

Электронный архив УГЛТУ

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»

Кафедра технической механики и оборудования
целлюлозно-бумажных производств

С.Н. Исаков
А.А. Санников

Геодезические приборы и их использование при выверке оборудования

Методические указания для студентов ИЛБиДС
Очной и заочной формы обучения

Екатеринбург
2015

Содержание

	Стр.
1. Основное оборудование. Классификация оборудования	3
2. Основные приборы	8
2.1. Лазерные дальномеры и уровни	8
2.2. Теодолиты	9
2.3. Нивелиры	12
2.4. Тахеометры	14
3. Технология выверки оборудования	15
4. Примеры применения геодезических приборов	22

1. Основные термины и определения. Классификация оборудования

1.1. Основные термины и определения

Термины и определения приведены в табл.1 в соответствии с ГОСТ 21830 «Приборы геодезические. Термины и определения», ГОСТ 22268-76 «Геодезия. Термины и определения», СП 126.13330.2012 «Геодезические работы в строительстве».

Табл. 1

Термины и определения

Термин	Определение
Отвесная линия	Прямая, совпадающая с направлением действия силы тяжести в данной точке
Горизонтальный угол	Двугранный угол, ребро которого образовано отвесной линией, проходящей через данную точку
Вертикальный угол	Угол, лежащий в вертикальной плоскости
Геодезическая сеть	Сеть закрепленных точек земной поверхности, положение которых определено в общей для них системе геодезических координат
Нивелирная сеть	Геодезическая сеть, высоты пунктов которой над уровнем моря определены геометрическим нивелированием
Геодезический знак	Устройство или сооружение, обозначающее положение геодезического пункта на местности
Нивелирный репер	Геодезический знак, закрепляющий пункт нивелирной сети. В собственном названии репера может быть отражено место закладки (например, грунтовый репер) и особенности закладки (например, фундаментальный репер)
Превышение	Разность высот точек
Нивелирование	Определение превышений
Геометрическое нивелирование	Нивелирование при помощи геодезического прибора с горизонтальной визирной осью
Тригонометрическое нивелирование	Нивелирование при помощи геодезического прибора с наклонной визирной осью
Строительная геодезическая сетка	Геодезическая сеть в виде системы квадратов или прямоугольников, ориентированных параллельно большинству разбивочных осей сооружений
Разбивочная ось	Ось сооружения, по отношению к которой в разбивочных чертежах указываются данные для выноса в натуре сооружения или отдельных его частей
центральная ось	Ось, проходящая через главную ось здания.
Монтажная ли-	Линия, закрепленная на местности, относительно ко-

ния	торой устанавливаются конструкции, станки, механизмы и технологическое оборудование в проектное положение
Монтажная геодезическая сетка	Геодезическая сеть в виде системы квадратов или прямоугольников, предназначенная для переноса в натуру осей агрегатов и выполнения контрольных измерений

1.2. Классификация геодезических приборов

1.2.1 Классификация геодезических приборов по ГОСТ 53340-2009

Геодезические приборы подразделяют, согласно ГОСТ 53340-2009 [1], по :

функциональному назначению, виды и условные обозначения геодезических приборов приведены в таблице 2;
 точности (высокоточные, точные (средней точности) и технические);
 физической природе носителей информации (механические, оптико-механические, электронные, оптико-электронные и радиотехнические);
 условиям эксплуатации: лабораторные (стационарные) и полевые (передвижные и носимые).

Таблица 2

Виды и условные обозначения геодезических приборов

Вид прибора	Условное обозначение	Вид прибора	Условное обозначение
Буссоль геодезическая	Б	Планиметр	П
Высотомер геодезический	В	Прибор вертикального проектирования	ПВП
Гиротеодолит	ГТ	Радиодальномер	РД
Дальномер геометрического типа	Д	Рейка нивелирная	РН
Искатель геодезический	И	Светодальномер	С
Кипрегель	К	Сканер лазерный геодезический	СЛ
Лазерный дальномер (безотражательный)	ДЛ	Спутниковый приемник геодезический	СП
Лазерный построитель плоскостей	ЛП	Теодолит	Т
Нивелир оптико-механический	Н	Тахеометр номограммный	ТаН
Нивелир с цифровым отсчетом	НЦ	Тахеометр электронный	Та

1.2.2 Общая классификация геодезических приборов

В некоторых справочниках встречается следующая классификация геодезических приборов [4], которая основана на целевом и функциональном назначениях, а так же по физическому принципу работы:

- для определения положения точек в горизонтальной плоскости;
- для определения положения точек в вертикальной плоскости;
- для определения положения точек в пространстве;
- для камеральных работ.

Рассмотрим ниже каждую группу подробно с описанием приборов.

Приборы для определения положения точек в горизонтальной плоскости

Для определения положения точек в горизонтальной плоскости используют три группы приборов: механические мерные, геометрические и электромагнитные (физические) дальномеры.

Механические мерные приборы - измерения выполняют последовательным уложением мерного прибора известной длины по траверсу (створу) измеряемого расстояния. Представителями этой группы являются: мерные ленты, рулетки, длиномеры, инварные и стальные проволоки, дорожные колеса.

Геометрические дальномеры - длину линии получают из решения параллактического треугольника. Представителями этой группы являются: оптические дальномеры с постоянным параллактическим углом (нитяной дальномер) и оптические дальномеры с постоянной базой (дальномер двойного изображения).

Нитяными дальномерами оснащены почти все геодезические приборы. Принцип измерения заключается в следующем (рис. 1), определяется расстояние d , а расстояние до объекта (линейки) вычисляется по формуле $d = K \cdot b$, где K - коэффициент дальномера (чаще всего 100).

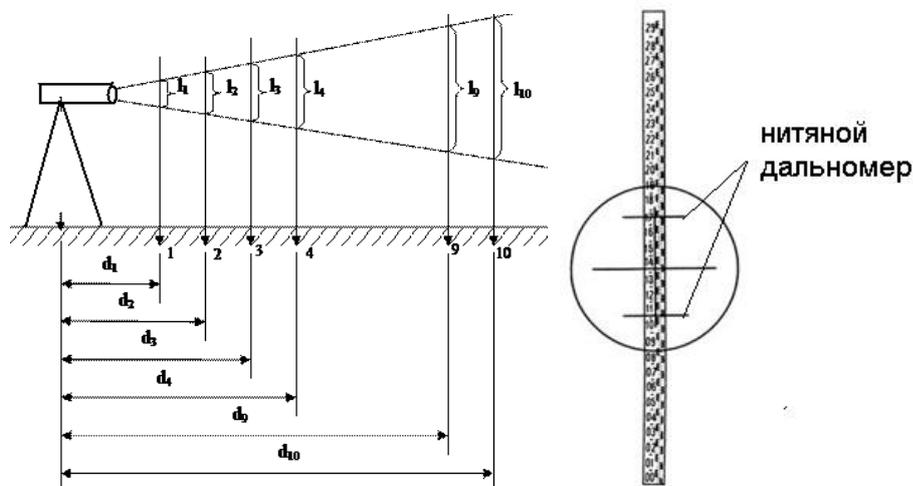


Рис. 1. Принцип измерения нитяного дальномера

Принцип измерения дальномером с постоянной базой (рис. 2) заключается в установке в точку В отрезка, известной длины. Измеряется угол α и по формуле вычисляется расстояние между точками А и Б.

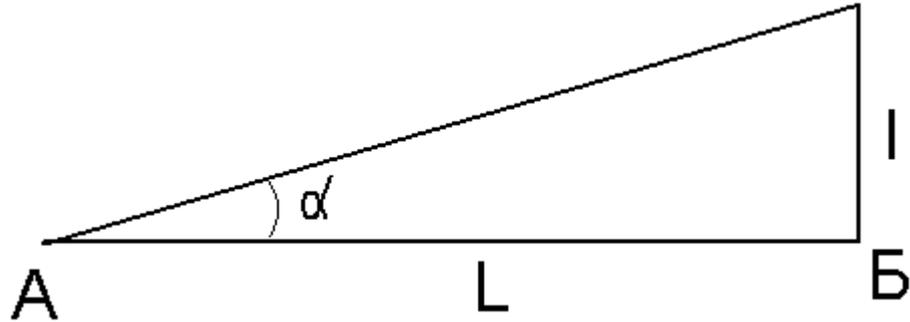


Рис. 2. Принцип измерения нитяного дальномера

Дальномерные измерения можно производить приборами, которые измеряют углы, например теодолитами. Описание теодолита приведена в разделе 2.

Электромагнитные (физические) дальномеры - принцип действия дальномеров основаны на измерении времени прохождения электромагнитных волн. Представителями этой группы являются: светодальномеры, радиодальномеры и лазерные дальномеры (лазерные рулетки).

Приборы для определения положения точек в вертикальной плоскости

Нивелирование – вид геодезических измерений, в результате которого определяют превышения между точками земной поверхности, а также их высоты.

По способу выполнения и применяемым приборам различают:

Геометрическое нивелирование – нивелирование горизонтальным визирным лучом (нивелиры). Описание нивелира приведено в разделе 2.

Тригонометрическое нивелирование – нивелирование наклонным визирным лучом (тахеометры). Описание тахеометра приведено в разделе 2.

Физическое нивелирование – нивелирование, в основе которого лежит какое-либо физическое явление (цифровые нивелиры и электронные тахеометры). Различают:

Гидростатическое нивелирование – основано на использовании законов равновесия жидкости в сообщающихся сосудах.

Барометрическое нивелирование – основано на использовании свойства уменьшения атмосферного давления с увеличением высоты точки.

Радиолокационное нивелирование – использование отражения электромагнитных волн.

Механическое нивелирование – автоматическое построение продольного профиля местности по линии, вдоль которой перемещается на движущемся транспорте специальный прибор (оптические нивелиры и оптические теодолиты).

Спутниковое нивелирование – основано на использовании систем и приборов спутниковой навигации, которые позволяют определять координаты и высоты точек местности по измеренному расстоянию от спутника до приемника по скорости и времени распространения радиоволн (GNSS, наземные лазерные сканеры и тд).

Приборы для определения положения точек в пространстве

Появление искусственных спутников Земли произвело переворот в методах геодезии и значительно повысило точность навигации и определения положения точек и объектов на поверхности Земли. Большое преимущество, которое дает геодезии использование искусственных спутников, состоит в том, что спутник может синхронно наблюдаться с нескольких наземных станций, что позволяет определять их взаимное расположение. Сам спутник при этом может играть пассивную роль (например, отражая луч лазера, посланный с наземной станции, обратно на ту же станцию) или активную роль (непрерывно осуществляя передачу радиосигнала). На первых этапах развития космической геодезии сигналы подавались в виде вспышек света, которые фотографировались на фоне звезд одновременно с нескольких наземных пунктов, находящихся вне непосредственной видимости. Положение спутника на фотографии относительно опорных звезд давало возможность определить точное направление на него с данной станции наблюдения. Спутниковые системы позволяют наблюдателю, где бы он ни находился, точно определять свое местонахождение [4].

Обычно измеряют расстояние между наземным пунктом и спутником и скорость изменения этого расстояния при прохождении спутника. Расстояния рассчитывают, исходя из времени, которое затрачивает электромагнитный сигнал (лазерная вспышка или радиоимпульс) нахождение пути от спутника до принимающей станции, при условии, что скорость движения сигнала известна. Вводятся поправки за атмосферную задержку сигнала и рефракцию. Скорость изменения расстояния между спутником и принимающей станцией определяется по величине наблюдаемого доплеровского сдвига частоты – изменения частоты сигнала, поступающего со спутника. Еще одна группа спутниковых наблюдений основана на принципе интерферометрии (т.е. наложения волн), когда радиоимпульс принимается в двух пунктах на земной поверхности и определяется время его запаздывания в одном пункте по отношению к другому. По величине этой задержки и известной скорости распространения волны с учетом угла подхода (который рассчитывается на основе известных параметров орбиты спутника) вычисляется расстояние между двумя пунктами. Наблюдения нескольких спутников позволяют также точно определить направление базисной линии, соединяющей наземные станции [4].

Приборы для камеральных работ

Камеральные работы - комплекс работ, выполняемых для решения задач в геодезии.

Заключительным этапом создания съемочного обоснования является камеральное вычисление координат пунктов X , Y и H , определяющих положение пунктов съемочного обоснования в принятой системе координат.

К камеральным работам относятся:

- контроль полевых документов;
- вычисление X , Y , H точек съемочного обоснования;
- обработка журнала тахеометрической съемки: вычисление v , d , h , H по тахеометрическим таблицам или по формулам;
- нанесение съемочных точек с помощью транспортира и линейки или тахеографа (совмещает в себе оба инструмента) способом полярных координат;
- вычерчивание ситуации и рельефа;
- оформление плана в соответствии с условными знаками.

Камеральные работы содержат угломерные и линейные шкалы с ценой деления, как правило, 1 мм. Шкалы изготавливаются из металла или пластмассы. Для отсчитывания по шкалам используются: лупа с индексом или нониус. Точность построения шкал ориентирована на обеспечение графической точности топографических планов и карт. Конструктивное оформление приборов рассчитано на эксплуатацию в нормальных условиях камерального производства. Камеральные приборы находят широкое применение при чертежно-оформительских, картосоставительских, топографических и других видах работ.

2. Основные приборы

Рассмотрим наиболее распространенные приборы, применяемые на монтажных работах, а именно лазерные дальномеры и уровни, теодолиты, нивелиры и тахеометры

2.1. Лазерные дальномеры и уровни

Лазерные дальномеры служат для определения расстояний. Их принцип действия заключается в отправке лазерного луча, который менее чем за секунду достигает объекта и посылает в дальномер всю необходимую информацию о пройденном расстоянии. Она отображается на дисплее и сохраняется в памяти прибора, чтобы при необходимости быть использованной для дальнейших вычислений. Для примера, на рисунке 3 представлен лазерный дальномер Makita LD 060 P



Рис. 3 Лазерный дальномер Makita LD 060 P

Лазерный уровень — это высокотехнологичный измерительный инструмент, использующий для проецирования меток на измеряемые поверхности встроенный лазер или систему лазеров. Для примера на рисунке 4 представлен



Рис. 4 Лазерный построитель плоскостей (ротационный лазерный уровень) Makita LD 060 P

2.2. Теодолиты

Теодолиты - угломерные инструменты, предназначенные для измерения горизонтальных и вертикальных углов и для определения расстояний по дальномеру. Основными частями теодолита являются лимбы - разделенные на градусы круги - вертикальный и горизонтальный, алидады - угловые нониусы - для отсчета деления и их частей по лимбам, уровни для установки теодолита, зрительная труба, снабженная сеткой нитей в фокальной плоскости для визирования. Теодолит имеет две взаимно перпендикулярных оси вращения. Одна из них - основная ось вращения алидады горизонтального

круга устанавливается по уровню в вертикальное положение, другая - ось вращения зрительной трубы - должна быть при измерениях горизонтальна. Для выполнения лабораторной работы используется теодолит 2Т30.

Зрительная труба обоими концами переводится через зенит. Фокусирование ее на цель осуществляется вращением кремальеры 1. Вращением диоптрийного кольца 9 (рис.6) окуляр устанавливается по глазу до резкой видимости изображения сетки нитей (рис.7).

Два горизонтальных коротких штриха сетки нитей выше и ниже перекрестия относятся к нитяному дальномеру. Корпус зрительной трубы представляет собой единое целое с горизонтальной осью, установленной в опорах колонки 4 (рис.5). Колиматорный визир 3 предназначен для грубой наводки на цель. При пользовании визиром глаз должен быть на расстоянии 25-30 см от него. Точность наведения зрительной трубы на предмет в горизонтальной плоскости осуществляется наводящим винтом 11 (рис.6) после закрепления алидады винтом 8 (рис.5), в вертикальной плоскости - наводящим винтом 10 (рис.6) после закрепления винтом 2 (рис.5).

Вращение теодолита вместе с горизонтальным кругом производят винтом 1 (рис.6). Для поворота алидады с кругом винт 5 (рис.5) открепляют, а винт 8 зацепляют.



Рис. 5. Общий вид теодолита:

1- кремальера; 2 - закрепительный винт трубы; 3 - визир; 4 - колонка;
5 - закрепительный винт горизонтального круга; 6 - гильза; 7 - котировочный
винт; 8 - закрепительный винт алидады; 9 - уровень при алидаде.

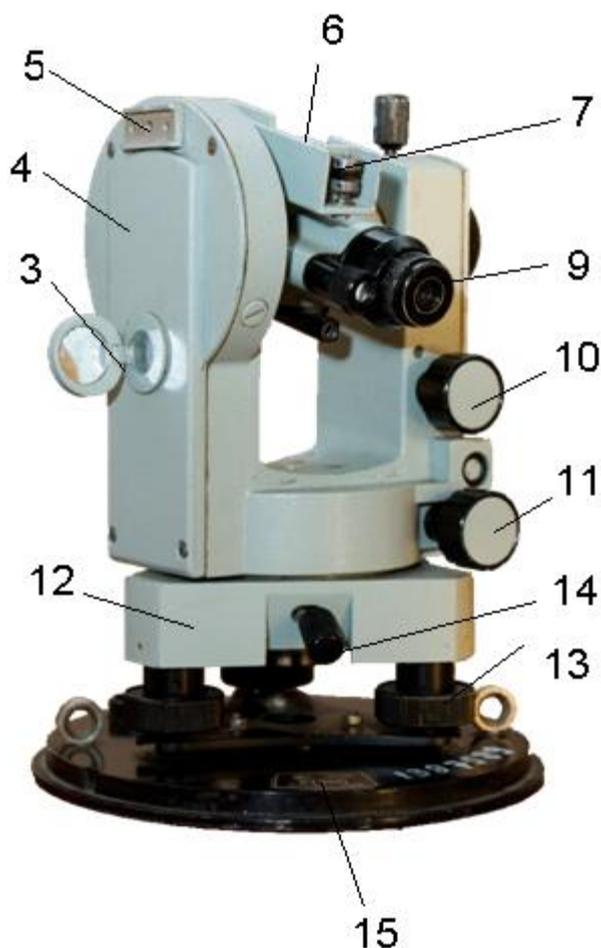


Рис. 6 Общий вид теодолита:

1 - наводящий винт горизонтального круга; 2 - окуляр микроскопа; 3 - зеркало подсветки; 4 - боковая крышка; 5 - посадочный паз для буссоли; 6 - уровень при трубе; 7 - ботировочная гайка; 8 - колпачок; 9 - диоптрийное кольцо окуляра; 10 - наводящий винт трубы; 11 - наводящий винт алидады; 12 - подставка; 13 - подъемные винты; 14 - втулка; 15 - основание; 16- крышка

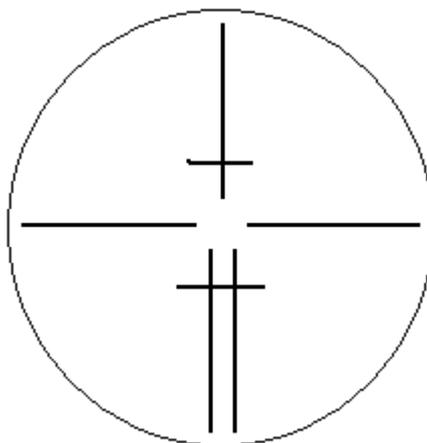


Рис.7. Сетка нитей зрительной трубы

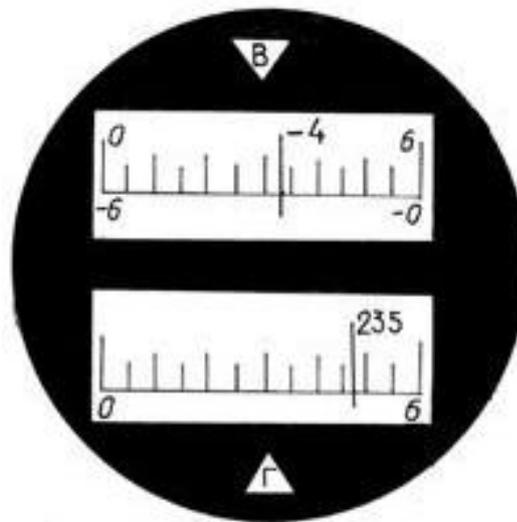


Рис.8. Поле зрения микроскопа

Горизонтальный и вертикальный круги разделены через 1° . Горизонтальный круг имеет круговую оцифровку от 0 до 359° , а вертикальный круг - от 0 до 75 и от 0 до -75. Изображения штрихов и цифр обоих кругов передаются в поле зрения микроскопа, окуляр 2 которого (рис.6) устанавливаются до появления четкого изображения шкал вращением диоптрийного кольца. Отсчет по кругам производят по соответствующим шкалам микроскопа. Поворотом и наклоном зеркала 3 достигают оптимального освещения поля зрения.

Теодолит горизантируют по уровню 9 (рис.5) вращением подъемных винтов 13 (рис.5) подставки 12. Подставка соединена с основанием 15 с помощью трех винтов.

Уровень 6 при трубе служит для установки визирной оси зрительной трубы горизонтально при выполнении нивелирования. Для работы теодолит устанавливают на штативе и закрепляют становым винтом 7. На крючок внутри винта подвешивают нитяной отвес. Для удобства наблюдения предметов, расположенных под углом более 45° к горизонту применяются окулярные насадки.

2.3. Нивелиры

Нивелир – геодезический прибор, предназначенный для определения разности высот двух точек местности (превышений) посредством горизонтального визирного луча.

Общий вид его показан на рисунке 9, а на рисунке 10 поле зрения трубы.

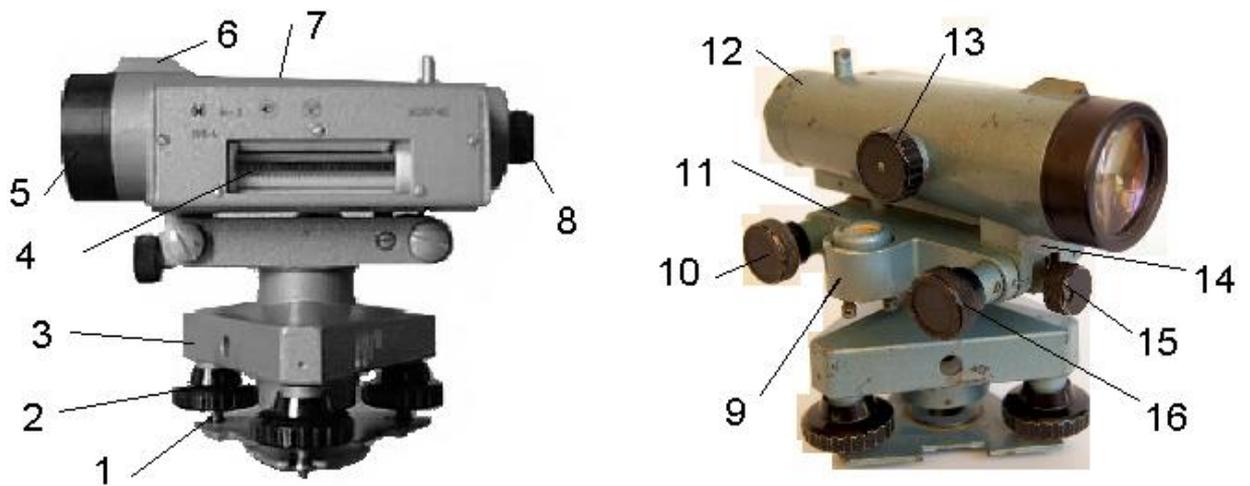


Рис. 9. Общий вид нивелира

1 - пружинящая пластина, 2 - три подъемных винта, 3 - подставки, 4 - цилиндрический уровень, 5 - объектив, 6 – мушка, 7- корпус зрительной трубы, 8 - окуляр, 9 - круглый уровень, 10 - элевационный винт, сетка нитей имеет четыре исправительных винта, закрытые навинчиваемой на окулярную часть крышкой 12, 13 - кремальера, 15 и 16 - закрепительные винты, 17 - исправительные винты.



Рис. 10. Поле зрения трубы

Порядок работы нивелиром:

1.Навести трубу на заднюю (базовую) рейку и при помощи кремальеры добиться ясного изображения рейки.

2.Приведя уровень и трубу с помощью элевационного винта в строго горизонтальное положение и пользуясь отсчетным микроскопом взять отсчет по черной стороне рейки.

3.Повернуть рейку и повторить отсчет по красной стороной рейки.

4.Навести трубу на заднюю рейку и действуя как в предыдущем случае, ваять отсчет по черной и красной сторонам рейки.

5.По первому и второму отсчетам вычислить превышения и определить средние значения.

2.4. Тахеометры

Геодезический прибор для измерения расстояний, горизонтальных и вертикальных углов, некоторые из них представлены на рисунке 11. Используется для определения координат и высот точек местности при топографической съёмке местности, при разбивочных работах, выносе на местность высот и координат проектных точек. Как правило, электронный тахеометр применяется для измерения расстояний, с учетом разности фаз отражаемого и испускаемого луча. Практически всегда точность измерений полностью зависит от модели тахеометра, а также от таких внешних параметров, как давление, температура и влажность. Важно отметить, что диапазон измерений расстояний также может варьироваться в зависимости режима работы устройства (безотражательный и отражательный). Максимальная дальность измерений для режима с отражателем не превышает 5 км, а вот для безотражательного режима – до 1 км. Сегодня также есть электронные тахеометры, которые оснащены дальномером, сочетающимся с фокусом зрительной трубы. Главное их преимущество – это измерение расстояний именно того объекта, на который направлена зрительная труба.



Тахеометр Nikon



Тахеометр
SpectraPrecision



Тахеометр Trimble

Рис. 11. Некоторые марки тахеометров

В электронных тахеометрах расстояния измеряются по разности фаз испускаемого и отраженного луча (фазовый метод), а иногда (в некоторых современных моделях) — по времени прохождения луча лазера до отражателя и обратно (импульсный метод). Точность измерения зависит от технических возможностей модели тахеометра, а также от многих внешних параметров: температуры, давления, влажности и т. п.

Принцип измерения представлен ниже. Тахеометр устанавливают в точке Т (рис. 12), визируют на точку А и в режиме координатных измерений вводят исходные данные: координаты станции $X_0 = 0$, $Y_0 = 0$, $H_0 = 0$; высоту

инструмента $\text{Выс-И} = 0$; высоту визирной цели $\text{Выс-Ц} = 0$; дирекционный угол на точку $A - \text{ГУ} = 0$. Далее этого последовательно измеряют прямоугольные координаты точек A и B и вычисляют по формулам крен колонны по осям X и Y [7].

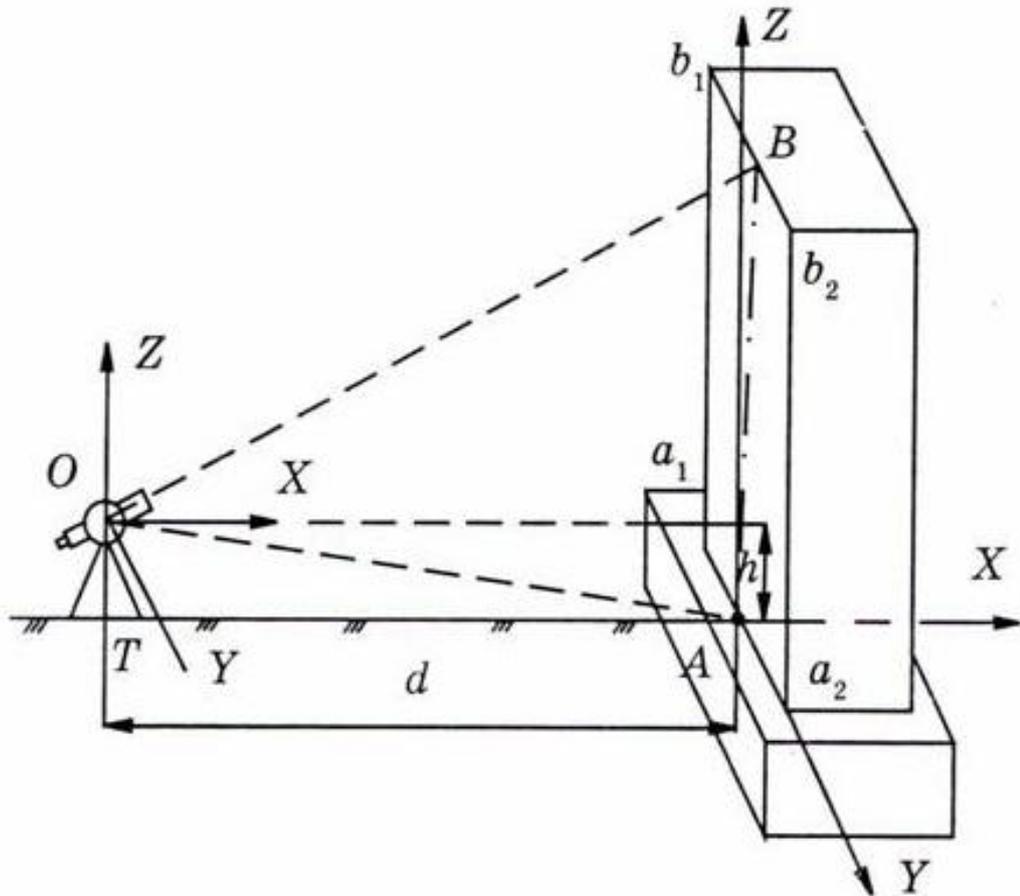


Рис. 12. Принцип измерения тахеометром

При другом варианте работ за начало условной системы координат принимают точку A . При этом варианте на экране сразу высвечиваются значения искомых отклонений KX и KY .

Если требуется определить отметки точек A и B в геодезической системе высот или системе строительных чертежей здания, то надо сделать привязку станции T к реперу и учесть это при вводе исходных данных [7].

3. Технология выверки оборудования

1. Выверку оборудования (установку в проектное положение относительно заданных осей и отметок) осуществляют поэтапно с достижением заданных показателей точности в плане, а затем по высоте и горизонтальности (вертикальности).

2. Выверку оборудования по высоте производят относительно рабочих реперов либо относительно ранее установленного оборудования, с которым выверяемое оборудование связано кинематически или технологически.

3. Выверку оборудования в плане (с заранее установленными болтами) производят в два этапа: сначала совмещают отверстия в опорных частях оборудования с болтами (предварительная выверка), затем производят введение оборудования в проектное положение относительно осей фундаментов или относительно ранее выверенного оборудования (окончательная выверка).

4. Контроль положения оборудования при выверке производят как общепринятыми контрольно-измерительными инструментами, так и оптико-геодезическим способом, а также с помощью специальных центровочных и других приспособлений, обеспечивающих контроль перпендикулярности, параллельности и соосности.

5. Выверку оборудования производят на временных (выверочных) или постоянных (несущих) опорных элементах.

6. В качестве временных (выверочных) опорных элементов при выверке оборудования до его подливки бетонной смесью используют: отжимные регулировочные винты; установочные гайки с тарельчатыми шайбами; инвентарные домкраты; облегченные металлические подкладки и др.

7. При выверке в качестве постоянных (несущих) опорных элементов, работающих и в период эксплуатации оборудования, используют: пакеты плоских металлических подкладок; металлические клинья; опорные башмаки; жесткие опоры (бетонные подушки).

Выверка оборудования с помощью выверочных винтов

При выверке оборудования опорные пластины устанавливаются на фундамент в соответствии с расположением винтов в опорной части оборудования (Рис. 13.). Места расположения опорных пластин на фундаментах выравнивают по горизонтали с отклонением не более 10 мм на 1 м.

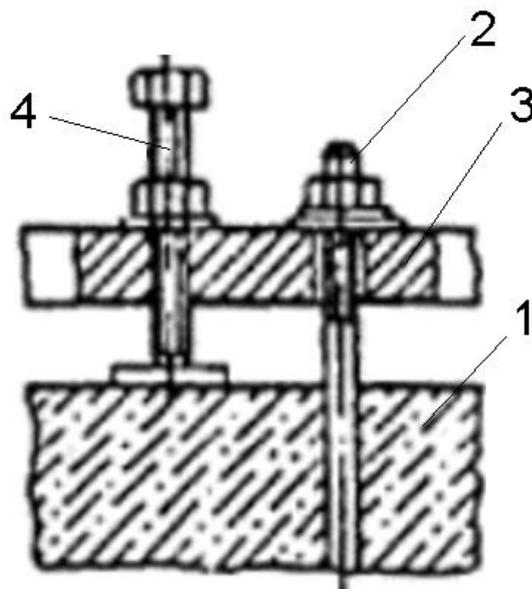


Рис. 13. Выверка с помощью выверочных болтов: 1 - фундамент, 2 - анкерный болт, 3 - монтируемое оборудование, 4- выверочный болт.

Перед установкой оборудования на фундаменте размещают вспомогательные опоры, на которые опускают оборудование.

При опускании оборудования на фундамент без вспомогательных опор регулировочные винты должны выступать ниже установочной поверхности оборудования на одинаковую величину, но не более чем на 20 мм.

Положение оборудования по высоте и горизонтальности следует регулировать поочередно всеми отжимными винтами, не допуская в процессе выверки отклонения оборудования от горизонтали более чем на 10 мм на 1 м.

После завершения выверки оборудования положения регулировочных винтов необходимо фиксировать стопорными гайками.

Перед подливкой резьбовую часть регулировочных винтов, используемых многократно, следует предохранять от соприкосновения с бетоном посредством обертывания плотной бумагой.

Перед окончательной затяжкой фундаментных болтов регулировочные винты должны быть вывернуты на 2-3 оборота. При повторном использовании винты выворачивают полностью. Оставшиеся отверстия (во избежание попадания масла) заделывают резьбовыми пробками или цементным раствором, поверхность которого покрывают маслостойкой краской.

Выверка оборудования с помощью инвентарных домкратов

Для выверки оборудования с помощью инвентарных домкратов (рис. 14) могут быть использованы винтовые, клиновые, гидравлические или другие домкраты, обеспечивающие требуемую точность выверки, безопасность и удобство регулировки.

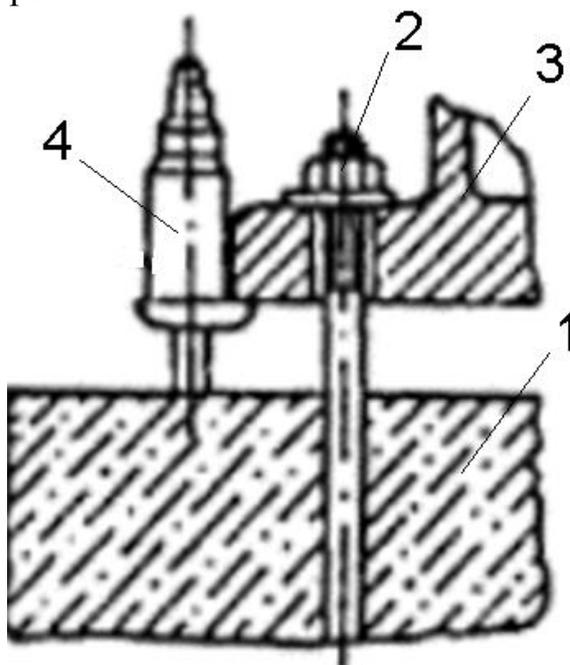


Рис. 14. Выверка с помощью домкратов: 1 - фундамент, 2 - анкерный болт, 3 - монтируемое оборудование, 4 - домкрат.

Домкраты, размещенные на подготовленных фундаментах, предварительно регулируют по высоте с точностью ± 2 мм. Затем на домкраты опускают оборудование.

При выверке оборудования отклонение домкрата от вертикали не допускается.

Перед подливкой инвентарные домкраты выгораживают опалубкой. Опалубку и инвентарные домкраты удаляют через 2-3 суток после подливки. Оставшиеся ниши заполняют составом, используемым для подливки.

Выверка оборудования на установочных гайках

Для выверки оборудования с помощью установочных гаек (рис. 15) болты должны иметь удлиненную до $6d$ резьбу, что предусматривается при изготовлении болтов по требованию монтажной организации.

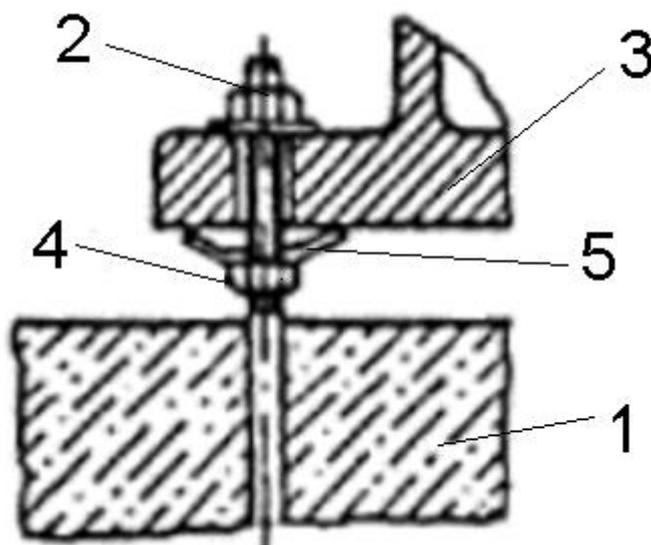


Рис. 15. Выверка с помощью установочных гаек с упругим элементом:
1 - фундамент, 2 - анкерный болт, 3 - монтируемое оборудование, 4- установочная гайка, 5 – упругий элемент.

Выверку оборудования производят либо на установочных гайках с помощью упругих элементов, либо непосредственно на установочных гайках.

В качестве упругих опорных элементов рекомендуются металлические тарельчатые, резиновые или пластмассовые шайбы.

Последовательность выверки оборудования с помощью тарельчатых шайб следующая:

опорные гайки с тарельчатыми шайбами устанавливают так, чтобы верх тарельчатой шайбы был на 1-2 мм выше проектной отметки установочной поверхности оборудования;

оборудование устанавливают на шайбы;

производят выверку оборудования с помощью крепежных гаек.

Аналогичным образом производят выверку на установочных гайках с упругими элементами в виде резиновых или пластмассовых шайб.

Выверку оборудования на установочных гайках без упругих элементов следует производить регулированием положения гаек на болтах на высоте. По окончании выверки установочные гайки выгораживают опалубкой, которую удаляют после схватывания бетонной смеси (через 2-3 сут после подливки). Перед окончательной затяжкой болтов установочные гайки опускают на 3-4 мм. Оставшиеся ниши заполняют составом, используемым для подливки. Этот способ выверки применяется при диаметре фундаментных болтов не более 36 мм.

Выверка оборудования на жестких бетонных подушках

Жесткие опоры (рис. 16) изготавливают непосредственно на фундаментах с точностью, соответствующей допускаемым отклонениям положения оборудования по высоте и горизонтали. На жестких опорах выверяют оборудование с механически отработанными опорными поверхностями. После опускания на опоры оборудования его выверяют в плане и закрепляют.

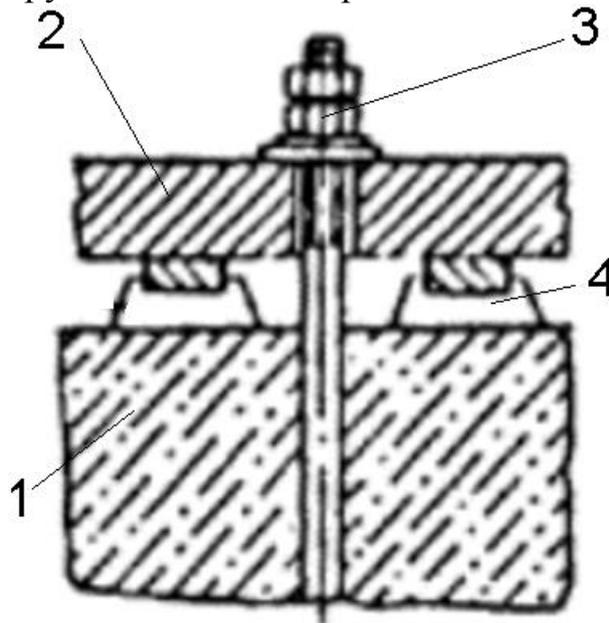


Рис. 16 . Выверка с помощью подушек: 1 - фундамент, 2 - анкерный болт, 3 - монтируемое оборудование, 4- бетонная подушка.

Для изготовления жестких опор следует применять бетон класса не ниже В15 с заполнителем в виде щебня или гравия фракции 5-12 мм.

Удельное давление от массы оборудования на опору не должно превышать 5-103 кПа.

Для изготовления бетонных опор в специальную опалубку на предварительно очищенную и увлажненную поверхность фундамента укладывают порцию бетонной смеси до уровня, на 1-2 см превышающего требуемую отметку. Затем поверхность опор выравнивают, излишки смеси удаляют.

Для повышения точности бетонных опор на них укладывают металлические пластины с механически обработанной опорной поверхностью или регулировочные клинья. Расстояние от пластины до края бетонной опоры должно быть не меньше ширины пластины.

Для изготовления бетонных опор с металлическими пластинами бетонную смесь укладывают в опалубку до уровня, который должен быть ниже проектной отметки на $1/2 - 1/3$ толщины пластины. Затем на несхватившийся бетон кладут пластину и легкими ударами молотка погружают ее до проектной отметки.

Выверка оборудования на регулировочных клиньях

При применении регулировочных клиньев (рис. 17) погрешность их установки по высоте не должна превышать ± 2 мм. Горизонтальность пластин или клиньев проверяют с помощью уровня, устанавливаемого на пластину последовательно в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

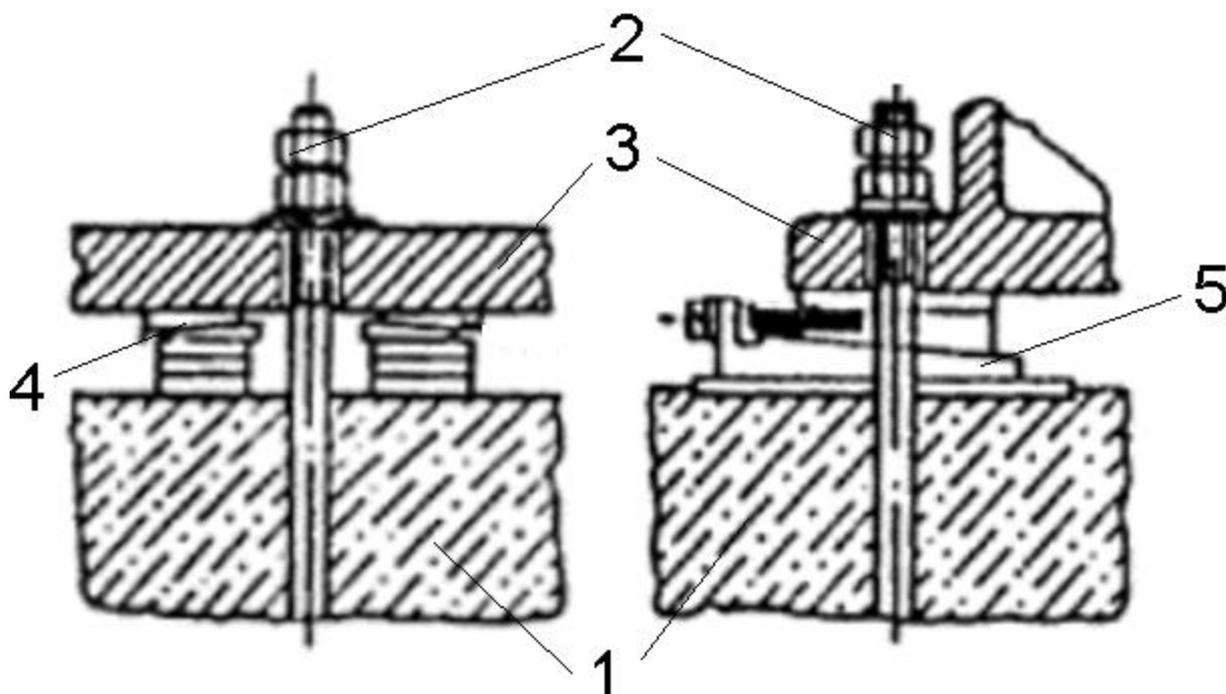


Рис. 17. Выверка с помощью клиньев и опорных башмаков: 1 - фундамент, 2 - анкерный болт, 3 - монтируемое оборудование, 4 - клинья, 5 - опорный башмак.

Для оборудования, не требующего высокой точности установки, допускается применение жестких опор без металлических пластин.

В процессе выверки допускается точная регулировка высоты опорных элементов посредством добавления тонких металлических подкладок.

Выверка оборудования на пакетах металлических подкладок

Пакеты металлических подкладок (Рис. 18) применяют в качестве как настоящих (текущих), так и в качестве временных (выверочных) опорных элементов.

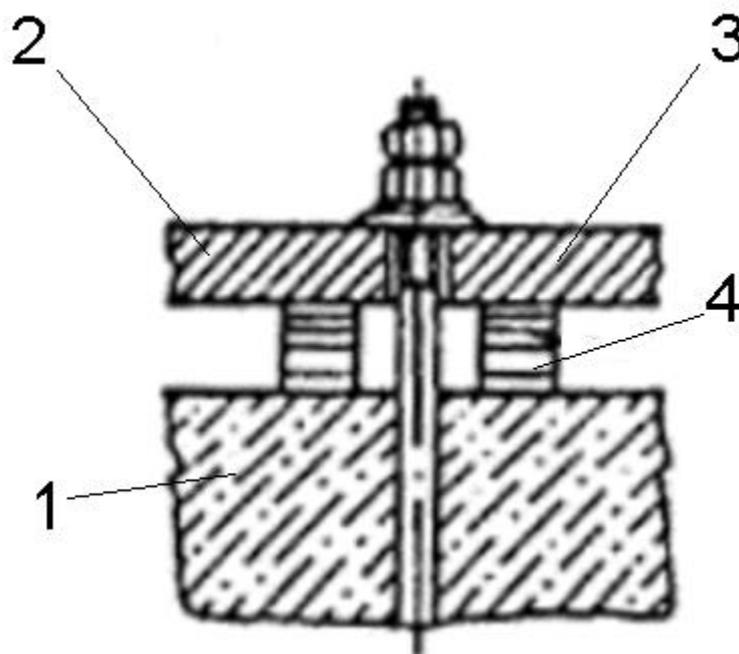


Рис. 18. Выверка с помощью подкладок: 1 - фундамент, 2 - анкерный болт, 3 - монтируемое оборудование, 4- подкладки.

Пакеты набирают из стальных или чугунных подкладок толщиной 5 мм и более. Достижение проектного уровня установки оборудования осуществляют в процессе его предварительного закрепления с помощью регулировочных подкладок толщиной 0,5-5 мм.

Подкладки в пакетах, используемых в качестве постоянных опорных элементов, должны быть плоскими, без заусенцев, выпуклостей и впадин. В состав пакета, кроме плоских могут входить клиновые и другие регулируемые по высоте подкладки. Количество подкладок в пакете должно быть минимальным и не должно превышать 5 шт., включая и тонколистовые. Поверхность бетона фундамента под макетами подкладок должна быть тщательно выверена. После окончательной затяжки болтов подкладки прихватывают между собой электросваркой.

4. Примеры применения геодезических приборов

А. Контроль установки колонны по вертикали.

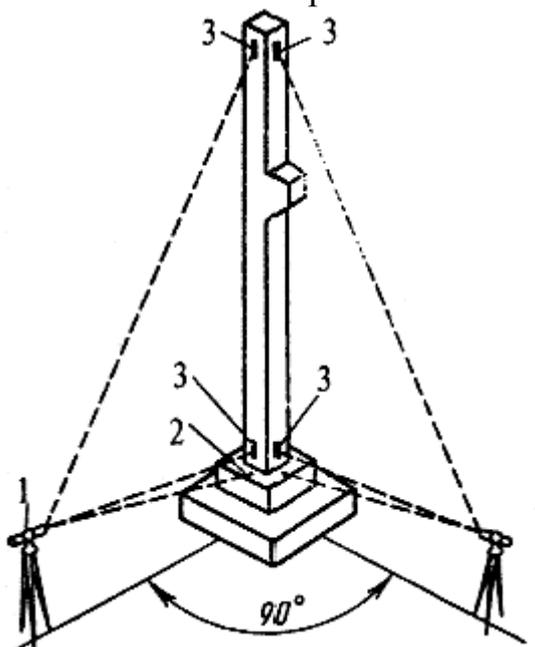


Рис. 19. Контроль установки колонны по вертикали.

1- Теодолит; разбивочные оси: 2 – на фундаменте, 3 на колонне

Б. Выверочные базы при установке оборудования по высоте и горизонтальности

1. На плоской выверочной базе, выбранной с помощью размерного анализа, следует правильно указать площадки для установки измерительных средств, обеспечивающие снижение трудозатрат при выполнении регулировочных перемещений оборудования в вертикальных плоскостях.

2. Площадки должны быть расположены определенным образом относительно опорных элементов (регулирующих устройств). Их рациональное расположение для наиболее часто встречающихся случаев опирания оборудования показано на рисунке 20. Предпочтение следует отдавать сначала площадкам 1, затем – 2 и т.д. в порядке возрастания номеров.

3. Размеры площадок, по возможности, должны быть минимальными, но достаточными для установки на них измерительных средств.

4. Выбор площадок для любой схемы опирания, отличающейся от показанных на рис. , выполняют следующим образом:

соединяют прямой опорные элементы I и II, например, при опирании оборудования на три опорных элемента (рис. 21), и наносят штриховку на часть поверхности II (любой плоской поверхности оборудования, используемой в качестве выверочной базы), ограниченную этой прямой и не содержащую опорный элемент III:

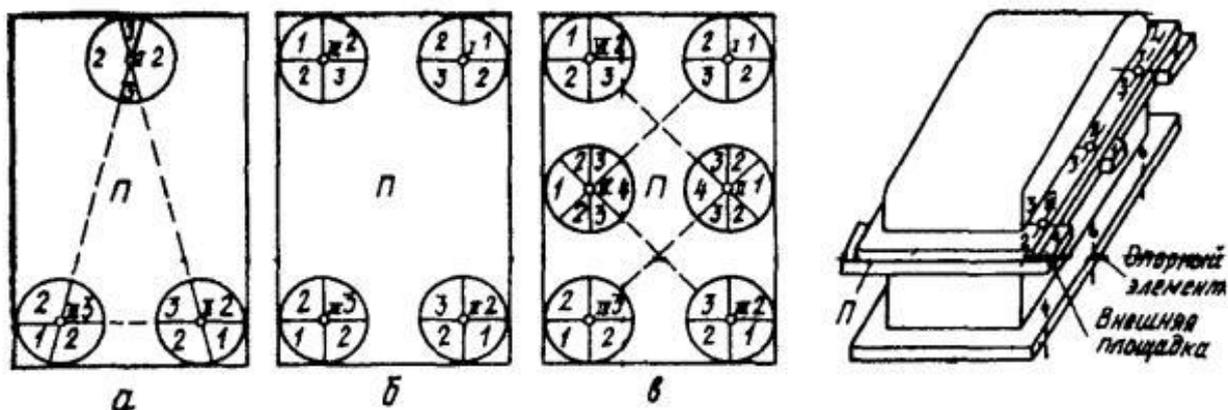


Рис. 20. Схема рационального расположения площадок установки измерительных средств:

а - относительно трех элементов; б - относительно четырех элементов; в - относительно шести элементов; П - плоская поверхность оборудования, используемая в качестве выверочной базы; 1 - 4 - площадки для установки измерительных средств; I - VI - проекции на выверочную базу площадок контакта опорных элементов с опорной поверхностью оборудования

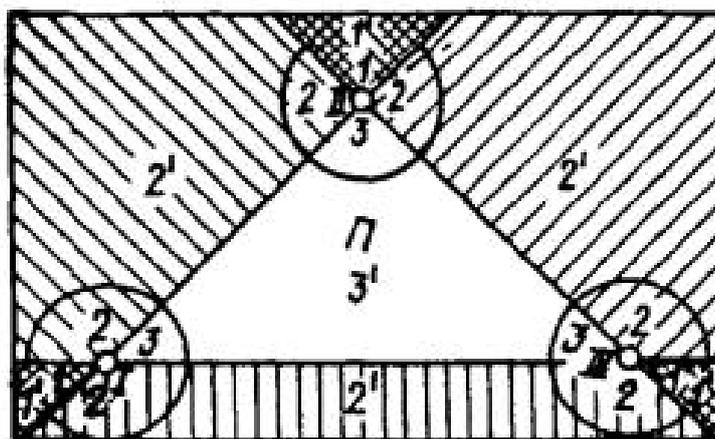


Рис. 21. Схема к определению рационального расположения площадок установки измерительных средств

соединяют прямой опорные элементы I и III и наносят штриховку на часть поверхности П, ограниченную этой прямой и не содержащую опорный элемент II;

соединяют прямой опорные элементы II и III и наносят штриховку на часть поверхности П, ограниченную этой прямой и не содержащую опорный элемент I;

участки поверхности П, заштрихованные дважды, обозначают цифрами 1' а заштрихованные один раз - цифрами 2', незаштрихованный участок - цифрой 3';

площадки установки измерительных средств 1 - 3 должны находиться на соответствующих участках поверхности П, причем площадки 2 и 3 следует располагать как можно ближе к опорным элементам.

Расположение площадок относительно четырех, шести и более опорных элементов определяют аналогично, при этом наиболее заштрихованные участки обозначают цифрой 1', менее заштрихованные - цифрой 2' и т.д.

В. Выверка плитовин

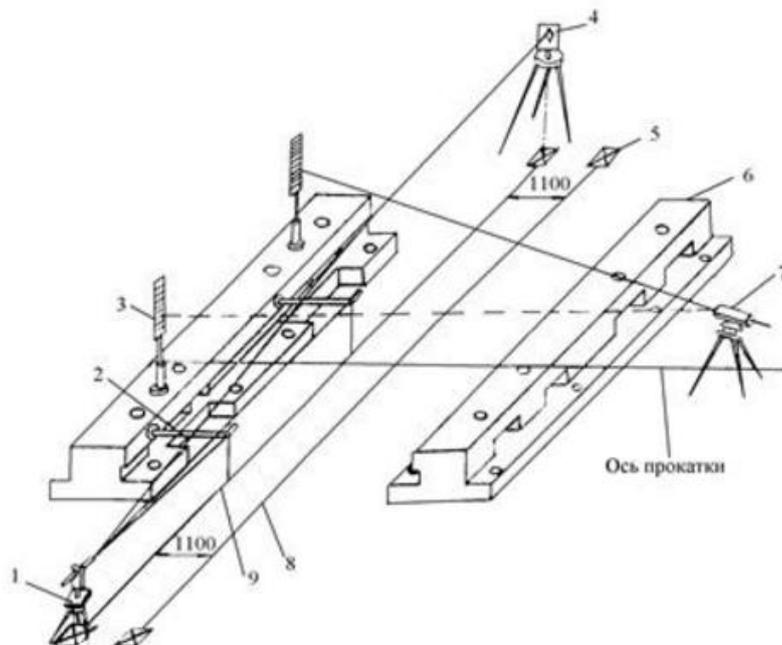


Рис. 22 Выверка плитовин оптико-геодезическим методом:
 1 – теодолит; 2 – переносная визирная марка с микрометрической головкой; 3 – малогабаритная нивелирная рейка; 4 – стационарная светящаяся марка; 5 – плашка; 6 – плитовина; 7 – нивелир; 8 – ось клетки; 9 – вспомогательная ось.

Г. Выверка трансмиссионного вала

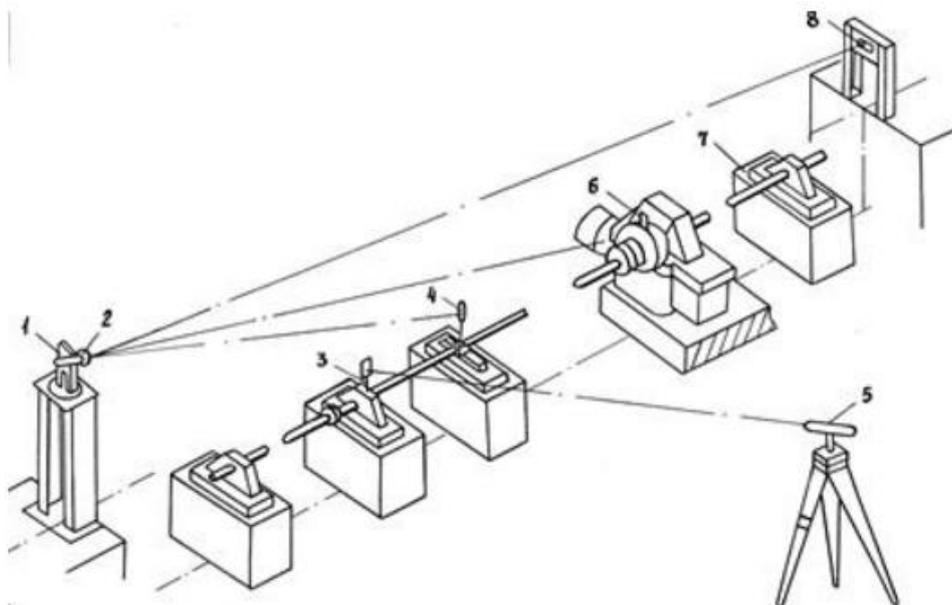


Рис. 23. Схема выверки трансмиссионного вала:
 1 - теодолит; 2 - марка-насадка; 3 - малогабаритная шкаловая рейка;

4 - зеркало; 5 - прецизионный нивелир; 6 - микрометрическая марка;
7 - трансмиссия; 8 - стационарная визирная марка

Д. Выверка валов и цилиндров

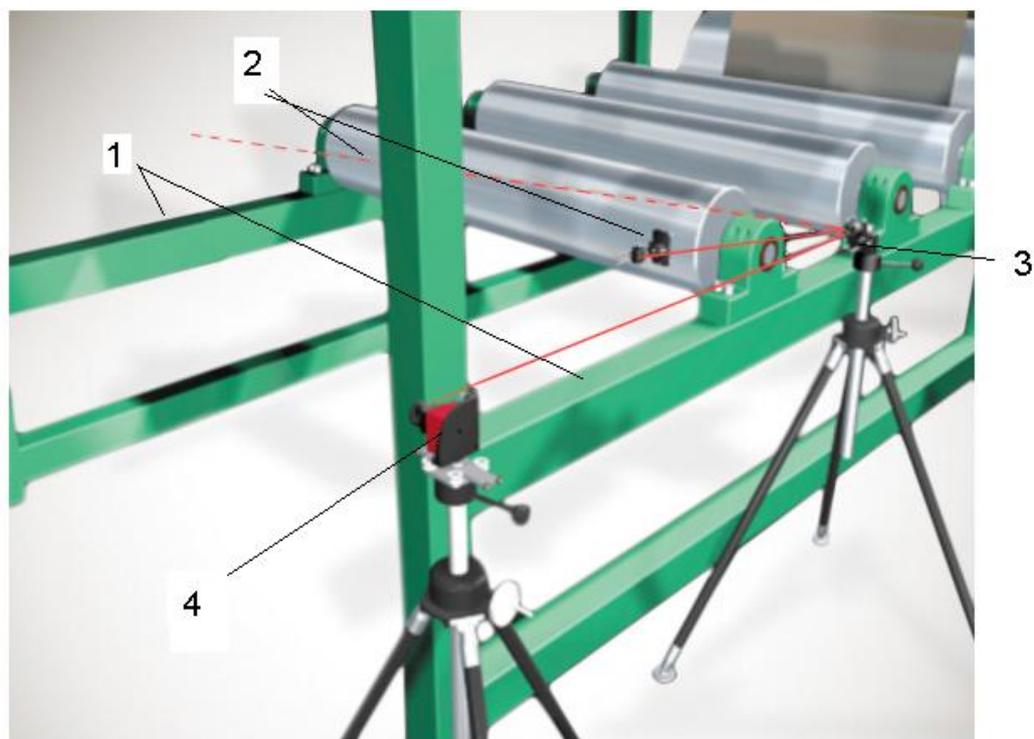
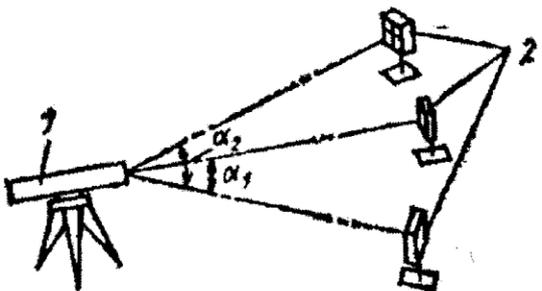
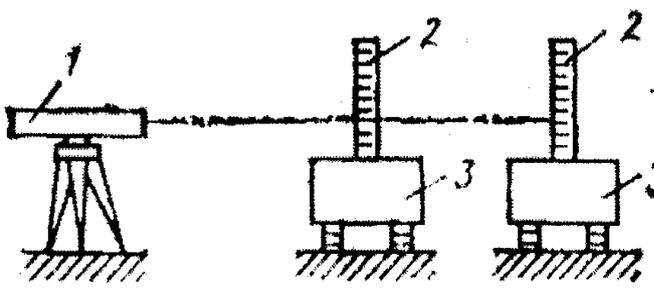
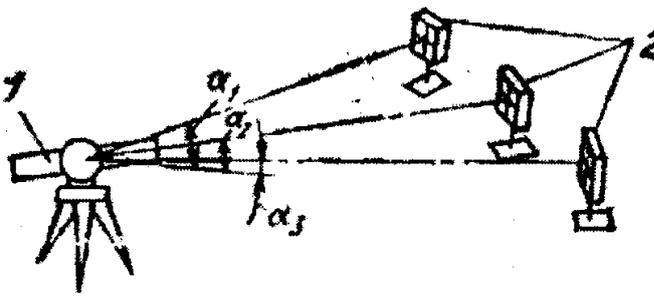
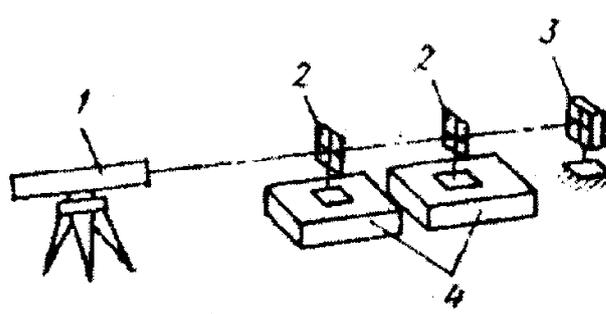
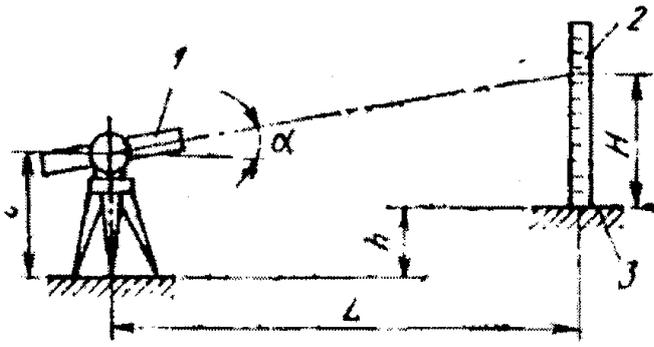


Рис. 24. выверка параллельности валов и цилиндров
1 - фундаментная шина; 2 - базовый вал; 3 - навесное приспособление;
4 - теодолит; 5 – марка.

Список литературы

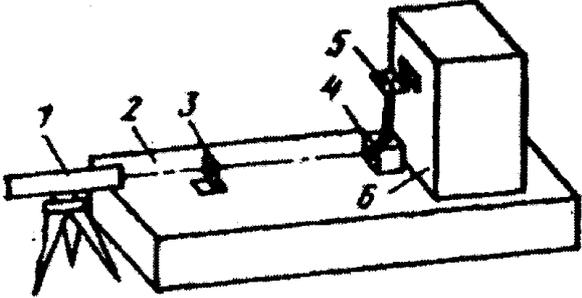
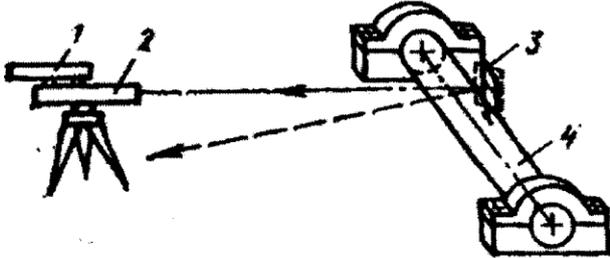
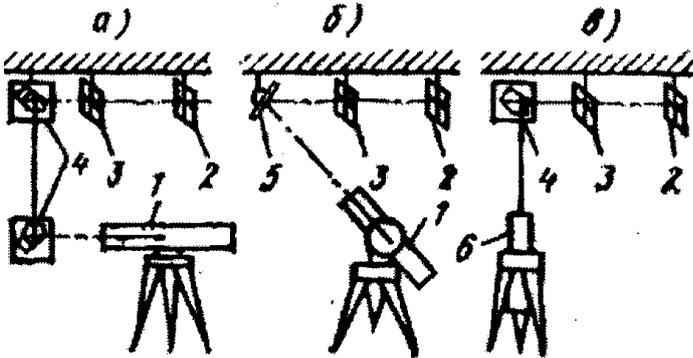
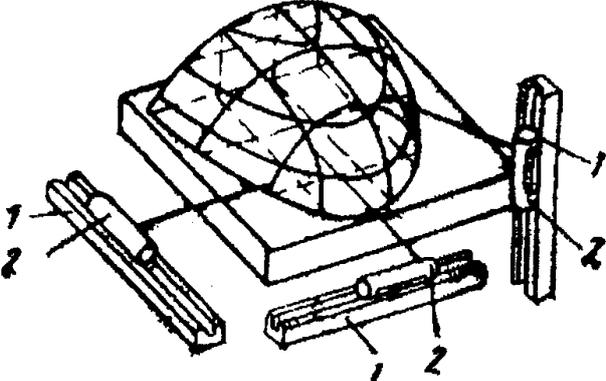
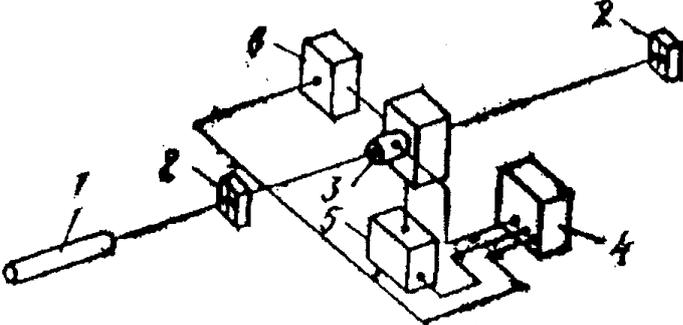
1. ГОСТ Р 53340-2009. Приборы геодезические. Общие технические условия. Введ. 2010-01-01. М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2009.
2. ГОСТ 21830-76. Приборы геодезические. Термины и определения. Введ. 1977-07-01. М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1976.
3. ГОСТ 22268-76. Геодезия. Термины и определения. Введ. 1978-01-01. М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1976.
4. Автоматизированный справочник по геодезическому оборудованию [Электронный ресурс]. URL.: <http://www.ngasu.ru/geodesy/classification/obshchaya-klassifikatsiya/> (дата обращения 6.12.2015).
5. Пособие по проектированию анкерных болтов для строительных конструкций и оборудования (к СНиП 2.09.03): ЦНИИпромиздат.
6. ВСН-361-85. Установка технологического оборудования на фундаментах. 1985-04-22. М.: Минмонтажспецстрой СССР. ЦБНТИ. 1986
7. Шеховцов Г. А. Современные геодезические методы определения де-

формаций инженерных сооружений [Текст]: монография; / Г.А. Шеховцов, Р.П. Шеховцова; Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т –Н.Новгород: ННГАСУ, 2009. – 156 с.

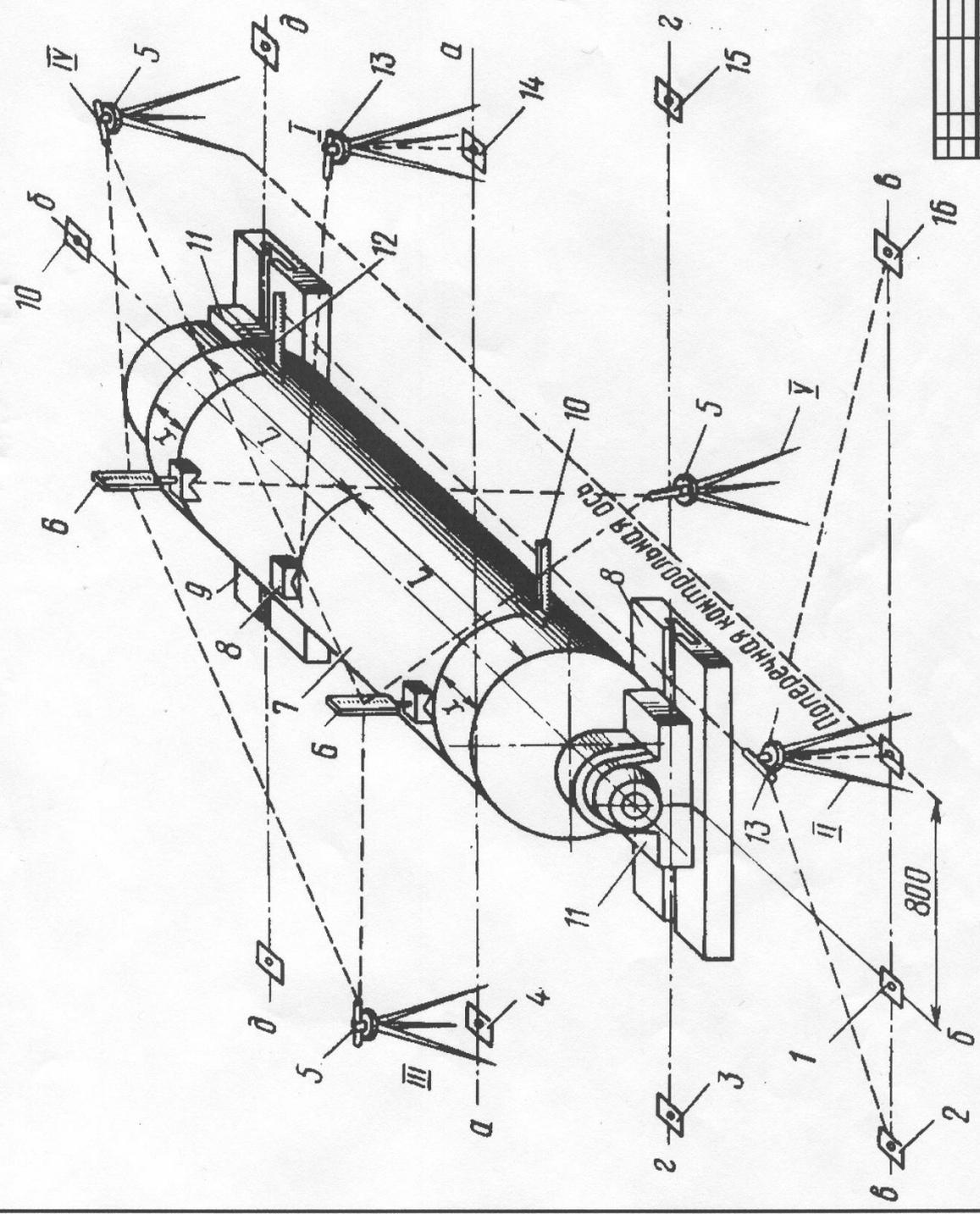
Схемы	Область применения
	<p>Задание горизонтальных направлений: 1-излучатель(лазерный визир или нивелир с горизонтальным кругом); 2-однокоординатные позиционные целевые знаки (ПЦЦЗ)</p>
	<p>Геометрическое нивелирование: 1-излучатель (лазерный нивелир); 2-рейка; 3-выверяемые элементы</p>
	<p>Задание и измерение углов: 1-излучатель (лазерный теодолит); 2-экран-марка или ПЦЦЗ</p>
	<p>Измерение превышений с контролем положения луча: 1-излучатель (лазерный нивелир); 2-экран-марка или рабочие фотоприёмники; 3-контрольный фотоприёмник; 4-контролируемые элементы</p>
	<p>Тригонометрическое нивелирование: 1-излучатель (лазерный теодолит); 2-рейка; 3-контролируемый элемент; $b = l - H + Ltg\alpha$</p>

	<p>Построение линии заданного уклона: 1-лазерный теодолит; 2-нивелирные рейки; 3- выверяемый элемент</p>
	<p>Задание базовой оси: 1-излучатель (лазерный нивелир или визир), установленный на геодезическом знаке; 2-рабочий приёмник (ПЧЦЗ); 3-контрольный приёмник (ПЧЦЗ); 4- геодезический знак</p>
	<p>Задание и разметка осей: 1- излучатель(лазерный нивелир или визир); 2- пентапризмы; 3- контрольный приёмник (ПЧЦЗ или экран-марка); 4-рабочий приёмник с приспособлением для разметки; 5- плашки для фиксации оси</p>
	<p>Построение и разметка оси, перпендикулярной к другой оси или створу: 1-излучатель(лазерный нивелир или визир); 2,7-плашки для фиксации оси; 4- пентапризма; 5- контрольный фотоприёмник</p>
	<p>Построение двух параллельных осей, перпендикулярных створу: 1- излучатель (лазерный нивелир или визир); 2,7-контрольные точки створа; 3-полупрозрачное зеркало; 4-рабочие приёмники (ПЧЦЗ); 5-пентапризма; 6- контрольный приёмник (ПЧЦЗ)</p>

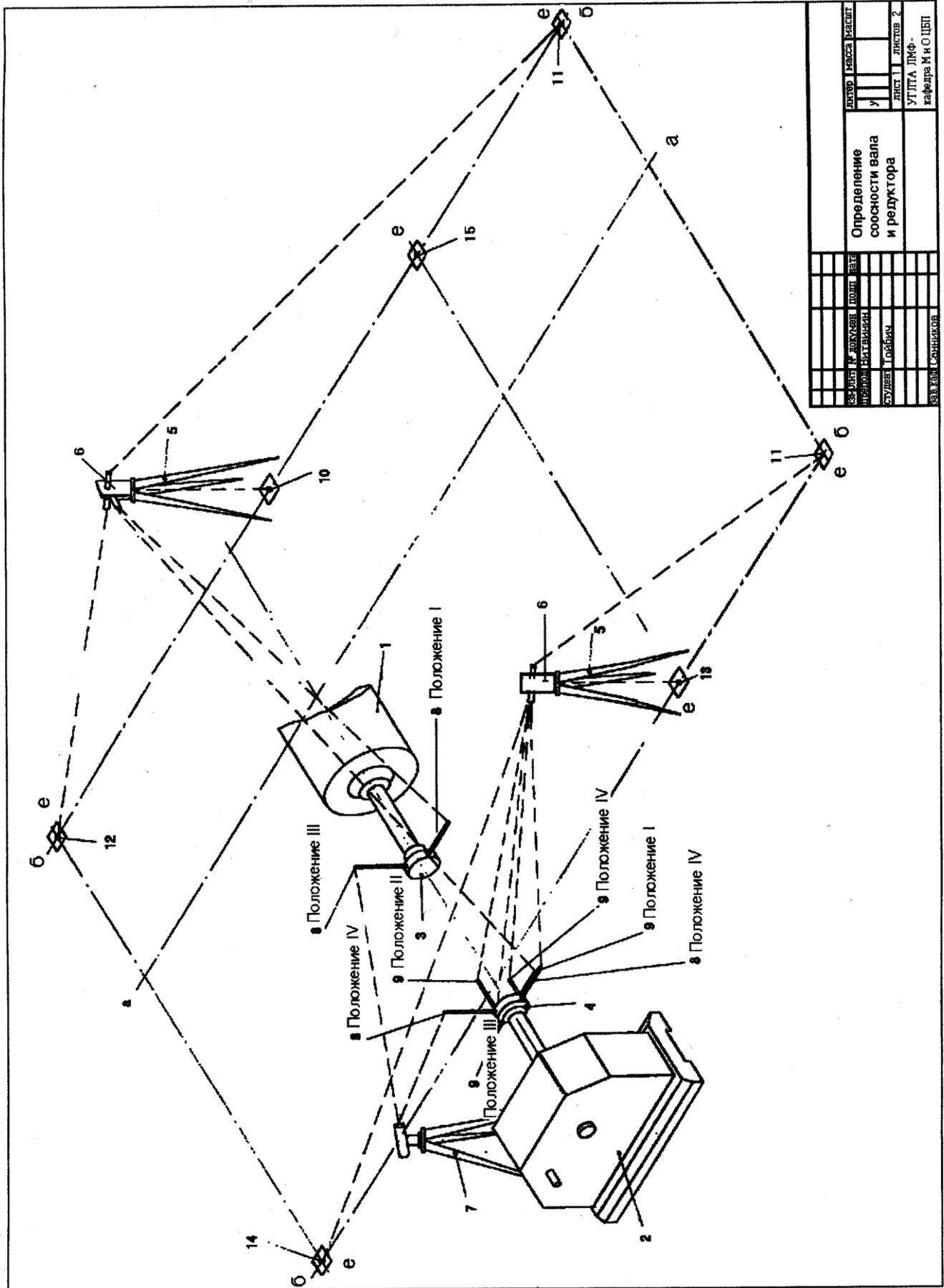
	<p>Задание створа и измерение отклонений дифракционным створофиксатором с центрированием излучателя над заданной точкой: 1-излучатель (лазерный визир или нивелир); 2-двухщелевая рабочая марка; 3-фотоэлектронное или визирное регистрирующее устройство; 4-геодезические знаки</p>
	<p>Задание створа и измерение отклонений дифракционным створофиксатором с центрированием однощелевой марки над заданной точкой: 1-излучатель (лазерный визир или нивелир); 2-однощелевая марка; 3-двухщелевая рабочая марка; 4-фотоэлектронное или визирное регистрирующее устройство; 5-геодезические знаки</p>
	<p>Интерференционные створы измерения: 1-излучатель; 2,4-места установки зонных марок в пунктах задания створа; 3-одномерная или двумерная зонная марка; 5-фотоэлектронное регистрирующее устройство; 6-геодезические знаки</p>
	<p>Контроль отклонения от плоскости и установки элементов в одной плоскости: 1- излучатель (специализированный лазерный прибор); 2- контролируемая плоскость; 3- контрольные марки (ПЧЦЗ)</p>
	<p>Контроль отклонения от соосности отверстий: 1-излучатель (специализированный лазерный прибор); 2- приёмники излучения (ПЧЦЗ); 3-контролируемые элементы;</p>

	<p>Контроль отклонения от перпендикулярности плоскостей: 1-излучатель(специализированный лазерный прибор); 2,6 - контролируемые элементы; 3,5- приёмники (ПЧЦЗ); 4- перемещаемая пентапризма]</p>
	<p>Контроль отклонения от перпендикулярности вала к заданной оси методом авторефлексии: 1-визирная труба; 2-излучатель;3- зеркало;4-вал</p>
	<p>Створные измерения на высоте с применением: а- нивелира; б- теодолита; в- прибор вертикального проектирования: 1- излучатель (лазерный визир или нивелир);2- контрольный приёмник (ПЧЦЗ); 3- рабочий приёмник (ПЧЦЗ); 4-пентапризма; 5- квадрант с зеркалом; 6- лазерный прибор вертикального проектирования</p>
	<p>Разметка объёмных шаблонов и оснастки: 1-стандартные координатные линейки;2- излучатели с пентапризмами</p>
	<p>Автоматическая установка по двум координатам :1- излучатель; 2- базовые датчики; 3- рабочий датчик; 4- блок сервоуправления с усилителем; 5,6 - серводвигатели</p>

- а-а - главная продольная ось машины;
- б-б - главная поперечная ось машины;
- г-г, д-д - продольные оси фундаментных шин;
- х - расстояние от торца вала до места крепления навесн. приспособ.;
- Л - расстояние до центральной оси вала;
- 1-4, 10, 14-16 - плашки;
- 5 - нивелир;
- 6 - малогабаритные рейки;
- 7 - базовый вал;
- 8 - визирный знак;
- 9 - фундаментная шина;
- 11 - корпус подшипника вала приводной стороны;
- 12 - линейка навесного приспособления;
- 13 - теодолит;
- 1 - II - положения теодолита;
- III - V - положения нивелира.



№ документа	полн.	дата	лист	масса	касиэт
Исполнитель			у		
Студент	Горбач		лист 2		лист 2
СЗУ	каб. Саниников		УГЛТУ	ЛКФ-	кафедра М.и.О.ЦЕП



СЕРИЯ	ИЗМЕНЕНИЯ	ПОЛН.	ЛИСТ	ЛИСТОВ	ИЗДАНИЕ	ЛИСТОВ	ЛИСТОВ
Определение соосности вала и редуктора				Лист 1	Листов 2	УГЛТУ ЛМФ - кафедра М и О ЦПТ	
СЗУДОВ ГАРБИЧ				САД КЭП СЕННИКОВ			