отсчета горизонтального угла при вращении по часовой стрелке и против	1. Для входа в настройку ошибки места нуля нажмите одновременно кнопки [HOLD] + [R/L] + [ON/OFF]. 2. Кнопка выбора первого меню из меню начальных настроек. 3. Увеличение числа для изменения значения в режиме настройки времени
V %	Конвертация вертикального угла и уклона в процентах	1. Кнопка подтверждения после завершения режима начальных настроек. 2. Уменьшение числа для изменения значения в режиме установки времени

В табл. 2 представлены возможные ошибки, которые могут возникать при работе с теодолитом.

Таблица 2

### Информация об ошибках

Сообщение на дисплее	Значение и способ устранения
E01	Ошибка вычислений, повторное появление говорит о необходимости ремонта
T00 FAST	Зрительная труба или алидада вращается слишком быстро, нажмите любую кнопку, кроме [ON/OFF] и [ $\odot$ ], после этого прибор вернется в нормальное состояние
E04	Ошибка датчика горизонтального угла I, необходим ремонт
E05	Ошибка датчика горизонтального угла II, необходим ремонт
E06	Ошибка датчика вертикального угла, необходим ремонт
TILT	Датчик компенсатора вне допустимого диапазона, повторно выровняйте прибор по уровню, если это не поможет, то необходим ремонт. <i>Примечание.</i> Прибор может работать при выключенном компенсаторе

### 3.3. Поверки теодолита

Перед началом работы с теодолитом необходимо выполнить ряд проверок, в процессе выполнения которых удостоверятся в правильном расположении осей прибора.

#### 3.3.1. Проверка и юстировка цилиндрического уровня

*Условие.* Ось цилиндрического уровня  $UU$  (рис. 8) должна быть перпендикулярна к вертикальной оси вращения теодолита  $JJ$ .

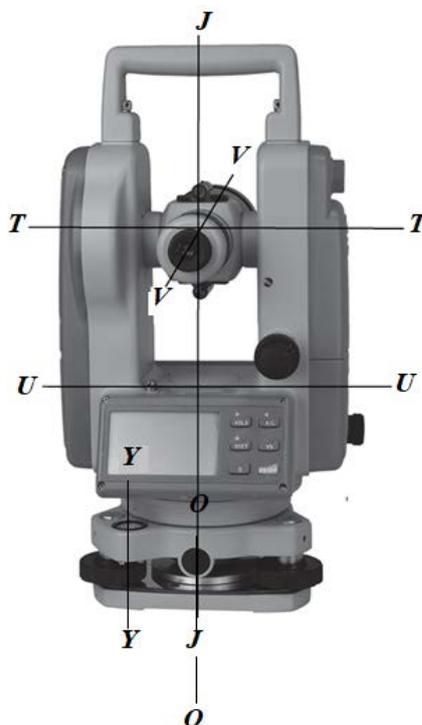


Рис. 8. Система осей теодолита:

- $JJ$  — вертикальная ось теодолита (ось вращения теодолита);
- $TT$  — ось вращения зрительной трубы;  $VV$  — визирная ось зрительной трубы (линия, соединяющая центр сетки нитей и оптический центр объектива);
- $UU$  — ось цилиндрического уровня, касательная к внутренней поверхности ампулы уровня в середине его шкалы;  $YY$  — ось круглого уровня;  $OO$  — ось оптического центра

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)