



В.П. Коротков, Л.Н. Короткова

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ



Москва
2014

Печатается по решению Научного Совета ООО «Роберт Бош»

Составители-разработчики:	<i>Коротков В.П., Короткова Л.Н.</i>
Ответственный редактор:	<i>Тимофеев А.А.</i> , руководитель проекта «Образование» ООО «Роберт Бош»
Рецензенты:	<i>Дорофеев В.П.</i> , тренер-координатор службы обучения ООО «Роберт Бош» <i>Дроздов А.Н.</i> , руководитель кафедры ручного инструмента МГСУ
Консультанты:	<i>Музыкантова В.В.</i> , управляющий проектами регионального учебно-технического центра <i>Юрин Ю.Б.</i> , управляющий проектами регионального учебно-технического центра

«Измерительные инструменты». – М., 2014. – 244 с.

Пособие № 4 2014 г. Периодическое издание Регионального учебно-технического центра «Роберт Бош» и Правительства Ульяновской области для педагогических работников учреждений профессионального образования.

Настоящее пособие подготовлено с целью осуществления единого подхода к организации обучения по применению контрольно-измерительных приборов фирмы «**BOSCH**» при выполнении строительно-монтажных работ.

В пособии представлены материалы по формированию учебных мастерских контрольно-измерительными приборами фирмы «**BOSCH**».

Отдельными модулями представлены лазерные дальномеры, цифровые уклонометры и угломеры, оптические нивелиры, точечные, линейные и ротационные лазерные нивелиры, детекторы, инспекционные камеры и курвиметры. Представлены их основные характеристики, свойства, принцип работы и область применения.

Описана безопасность работ при применении контрольно-измерительных приборов фирмы «**BOSCH**».

Материалы сборника могут быть полезны педагогическим работникам учреждений профессионального образования при формировании вариативной части ОПОП.

Содержание

Введение	7
1 ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНЫХ МАСТЕРСКИХ	11
2 ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ИЗМЕРЕНИЙ	16
2.1 Общие сведения	16
2.2 Измерение длины (расстояния)	20
2.2.1 Электромеханический метод измерения	20
2.2.2 Акустический (ультразвуковой) метод измерения	22
2.2.3 Оптический метод измерения (лазер)	24
2.2.4 СВЧ-метод измерения (радар)	29
2.3 Логический способ правильного выбора электронного измерительного прибора	31
3 ДАЛЬНОМЕРЫ	33
3.1 Общие сведения	33
3.2 Модуль 1 «Дальномеры»	34
Учебный материал 1	34
3.2.1 Лазерный дальномер GLM 30 Professional	42
3.2.2 Лазерный дальномер GLM 80 + R 60 Professional	45
3.2.3 Лазерный дальномер GLM 100 C Professional	47
3.2.4 Лазерные дальномеры GLM 150 и GLM 250 VF Professional	49
3.2.5 Системные принадлежности для дальномеров	51
3.3 Закрепляющий материал 1	54
3.4 Проверка степени усвоения материала (Модуль 1)	57
4 УГЛОМЕРЫ И УКЛОНОМЕРЫ	59
4.1 Модуль 2 «Уклономеры»	59
Учебный материал 2	59
4.1.1 Общие сведения	59
4.1.2 Цифровой уклономер GIM 60 L Professional	64
4.1.3 Закрепляющий материал 2	69
4.2 Модуль 3 «Угломеры»	71
Учебный материал 3	71
4.2.1 Общие сведения	71
4.2.2 Цифровой уклономер GAM 220 MF Professional	74
4.2.3 Закрепляющий материал 3	85
4.3 Проверка степени усвоения материала (Модули 2 и 3)	87
5 НИВЕЛИРЫ	89
5.1 Модуль 4 «Оптические нивелиры»	89
Учебный материал 4	89

5.1.1 Устройство, классификация и методы измерений	89
5.1.2 Оптический нивелир GOL 20 D Professional	92
5.1.2.1 Настройка оптического нивелира	96
5.1.2.2 Принцип съёмки оптическим нивелиром	97
5.1.3 Системные принадлежности для оптических нивелиров	101
5.1.4 Закрепляющий материал 4	102
5.1.5 Проверка степени усвоения материала (Модуль 4)	104
5.2 Модуль 5 «Точечные лазерные нивелиры»	106
Учебный материал 5	106
5.2.1 Общие сведения	106
5.2.2 Точечный лазерный нивелир GPL 3 Professional	110
5.2.3 Практические примеры применения точечных нивелиров ..	111
5.2.4 Системные принадлежности для точечных нивелиров	114
5.2.5 Закрепляющий материал 5	119
5.3 Линейные лазерные нивелиры	122
5.3.1 Модуль 6 «Построители плоскостей»	122
Учебный материал 6	122
5.3.1.1 Общие сведения	122
5.3.1.2 Построитель плоскостей GLL 3-80 P Professional	132
5.3.1.3 Системные принадлежности для построителей плоскостей	134
5.3.2 Модуль 7 «Лазерные нивелиры для выравнивания керамической плитки»	137
Учебный материал 7	137
5.3.2.1 Лазерный нивелир для выравнивания керамической плитки GTL 3 Professional	137
5.3.2.2 Область применения и виды выполняемых работ	138
5.3.2.3 Системные принадлежности для GTL 3 Professional	143
5.3.3 Модуль 8 «Лазерные нивелиры для проверки ровности полов»	144
Учебный материал 8	144
5.3.3.1 Лазерный нивелир для проверки ровности полов GSL 2 Professional	144
5.3.3.2 Системные принадлежности для GSL 2 Professional	145
5.3.4 Модуль 9 «Комбинированные лазерные нивелиры»	148
Учебный материал 9	148
5.3.4.1 Комбинированный лазерный нивелир GCL 25 Professional	148
5.3.4.2 Системные принадлежности для GCL 25 Professional	149
5.3.5 Закрепляющий материал 6-9	150
5.3.5 Модуль 10 «Ротационные лазерные нивелиры»	152
Учебный материал 10	152

5.3.5.1 Ротационный лазерный нивелир с ручной нивелировкой	154
5.3.5.2 Ротационные лазерные нивелиры с автоматической нивелировкой,	155
5.3.5.2.1 Ротационный лазерный нивелир GRL 300 HV Professional	161
5.3.5.2.2 Ротационный лазерный нивелир GRL 500 HV + + LR 50 Professional	162
5.3.5.3 Системные принадлежности для ротационных нивелиров	164
5.3.5.4 Закрепляющий материал 10	170
5.3.5.5 Проверка степени усвоения материала (Модули 5-10)	174
6 ДЕТЕКТОРЫ, ИНСПЕКЦИОННЫЕ КАМЕРЫ, КУРВИМЕТРЫ	179
6.1 Модуль 11 «Детекторы»	179
Учебный материал 11	179
6.1.1 Общие сведения	179
6.1.2 Ёмкостные детекторы	179
6.1.3 Индуктивные детекторы	181
6.1.4 Закрепляющий материал 11	189
6.2 Модуль 12 «Инспекционные камеры»	191
Учебный материал 12	191
6.2.1 Общие сведения	191
6.2.2 Аккумуляторная инспекционная камера GOS 10,8 V-LI Professional	192
6.2.3 Системные принадлежности для инспекционной камеры ...	194
6.2.4 Закрепляющий материал 12	199
6.3 Модуль 13 «Курвиметры»	200
Учебный материал 13	200
6.3.1 Общие сведения	200
6.3.1 Курвиметр GWM 32 Professional	201
6.3.2 Закрепляющий материал 13	203
6.3.3 Проверка степени усвоения материала (Модули 11-13)	204
7 ТЕОДОЛИТЫ	207
7.1 Модуль 14 «Электронные теодолиты»	207
Учебный материал 14	207
7.1.1 Теодолиты и их устройство	207
7.1.2 Электронные теодолиты CST/berger DGT10	212
7.1.3 Закрепляющий материал 14	216
7.1.4 Проверка степени усвоения материала (Модуль 14)	218
8 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ	220
8.1 Влияние личностных факторов на безопасность	220

8.2 Правила безопасности при работе с лазерными инструментами	221
Приложение А (справочное) Расшифровка обозначений измерительных инструментов Bosch	225
Приложение Б (справочное) Расшифровка пиктограмм измерительных инструментов Bosch	228
Приложение В (справочное) Технические характеристики лазерных дальномеров	232
Приложение Г (справочное) Технические характеристики принадлежностей к измерительным инструментам	235
Приложение Д (справочное) Технические характеристики оптических нивелиров	237
Приложение Е (справочное) Технические характеристики лазерных нивелиров	238
Приложение Ж (справочное) Технические характеристики электронных теодолитов	242
Приложение И (справочное) Символическое обозначение средств защиты по охране труда	243
Список литературы	244

Введение

Выпускникам образовательных учреждений строительного профиля среднего профессионального образования предстоит возводить здания и сооружения, выполнять отделочные, каменные, бетонные и другие виды работ *по новым технологиям* с применением *современных контрольно-измерительных инструментов, приспособлений, приборов, технологического оборудования*, а от квалификации и качества их труда будут зависеть комфорт, безопасность, эстетика жилья и общественных помещений.

Знание *современных* инструментов, приборов и оборудования, умения и практические навыки выполнения всех видов производственных работ по профессии с их применением, важны выпускнику для успешного и качественного освоения *профессиональных компетенций*.

Федеральный государственный стандарт среднего профессионального образования (далее **ФГОС СПО**) регламентирует требования к *результатам* основной профессиональной образовательной программы (далее **ОПОП**), *структуре ОПОП, условия реализации ОПОП, оцениванию результатов освоения ОПОП*.

Одним из требований к условиям реализации ОПОП является наличие *материально-технической базы и обеспечение учебно-методической документацией* образовательного процесса.

Для реализации ОПОП по подготовке рабочих строительного профиля, учреждения профессионального образования должны располагать материально-технической базой и учебно-методической документацией, необходимой для проведения всех видов лабораторных работ и практических занятий по дисциплинам и междисциплинарным курсам, учебной и производственной практики.

Вариативная составляющая, призванная учитывать региональные и/или корпоративные потребности в подготовке кадров, дает возможность расширения и/или углубления подготовки, определяемой содержанием обязательной части, получения дополнительных компетенций, умений и знаний, необходимых для обеспечения конкурентоспособности выпускника учреждений профессионального образования в соответствии с запросами рынка труда и возможностями продолжения образования.

Для овладения обучающимися *дополнительных профессиональных компетенций*, связанных с современными строительными технологиями, средствами и предметами труда, особенностями организации труда на строительном объекте необходимо сформировать специальное содержание образования. В *профессиональные модули и междисциплинарные курсы*, программы учебной и профессиональной (производственной) практик, профессиональных и общепрофессиональных дисциплин обязательной части ОПОП по профессиям *штукатур, плотник; столяр; бетонщик, кровельщик; монтажник санитарно-технических систем и оборудования, облицовщик-плиточник; облицовщик-мозаичник; слесарь-сантехник, асфальто-*

бетонщик рекомендуется включить содержание значимого учебного материала в виде раздела: «Измерительные инструменты BOSCH».

Измерительные инструменты BOSCH могут использоваться в профессиональной деятельности специалистов при выполнении ими определенных технологических операций (см. рис. 1).

	Асфальтобетонщик	Штукатур	Плиточник	Плотник	Столяр	Монтажник санитарно-технических систем и оборудования	Электрик
Лазерный дальномер							
Угло- и уклономер							
Точечный лазерный нивелир							
Линейный лазерный нивелир							
Ротационный лазерный нивелир							
Детектор							

Рисунок 1 – Группы профессий и измерительные инструменты

В целях приобретения обучающимися практического опыта и формирования профессиональных компетенций в рамках освоения программ профессиональных модулей по профессиям: **270802.06** Кровельщик (Приказ Минобрнауки РФ от 02.08.2013 № 744); **270802.07** Мастер столярно-плотничных и паркетных работ (Приказ Минобрнауки РФ от 02.08.2013 № 748); **270802.09** Мастер общестроительных работ (Приказ Минобрнауки РФ от 02.08.2013 № 683); **270802.10** Мастер отделочных строительных работ (Приказ Минобрнауки РФ от 02.08.2013 № 746); **270802.13** Мастер жилищно-коммунального хозяйства (Приказ Минобрнауки РФ от 02.08.2013 № 684); **270831** Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и аэро-

дромов (*Приказ Минобрнауки РФ от 21.04.2010 № 417*); **270802** Строительство и эксплуатация зданий и сооружений (*Приказ Минобрнауки РФ от 15.04.2010 № 356*) образовательным учреждениям рекомендуется оснастить мастерские инструментами, приспособлениями, оснасткой фирмы «**BOSCH**» (Германия); обеспечить учебно-наглядными пособиями, аудио-, видео- и мультимедийными средствами обучения.

В пособии представлены технологическое оборудование, приспособления, инструменты, инвентарь, основная и дополнительная литература, интернет-ресурсы, технические и другие средства обучения, предусмотренные программой учебной дисциплины и профессионального модуля для учреждений профессионального образования и специализированных учебных центров организаций (предприятий) различной отраслевой направленности независимо от их организационно-правовых форм.

Для овладения обучающимися *дополнительных профессиональных компетенций*, связанных с современными строительными технологиями, средствами и предметами труда, особенностями организации труда на строительном объекте необходимо сформировать специальное содержание образования. В *профессиональные модули и междисциплинарные курсы*, программы учебной и профессиональной (производственной) практик, профессиональных и общепрофессиональных дисциплин обязательной части ОПОП по профессиям

Количество технологического оборудования **Bosch** и других средств обучения для учебно-производственных мастерских определено из расчета одновременного обучения учебной группы численностью 15 человек. При другой численности показатели изменяются.

В зависимости от содержания выполняемых обучающимися конкретных учебно-производственных работ по указанным профессиям, образовательное учреждение может заменить отдельные виды технологического оборудования и другие средства обучения на иные, требующиеся в соответствии со спецификой производственного процесса на строительном объекте, или дополнительно оснастить мастерскую новым оборудованием взамен устаревшего.

Материально-техническая база должна соответствовать действующим санитарным и противопожарным нормам.

Расшифровка обозначений марок измерительных инструментов **Bosch** в зависимости от категории потребителей: профессионалов и домашних мастеров, – приведена в *приложении А*.

Пособие содержит 13 учебных материалов, которые разработаны по 14 модулям: **Модуль 1** «Дальномеры», **Модуль 2** «Уклономеры», **Модуль 3** «Угломеры», **Модуль 4** «Оптические нивелиры», **Модуль 5** «Точечные лазерные нивелиры», **Модуль 6** «Построители плоскостей», **Модуль 7** «Лазерные нивелиры для выравнивания керамической плитки», **Модуль 8** «Лазерные нивелиры для проверки ровности полов», **Модуль 9** «Ротационные лазерные нивелиры», **Модуль 10** «Комбинированные лазерные нивелиры», **Модуль 11** «Детекторы», **Модуль 12** «Инспекционные

камеры», **Модуль 13** «Курвиметры», **Модуль 14** «Электронные теодолиты», раздел «Охрана труда», приложения А, Б, В., Г, Д, Е, Ж, И, К.

По завершении изучения одного модуля следует переходить к следующему. Для реализации самоконтроля и коррекции продвижения по модулю к учебным материалам составлены задания **«Закрепляющий материал»**.

Учебные материалы могут изучаться слушателями самостоятельно и с помощью преподавателя.

Оценить способность в достижении того или иного результата обучения после изучения модуля возможно с помощью задания **«Проверка степени усвоения материала»**.

При работе обучающихся с учебным материалом преподаватель выступает в роли консультанта, наблюдает за ходом выполнения заданий, ведет учет достижений обучающихся.

1 ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНЫХ МАСТЕРСКИХ

Роль учебных мастерских для качественной подготовки квалифицированных рабочих, их состояние и оснащение важна в образовательном процессе. В период учебной и производственной практики слушатели знакомятся с механизмами, электроинструментами и оснасткой **Bosch**, оборудованием, приобретают практический опыт выполнения операций и комплексов работ, осваивают производственную культуру, учатся рациональному использованию времени, соблюдению требований техники безопасности, производственной и технологической дисциплины, что позволяет повысить уровень сформированности общих и профессиональных компетенций.

Первоочередным условием успеха учебной практики является организация рабочего места мастера производственного обучения.

Рабочее место мастера должно соответствовать следующим общим требованиям:

- обеспечивать удобство, скорость и эффективность выполнения его функций по управлению учебно-производственным процессом;
- быть образцом научной организации труда и оснащения;
- обеспечивать нормальные условия для проведения коллективного инструктирования слушателей.

Требования к материально-техническому обеспечению **рабочего места мастера производственного обучения** указаны в таблице 1.1.

Условия проведения практических занятий в учебно-производственных мастерских по выполнению работ с измерительными инструментами **Bosch**, несомненно, способствуют формированию профессиональных компетенций, необходимых для обеспечения конкурентоспособности работника в соответствии с запросами рынка труда.

Таблица 1.1 - Оснащение рабочего места мастера производственного обучения

№ поз.	Наименование	Количество, шт.
1	2	3
	Оборудование, мебель и инвентарь	
1	Комбинированный шкаф с классной доской, экраном и отделениями (секциями) для размещения и хранения учебно-наглядных пособий, технических средств обучения, личного инструмента и технической литературы	1
2	Рабочий стол мастера	1
3	Стул	2

Окончание таблицы 1.1

1	2	3
4	Стойка демонстрационная	1
5	Тумбочка, кронштейн или другое устройство для установки компьютера, проектора, мультимедиа и т.п.	1
6	Скамьи (стулья) для учащихся	на 15 мест
7	Стенд для справочных таблиц и технической документации	1
8	Стенд по правилам безопасности труда в учебной мастерской	1
9	Аптечка	1
	Инструмент и приспособления	
1	Личный технологический инструмент мастера (комплект), измерительные инструменты Bosch (комплект)	1
2	Приспособления и принадлежности Bosch (комплект)	1

Учебно-наглядные пособия, интернет-ресурсы, средства информации по подготовке специалиста по измерительным инструментам указаны в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Учебно-наглядные пособия, интернет-ресурсы, средства информации

№ поз.	Наименование	Количество, шт.
1	2	3
	Учебно-наглядные пособия	
	Плакаты по темам программы учебной практики и практических занятий В том числе:	
1	Макет с образцами выполнения учебно- производственных работ с применением измерительных инструментов Bosch	*
2	Плакаты по правилам безопасности труда (комплект)	1
3	Плакаты по противопожарной безопасности (комплект)	1
4	Плакаты по электробезопасности при работе с измерительными инструментами Bosch (комплект)	1
5	Современные образцы измерительных инструментов и приспособлений фирмы Bosch	*
6	Куликов О.Н. Охрана труда в строительстве : учебник / О.Н. Куликов, Е.И. Ролин. – 9-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 416 с.	1
7	Минько В.М. Охрана труда в строительстве : учеб. пособие / В.М. Минько, Н.В. Погожаева. – М. : Издательский центр «Академия», 2012. – 208 с.	1
8	Программный каталог 2013. Профессиональные принадлежности.- Германия, 2013. - 916 с.	1

Окончание таблицы 1.2

1	2	3
9	Профессиональный электроинструмент. Каталог 2013/2014.- ООО «Роберт Бош».- Германия, 2013.- 418 с.	
10	Электроинструменты и их применение:1500 вопросов и ответов. - Германия: Технический институт профессионально-технической подготовки и повышение профессиональной квалификации, 2005. – 448 с.	1
11	Энциклопедия электроинструментов.- Германия: «Сейлз Консалтинг Трейнинг», 2001.- 1136 с.	1
Интернет-ресурсы		
1	http://www.bosch-pt.com/ru/ru/ – Официальный сайт фирмы Bosch	
2	http://www.bosch-pt.com/de/de/ – Официальный сайт фирмы Bosch (на немецком языке)	
3	http://www.estateline.ru/ – EstateLine.ru – Строительный портал	
4	http://toolbook.ru/ – Вся информация об инструментах	
5	http://www.klag.ru/ – Клаг.Ру – Строительный портал	
* Тематика определяется методической комиссией учебного центра.		

Средства индивидуальной защиты при подготовке обучающихся по профессиям строительного профиля с применением электроинструментов приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Средства индивидуальной защиты

№ поз.	Наименование	Количество на группу
1	2	3
1	Головной убор, шт.	15
2.	Костюмы, шт.	15*
3.	Мыло хозяйственное, кг	0,1
5.	Паста, кремы для защиты кожи рук (на смену), кг	0,1
6.	Перчатки защитные, пар	15*
7.	Рукавицы, пар	15
8.	Спецодежда (халаты, куртки, брюки, комбинезоны, фартуки), комплект	15
* Определяется от вида выполняемой работы.		

После изучения каждого модуля: **Модуль 1** «Дальномеры», **Модуль 2** «Уклономеры», **Модуль 3** «Угломеры», **Модуль 4** «Оптические нивелиры», **Модуль 5** «Точечные лазерные нивелиры», **Модуль 6** «Построители плоскостей», **Модуль 7** «Лазерные нивелиры для выравнивания керамической

плитки», **Модуль 8** «Лазерные нивелиры для проверки ровности полов», **Модуль 9** «Ротационные лазерные нивелиры», **Модуль 10** «Комбинированные лазерные нивелиры», **Модуль 11** «Детекторы», **Модуль 12** «Инспекционные камеры», **Модуль 13** «Курвиметры», **Модуль 14** «Электронные теодолиты», – рекомендуется проведение зачетов по проверке знаний правил техники безопасности при работе с измерительными инструментами фирмы Bosch.

Конкурентоспособность выпускника во многом зависит от того, насколько он владеет современной прогрессивной технологией с применением высокоэффективных измерительных инструментов, позволяющих выполнять работы с высоким качеством. В таблице 1.4 указаны измерительные инструменты **Bosch**, применяемые для строительных работ.

Таблица 1.4 – Измерительные инструменты учебной мастерской

№ поз.	Наименование	Количество на 15 рабочих мест, шт.
1	Дальномер лазерный GLM 30 Professional	1
2	Дальномер лазерный GLM 80 + R 60 Professional	1
3	Дальномер лазерный GLM 100 C Professional	1
4	Дальномер лазерный GLM 250 VF Professional	1
5	Детектор GMS 120 Professional	1
6	Держатель универсальный BM 1 Professional	1
7	Камера инспекционная GOS 10,8 V-LI Professional	1
8	Курвиметр GWM 32 Professional	1
9	Нивелир лазерный для проверки ровности полов GSL 2 Professional	1
10	Нивелир лазерный для укладки керамической плитки GTL 3 Professional	1
11	Нивелир лазерный комбинированный GCL 25 Professional	1
12	Нивелир лазерный линейный GLL 2-15 Professional	1
13	Нивелир лазерный линейный GLL 2-50 Professional	1
14	Нивелир лазерный линейный GLL 3-50 Professional	1
15	Нивелир лазерный линейный GLL 3-80 P Professional	1
16	Нивелир лазерный ротационный GRL 300 HV Professional	1
17	Нивелир лазерный ротационный GRL 500 HV + LR 50 Professional	1
18	Нивелир лазерный точечный GPL 3 Professional	1
19	Нивелир оптический GOL 20 D Professional	1
20	Теодолит электронный CST/berger DGT10	1
21	Угломер GAM 220 MF Professional	1
22	Уклономер GIM 60 L Professional	1
23	Штатив строительный BS 150 Professional	1
<i>Примечание – Обучение группы 15 человек</i>		

Образовательные учреждения профессионального образования, ведущие подготовку по профессиям ФГОС СПО: **270802.06** Кровельщик, **270802.07** Мастер столярно-плотничных и паркетных работ, **270802.09** Мастер общестроительных работ, **270802.10** Мастер отделочных строительных работ, **270802.13** Мастер жилищно-коммунального хозяйства, **270802** Строительство и эксплуатация зданий и сооружений, **270831** Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и аэродромов, – могут использовать рекомендации по оснащению учебных мастерских измерительными инструментами, средствами индивидуальной защиты и учебно-наглядными пособиями.

2 ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 Общие сведения

Измерение определяется как определение физических характеристик объекта (измеряемый объект) путем практического сравнения с известными размерами (измеренная величина).

Методы измерения подразделяются на:

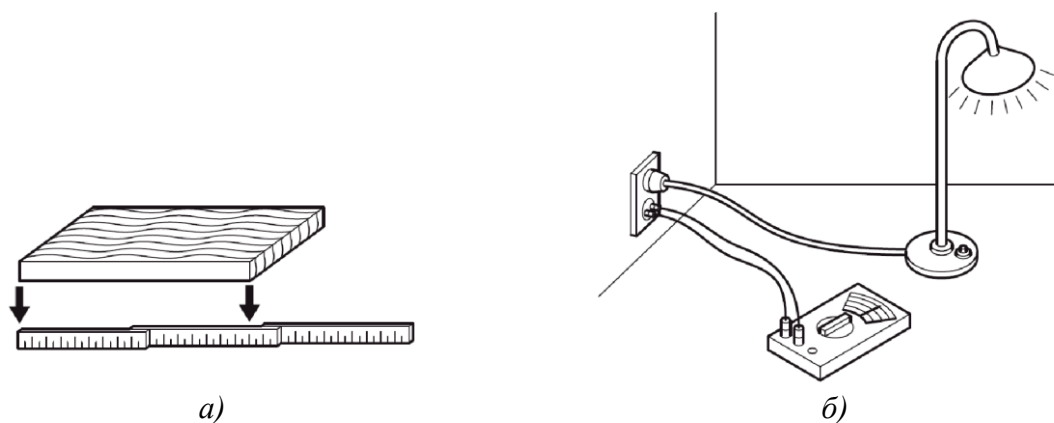
- *прямые методы измерения;*
- *косвенные методы измерения.*

В рамках этих *основных методов* измерения применяются различные *методики измерения*:

- *аналоговое измерение;*
- *цифровое измерение;*
- *единичное измерение;*
- *непрерывное измерение.*

При *прямом методе измерения* (рис. 2.1а) измеренное значение регистрируется напрямую, например, путем прикладывания измерительной линейки к измеряемому объекту.

Косвенное измерение (рис. 2.1б) подразумевает, что необходимая измеренная величина преобразуется в другую физическую величину, чтобы сделать его видимым. Например, электрическая величина преобразуется измерительным прибором в механическую величину (отклонение указателя).



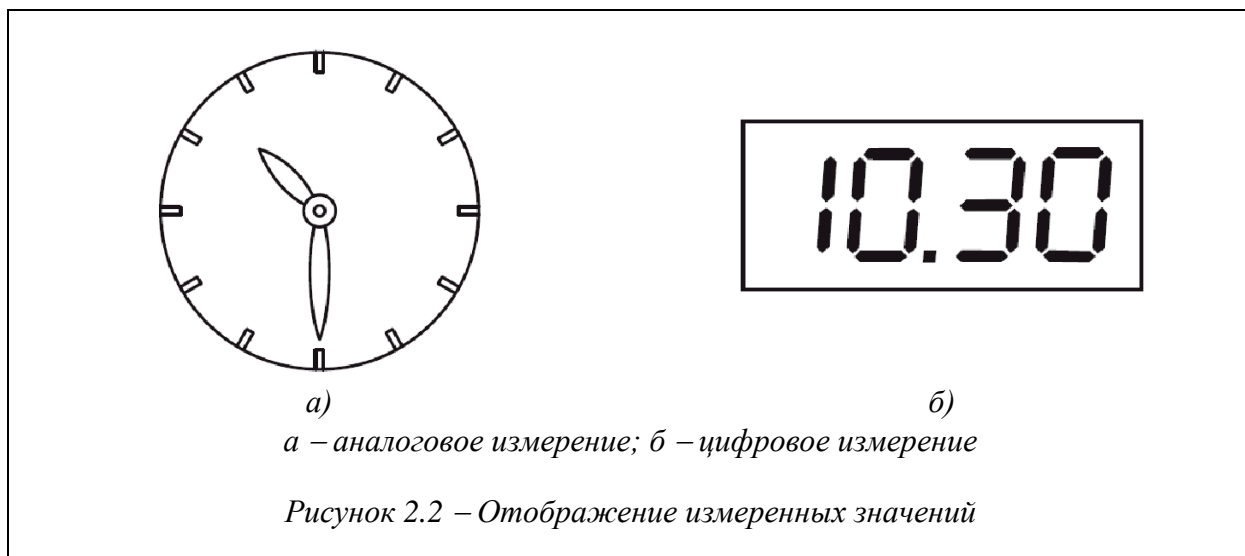
а)
а – прямое измерение; б – косвенное измерение

Рисунок 2.1 – Методы измерения

Аналоговое измерение (рис. 2.2а) – это метод измерения, во время которого измеренная величина регистрируется и непрерывно отображается. Измеренное значение отображается как часть общего диапазона измерения.

Типичные примеры: измерительный прибор с указателем, циферблат со стрелками.

Цифровое измерение (рис. 2.2б) – это метод измерения, во время которого аналоговые сигналы преобразуются в цифровые сигналы, прежде чем они будут дополнительно обработаны измерительным прибором. Или же цифровой сигнал, например, импульс, обрабатывается напрямую. Для отображения результатов используется сам цифровой инструмент или дисплей.



Единичное измерение (рис. 2.3а). В случае измерения отдельного значения измеренное значение, например, расстояние между двумя фиксированными точками, измеряется и отображается только один раз.

Непрерывное измерение (рис. 2.3б) подразумевает, что изменяющаяся величина, например, скорость вращения двигателя или изменение расстояния между двумя точками, измеряется и отображается непрерывно.

В промышленном производстве преимущественно используются механические или электронные измерительные приборы.

Распространены следующие *механические* измерительные приборы для измерений:

- *складные метры, мерные рейки, измерительные ленты* для линейного измерения (длины или расстояния);
- *уровни с воздушным пузырьком* для определения отклонения от горизонтального и вертикального положения;
- *угломеры* для измерения угловых градусов;
- *гидростатические уровни* для определения различий в уровне и выравнивания компонентов.

В области использования электроинструментов измерительная техника с традиционным механическим и ручным управлением в возрастающей сте-

а)
а – единичное измерение; б – непрерывное измерение

Рисунок 2.3 – Частота измерения

- измерение длины;
- измерение уклона;
- измерение угла;
- локация;
- нивелирование;
- определение электрических величин.

Линейные измерения (измерения длины или расстояния) (см. рис.2.4) являются основанием для всех прочих процессов измерения, так как они не только используются для вычисления длины объекта и расстояния между объектами, но также и для вычисления их площади поверхности и объёма.

- методы сравнения с известными величинами (на складных метрах, измерительных лентах, электромеханических рулетках);

- геометрически-оптические методы (триангуляция, угловые измерения) (рис. 2.5);
- методы измерения времени распространения сигнала (ультразвук, свет/лазер, электромагнитная волна СВЧ-диапазона/радар).

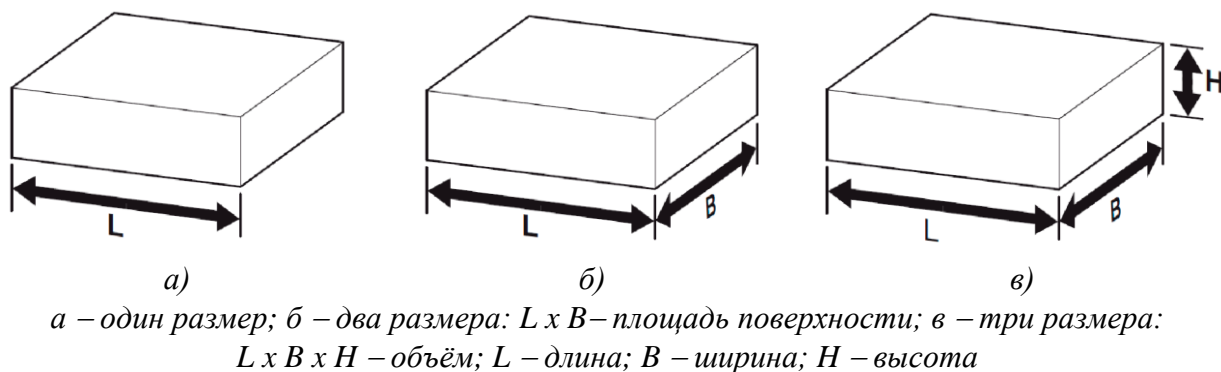


Рисунок 2.4 – Линейные измерения

Складные метры и измерительные ленты необходимо прикладывать к измеряемому объекту.

Технология измерения углов (триангуляция) – это очень сложная технология и она обеспечивает только ограниченный диапазон измерений.

Методы измерения времени распространения сигнала универсально применимы. Возможно бесконтактное измерение. Распространены акустические и оптические методы измерения времени распространения сигнала; в случае оптических методов измерения можно сделать измерительную точку видимой.

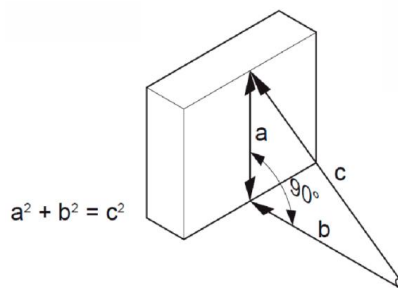


Рисунок 2.5 – Методы измерения. Триангуляция

2.2 Измерение длины (расстояния)

Измерение длины (или расстояния) является наиболее часто проводимым измерением и проводится практически во всех сферах производства. Чаще всего длина измеряется с помощью чисто механических измерительных инструментов (рулетка, дюймовая линейка, мерная рейка). Однако для этой цели стали все в большей степени использоваться *электронные приборы* для измерения длины (*электронные дальномеры*), *преимуществами* которых с полным основанием являются в первую очередь *простота процесса измерения*, полная индикация результата измерения и возможность дальнейшего использования измеренных значений.

На практике для измерения длины применяются в основном четыре метода:

- *электромеханический*;
- *акустический*;
- *оптический*;
- *СВЧ-метод*.

Каждый метод обладает свойствами, обусловленными принципом действия, которые делают этот метод более или менее подходящим для определенной цели применения. Знание этих свойств является решающим для проведения оптимального процесса измерения. Необходимый диапазон действия и точность приборов для измерения длины уже предполагают технические затраты и соответственно содержатся в стоимости.

2.2.1 Электромеханический метод измерения

Электромеханические методы измерения используются для вывода данных, полученных *механическим путем с помощью рулетки*, на дисплей в абсолютных величинах. Путем преобразования механического сигнала длины в электрический сигнал при небольших затратах на электронику можно сохранить результаты измерения или произвести простые расчеты (сложение, пересчет с метров на футы). Все это является явным преимуществом данного метода по сравнению с чисто механическим. Наряду с электронной индикацией результатов измерения возможно только механическое измерение, что удобно при наличии проблем с батарейками.

Метод: электромеханические приборы для измерения длины обычно работают по принципу дискретного сбора результатов измерения. «Дискретный» означает, что результат измерения регистрируется по отдельным «ступеням» или частями. Суммирование коэффициентов нарастания дает в итоге абсолютное значение измерения (например, размер 1 см состоит из 10 коэффициентов нарастания по 1 мм).

Функционирование: *механическая рулетка* снабжена высокоточными перфорацией или зубьями. При вытягивании или втягивании рулетки

с помощью отверстий или зубьев формируются импульсы, которые в виде коэффициентов нарастания длины вводятся в электронный счетный механизм. При условии наличия точной конструкции рулетки и измерительного устройства достигается высокая точность воспроизводимости. Типичные значения точности находятся в диапазоне около ± 1 мм для диапазона измерения 5 м.

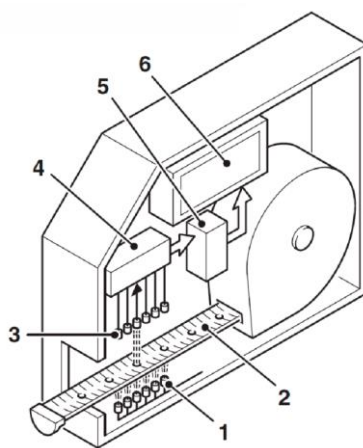
Границы устойчивой работы: механическая трудоемкость метода ограничивает диапазон измерения 5 метрами. Лишь в особых случаях используются диапазоны свыше 5 метров.

Область применения: на участках, где ранее измерения проводились с помощью обычных рулеток и дюймовых линеек.

Электромеханические рулетки (цифровые измерительные ленты)

Особенности работы цифровой измерительной ленты (рис.2.6). При вытягивании металлической измерительной ленты, по мере того, как она выходит из корпуса, длина вытянутой части ленты измеряется электронным механизмом отсчета и отображается на дисплее.

Длина вытянутой части ленты может быть измерена как с переднего, так и с заднего края корпуса измерительной ленты. Это важно для измерения внутренних размеров, например, внутренней части рам.



1 – СИД*-источники света; 2 – рулетка с отверстиями (измерительная лента с просечками); 3 – фотоэлементы; 4 – счетный механизм; 5 – запоминающее устройство; 6 – дисплей

Рисунок 2.6 – Электромеханическое измерение длины (принцип действия)

* СИД – светоизлучающий диод

Преимущество цифровой рулетки по сравнению со стандартной рулеткой: цифровая рулетка обеспечивает дополнительную обработку (сложение, вычитание) измеренных значений при помощи интегрированного калькулятора.

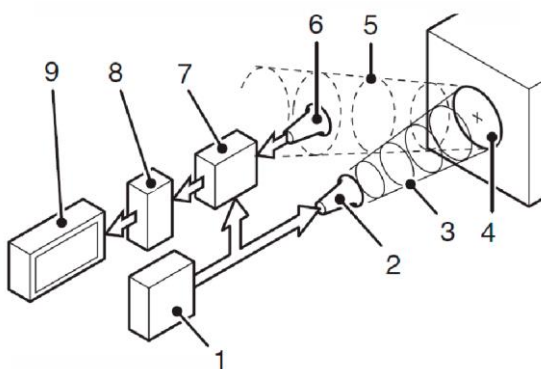
Измерительные ленты очень удобны для выполнения измерений вокруг углов. Только измерительные ленты позволяют легко измерять окружности колонн или цилиндров.

2.2.2 Акустический (ультразвуковой) метод измерения

Акустические методы позволяют проводить *бесконтактное измерение длины на больших расстояниях*. Для измерительного устройства подбирается *электронный анализатор*, который преобразует измеряемые сигналы и выводит на дисплей определенные значения длины в абсолютных величинах. При небольших затратах на электронику появляется возможность сохранения результатов измерения или проведения простейших вычислительных операций (сложение, пересчет с метров на футы).

Акустические методы измерения – это всегда методы с использованием только электроники, для проведения которых необходим источник энергии (батарея).

Метод: акустическое измерение длины осуществляется путем *посылки и приема отраженного звукового сигнала* (рис. 2.7). Период времени между посылкой и приемом пропорционален длине, подлежащей измерению. Временной сигнал с помощью электронного измерительного механизма преобразуется в соответствующие показания длины.



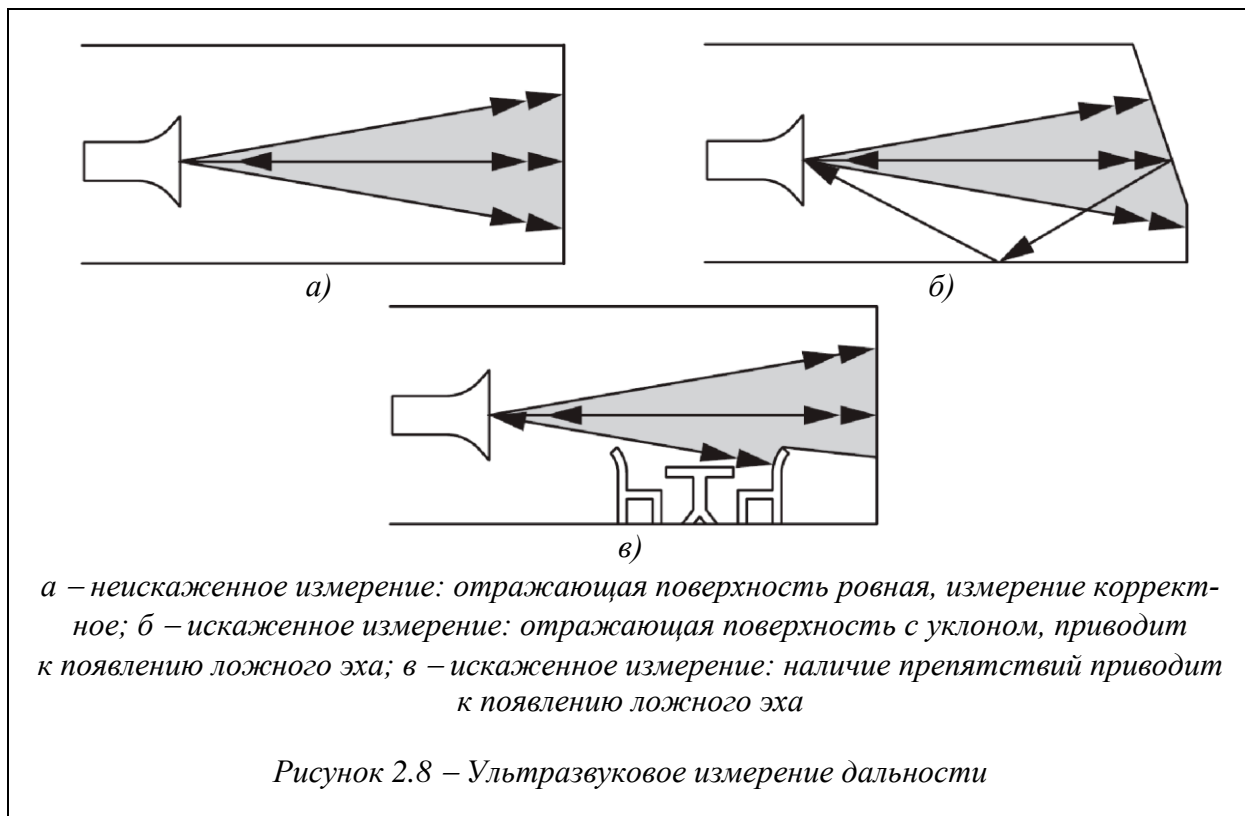
1 – генератор; 2 – ультразвуковой излучатель; 3 – посылаемые звуковые импульсы; 4 – объект измерения; 5 – отраженные звуковые импульсы (эхо); 6 – ультразвуковой приемник; 7 – сравнение времени прохождения импульса; 8 – запоминающее устройство; 9 – дисплей

Рисунок 2.7 – Ультразвуковое измерение расстояния (принципиальная схема)

Функционирование: процесс измерения запускается акустическим импульсом (звуковой импульс), который испускается пьезоэлектрическим вибратором (небольшой пьезокристаллический «громкоговоритель»). Частота этого «акустического излучателя» находится в диапазоне около 40 кГц,

неслышном для человеческого уха. Звуковые частоты такого уровня можно относительно легко направлять; они распространяются в виде лепестка с углом раскрытия около 10° .

Отражаемое от измеряемого объекта акустическое «эхо» улавливается «приемником» (микрофон), соединенным с излучателем механическим способом, и затем регистрируются. Измерительный механизм измеряет время прохождения сигнала от посылки до приема с учетом двойного расстояния, положенного в основу метода измерения (прямой и обратный путь сигнала), и выводит значение измеренного расстояния в метрах или футах на дисплей.



Границы устойчивой работы: метод измерения подчиняется физическим законам акустики. Он подходит, прежде всего, для измерения расстояний для неискаженной окружающей среды примерно максимум до 20 м. По причине короткого времени прохождения сигнала минимальное измеряемое расстояние ограничено и возможно примерно лишь от 0,5 м. На «искаженном» участке измерения, например, при наличии колонн, подвесных светильников, может появляться дополнительное эхо, которое искажает результат измерения (рис. 2.8). Аналогичным образом измерения с уклоном на акустически «жестких» поверхностях могут привести к отражению звука (эффект пинг-понга) и соответственно к получению ошибочных результатов измерения. Если измеряемая поверхность поглощает звук (например, натянутая ткань), то максимальное измеряемое расстояние может резко уменьшиться. В оптимальных условиях точность измерения составляет примерно $\pm 0,5\%$.

Область применения: не требующий больших затрат метод грубого измерения и получения результатов обмера в пустых, немеблированных помещениях, в зданиях без отделки.

Ультразвуковые дальномеры преимущественно подходят для работы в помещениях, способны производить замеры как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскости, могут при помощи встроенного калькулятора рассчитывать объемы и площади.

2.2.3 Оптический метод измерения (лазер)

Оптические методы позволяют проводить бесконтактное измерение длины на более длинных расстояниях. Для измерительного устройства подбирается электронный анализатор, который преобразует измеряемые сигналы и выводит на дисплей определенные значения длины в абсолютных величинах. При небольших затратах появляется возможность сохранения результатов измерения или проведения простейших вычислительных операций (сложение, пересчет с метров на футы).

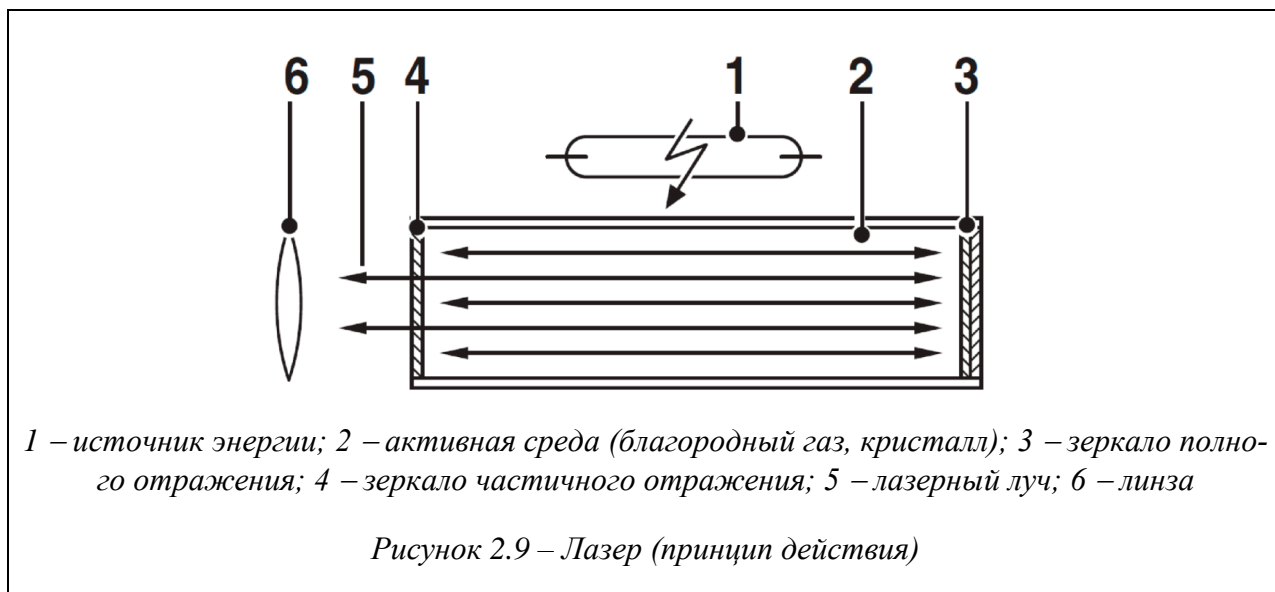
Оптические методы измерения – это всегда методы с использованием только электроники, для проведения которых необходим *источник энергии (батарея)*.

Источником оптического когерентного излучения, характеризующегося высокой направленностью и большой плотностью энергии является **лазер** (оптический квантовый генератор) (аббревиатура слов английской фразы: *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* – усиление света в результате вынужденного излучения). Существуют газовые лазеры, жидкостные и твердотельные (на диэлектрических кристаллах, стеклах, полупроводниках). В лазере (см. рис. 2.9) происходит преобразование различных видов энергии в энергию лазерного излучения. Главный элемент лазера – *активная среда*, для образования которой используют: воздействие света, электрический разряд в газах, химические реакции, бомбардировку электронным пучком и другие методы «накачки». Активная среда расположена между зеркалами, образующими *оптический резонатор*.

Вещества, используемые для создания активных сред в лазерах, называются *лазерными материалами*. Применяют диэлектрические монокристаллы и стекла с активными примесями (например, ионами Cr, Nd), некоторые полупроводниковые материалы, газы (например, Ar, N₂, CO₂) и их смеси (например, смесь Ne с He), растворы органических красителей, пары металлов и др.

Активная среда – вещество, в котором распределение частиц (атомов, ионов, молекул) по энергетическим состояниям не является равновесным, а хотя бы для одной пары уровней энергии существует инверсия населенностей.

Оптический резонатор – система зеркал, в которой могут возбуждаться электромагнитные волны оптического диапазона. Оптический резонатор обеспечивает положительную обратную связь в лазерах. Простейший оптический резонатор – система двух плоских параллельных зеркал (резонатор Фабри – Перо). Известны двухзеркальный оптический резонатор со сферическими зеркалами и кольцевые оптические резонаторы.



Лазерные лучи имеют по сравнению с обычным лучом света то преимущество, что они рассеиваются лишь в очень небольшой степени и имеют по этой причине высокую яркость. *Лазерные лучи* генерируются за счет приложения энергии к определенным кристаллам (в таком случае говорят о твердотельных или полупроводниковых *лазерах* – *лазерных диодах*) или газам (гелий-неоновый лазер, CO_2 -лазер). В зависимости от конструкции лазера луч может быть видимым (обычно красным) или невидимым. Из-за высокой плотности энергии не допускается смотреть непосредственно в сторону лазерного луча. *Лазеры* классифицируются по различным классам лазерного излучения. В измерительных приборах обычно используются лазеры классов 2 и 3R, не требующие принятия специальных мер защиты.

Метод: оптическое измерение длины (расстояния) в лазерных дальномерах Bosch основано на фазовом методе, при котором происходит сравнение фаз отправленного и отражённого сигналов. Фазовые дальномеры обладают более высокой точностью измерения по сравнению с импульсными дальномерами. Также фазовые дальномеры дешевле в производстве. Именно фазовые дальномеры получили широкое распространение в быту.

При *фазовом методе* определения дальности лазерное излучение модулируется по синусоидальному закону с помощью модулятора (электрооптического кристалла, изменяющего свои параметры под воздействием электрического сигнала). Обычно используют синусоидальный сигнал с частотой 10-150 МГц (измерительная частота). Частота может автоматически изме-

няться в соответствии с измеряемым расстоянием. Лазерный луч оптически относительно хорошо соединяется в лазерный пучок и формирует на расстоянии около 30 м точку для измерения диаметром примерно 15 мм.

Отраженное от объекта излучение попадает в приемную оптику и фотоприемник, где выделяется модулирующий сигнал. В зависимости от дальности до объекта изменяется фаза отраженного сигнала относительно фазы сигнала в модуляторе. *Сдвиг фазы между посылаемым и отраженным сигналом пропорционален расстоянию до объекта измерения.* Сдвиг фазы с помощью электронного измерительного механизма преобразуется в соответствующие показания расстояния.

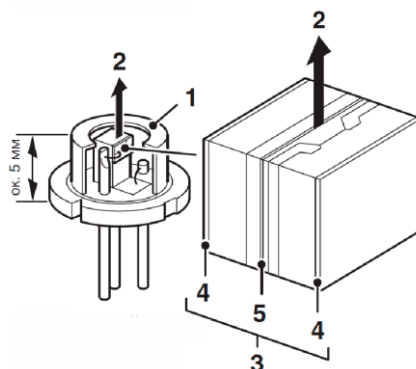
Используемый для измерения световой луч должен быть сфокусирован под максимально возможным острым углом во избежание воздействия возможных препятствий. По этой причине для оптического измерения длины используется *лазерный луч*. В качестве приемника выступает светочувствительный элемент.

Принцип действия лазера: лазеры формируют узкий световой пучок в видимом или невидимом диапазоне. Луч света может формироваться твердым телом (кристалл, полупроводник) или газом (газовый лазер). Понятие «лазер» является искусственно образованным словом и означает «усиление света с помощью вынужденного излучения». В принципе лазеры состоят из рабочего вещества, которое усиливает проходящий через него свет с помощью внешней подачи энергии. Очень упрощенно схема действия твердотельного лазера работает следующим образом: на соответствующий кристалл (рубин, алюмоиттриевый кристалл) с плоскопараллельными шлифованными поверхностями от лампы-вспышки или нескольких специальных светодиодов подается энергия в виде луча света. При этом лазер активируется для посылки света в диапазоне длин волн (цвет), характерных для лазерной среды. Система зеркал, расположенных на торцах кристалла, с частичным или полным отражением, дополнительно усиливает луч света, сформированный лазером, путем прямого и обратного отражения. Количество света, исходящее от поверхности зеркала с частичным отражением, и будет представлять собой используемый лазерный луч.

Формирование лазерного луча в измерительной технике осуществляется с помощью так называемых *твердотельных лазеров*. Такие лазеры, называемые также *лазерными диодами* (см. рис. 2.10), представляют собой небольшие, компактные элементы объемом обычно менее 1 см³. Испускаемый лазерным диодом лазерный луч фокусируется с помощью систем оптических линз. Путем управления источником энергии можно задавать импульсы лазерного луча (модулировать).

Лазерный луч сконцентрирован на небольшом диаметре, и вследствие этого плотность энергии может быть довольно значительной. С помощью лазеров с высокой энергией излучения можно осуществлять сварку и резку металлов при условии соблюдения соответствующих правил техники безопасности. Для целей измерения используют лазеры класса 2. В этом случае мощность ограничена значением 1 мВт и классифицируется как

безопасная. Однако, несмотря на это, луч лазера не должен попадать в глаза человека, даже при его отражении.



1 – корпус; 2 – лазерный луч; 3 – лазерный диод; 4 – электроды; 5 – активный лазерный кристалл (многослойная структура лазерного кристалла)

Рисунок 2.10 – Лазерный диод

В зависимости от длины волны испускаемого лазерного луча последний (в видимом диапазоне) имеет определенную окраску, которая определяет восприятие. Глаз человека в диапазоне длины волны около 550 нм (нанометров) является наиболее чувствительным. Это восприятие зеленого/желтого цветов. Максимум чувствительности фотоэлементов (фотодиоды и фототранзисторы), используемых в измерительных инструментах, находится в диапазоне около 800 нм, другими словами, в невидимом для человеческого глаза инфракрасном диапазоне.

В качестве компромиссного решения для измерительных и переносных инструментов в качестве цвета лазерного луча был выбран красный цвет с длиной волны 635 нм. Этот цвет хорошо воспринимается как глазом человека, так и имеющимися фотоэлементами (см. рис. 2.11).

Функционирование: процесс измерения запускается световым импульсом, который генерируется полупроводниковым лазером (лазерный диодом).

Свет лазера, отраженный от измеряемого объекта, улавливается «приемником» (оптические собирающие линзы и фотоэлемент), соединенным механическим путем с «лазерным излучателем» и регистрируется. В начале процесса измерения с помощью светового пятна, формируемого лазерным лучом, можно точно определить положение точки измерения. При запуске собственно процесса измерения лазерный луч вначале проходит участок измерения, находящийся внутри оптической системы, постоянная длина которого точно известна. После этого эталонного измерения («эталонный участок») автоматически осуществляется само измерение.

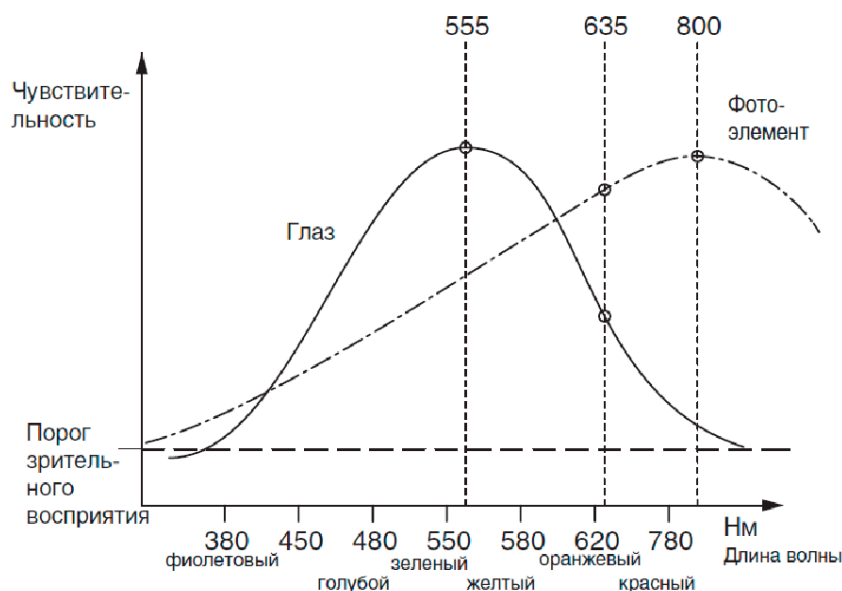


Рисунок 2.11 – Восприятие и чувствительность *

* Наиболее чувствительным глаз человека является при длине волны 555 Нм. Фотоэлементы обладают наибольшей чувствительностью к длине волны 800 Нм. Длина волны лазерного луча составляет 635 Нм и представляет собой оптимальное соотношение для человеческого глаза и фотоэлемента.

Границы устойчивой работы: для оптического метода измерения расстояния необходимо учитывать физические особенности лазерных лучей.

На процесс измерения могут оказывать влияние пыль, туман, дым, дождь (при наружных работах), а также интенсивный солнечный свет, падающий как на сам лазерный дальномер, так и на объект. Все эти факторы могут поглощать или частично отражать измерительный луч, из-за чего результаты измерений будут неточными.

Высокая отражающая способность контрольных объектов, например, металлических, стеклянных или зеркальных поверхностей, может привести к получению неточных результатов, особенно при замерах на незначительном расстоянии. Поверхности с большой отражающей способностью могут привести к «экранированию» приемника света лазера и, соответственно, к получению ошибочных результатов измерения. В таких случаях следует уменьшить отражение, например, путем наложения бумаги. Если поверхность, на которой проводится измерение, поглощает свет (например, натянутая черная ткань), то максимальное измеряемое расстояние может резко уменьшиться. При работе с матовыми или структурированными поверхностями с низкой степенью отражения или при измерении на значительном расстоянии необходимо использовать специальные отражающие пластины для усиления отраженного луча.

Измерение через поверхность воды, например, измерение глубины резервуара проводить нельзя, так как из-за частичных отражений от поверх-

ности воды результаты измерений будут неточными: сама вода может поглощать измерительный луч.

Лазерные дальномеры обычно применяются для измерения расстояний от пользователя до определенного объекта. Их удобно использовать в труднодоступных местах, где обычные замеры рулеткой вызывают затруднения. Такие дальномеры способны определять расстояние до любого видимого объекта на местности, в зависимости от технических характеристик измерительного прибора.

По причине короткого времени прохождения минимальное измеряемое расстояние ограничено и возможно примерно лишь от 0,3 м. В оптимальных условиях точность измерения составляет примерно $\pm 3\%$.

2.2.4 СВЧ-метод измерения (радар)

Как и оптический, *СВЧ-метод* измерения позволяет проводить бесконтактное *измерение длины на больших расстояниях*. При данном методе вместо лазерного луча используются *сверхвысокие частоты*. Формирование и излучение сверхвысоких частот требует довольно большого количества электроники, что увеличивает затраты на оборудование.

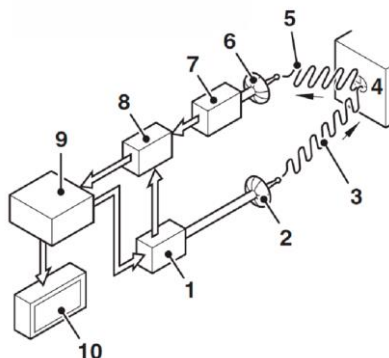
Метод: *измерение длины с помощью сверхвысоких частот осуществляется путем посылки и приема сигнала высокой частоты (сверхвысокие частоты) (рис. 2.12)*. Различают *импульсные* и *фазовые* (интерференционные) радиодальномеры. Принцип действия импульсного дальномера основан на измерении времени распространения коротких радиоимпульсов от радиодальномера до объекта и обратно. *Период времени между посылкой и приемом пропорционален длине, подлежащей измерению*. Временной сигнал с помощью электронного измерительного механизма преобразуется в соответствующие показания длины. Используемый для измерения СВЧ-луч должен быть как можно более узким во избежание воздействия возможных препятствий.

Принцип действия фазовых дальномеров основан на методе сравнения фаз отправленного и отраженного сигналов. *Сдвиг фазы между посылаемым и отраженным сигналом пропорционален длине, подлежащей измерению*. Сдвиг фазы с помощью электронного измерительного механизма преобразуется в соответствующие показания длины. Применяются фазовые дальномеры в радионавигационных, геодезических и других устройствах.

Функционирование: процесс измерения запускается высокочастотным импульсом, который генерируется высокочастотным излучателем (радиолокационный диод, диод Ганна) и излучается соответствующей антенной.

Отражающиеся от измеряемого объекта сигналы сверхвысокой частоты собираются в антенне (чаще всего это передающая антенна с переключением) и подаются на приемник. Процессор управляет процессом измерения и измеряет время прохождения высокочастотного импульса в период от посылки до приема с учетом двойного расстояния, положенного в основу

метода измерения (прямой и обратный путь сигнала), и *выводит значение измеренного расстояния в метрах или футах на дисплей.*



1 – излучатель; 2 – передающая антенна; 3 – передаваемый сигнал; 4 – объект измерения; 5 – отражение (эхо); 6 – приемная антенна; 7 – приемник; 8 – сравнение времени прохождения; 9 – процессор; 10 – дисплей

Рисунок 2.12 – Измерение дальности с помощью сверхвысоких частот (принципиальная схема)

Границы устойчивой работы: метод измерения подчиняется физическим законам распространения волн. Он подходит, прежде всего, для измерения расстояний в неискаженной окружающей среде. На «искаженном» участке измерения, например, при наличии колонн, подвесных светильников, как и при ультразвуковом измерении дальности, может появляться дополнительное эхо, которое искажает результат измерения. Аналогичным образом измерения с уклоном на «жестких» по электромагнитным характеристикам поверхностях могут привести к отражению (эффект пинг-понга) и, соответственно, к получению ошибочных результатов измерения. Если измеряемая поверхность пассивна по электромагнитным характеристикам, то максимальное измеряемое расстояние может резко уменьшиться. Вследствие наличия вышеописанных условий и относительно высокой стоимости точных, предназначенных для целей измерения СВЧ-дальномеров, данный метод измерения не нашел общего широкого применения на практике. Однако в диапазоне измерения больших расстояний СВЧ-техника (радары) является неотъемлемой составной частью современных навигационных технологий в сфере судоходства и авиации.

2.3 Логический способ правильного выбора электронного измерительного прибора

Электронные измерительные приборы используются для контроля и измерения следующих величин:

- *длины;*
- *уровня;*
- *угла,*
- *нивелирования;*
- *обнаружения скрытых объектов.*

Для этих целей используются специализированные электронные приборы, основанные на высокоточных контрольно-измерительных методах. Простота обслуживания и высокая точность таких устройств обеспечивают более высокую эффективность и экономичность их использования по сравнению с обычными ручными измерительными приборами.

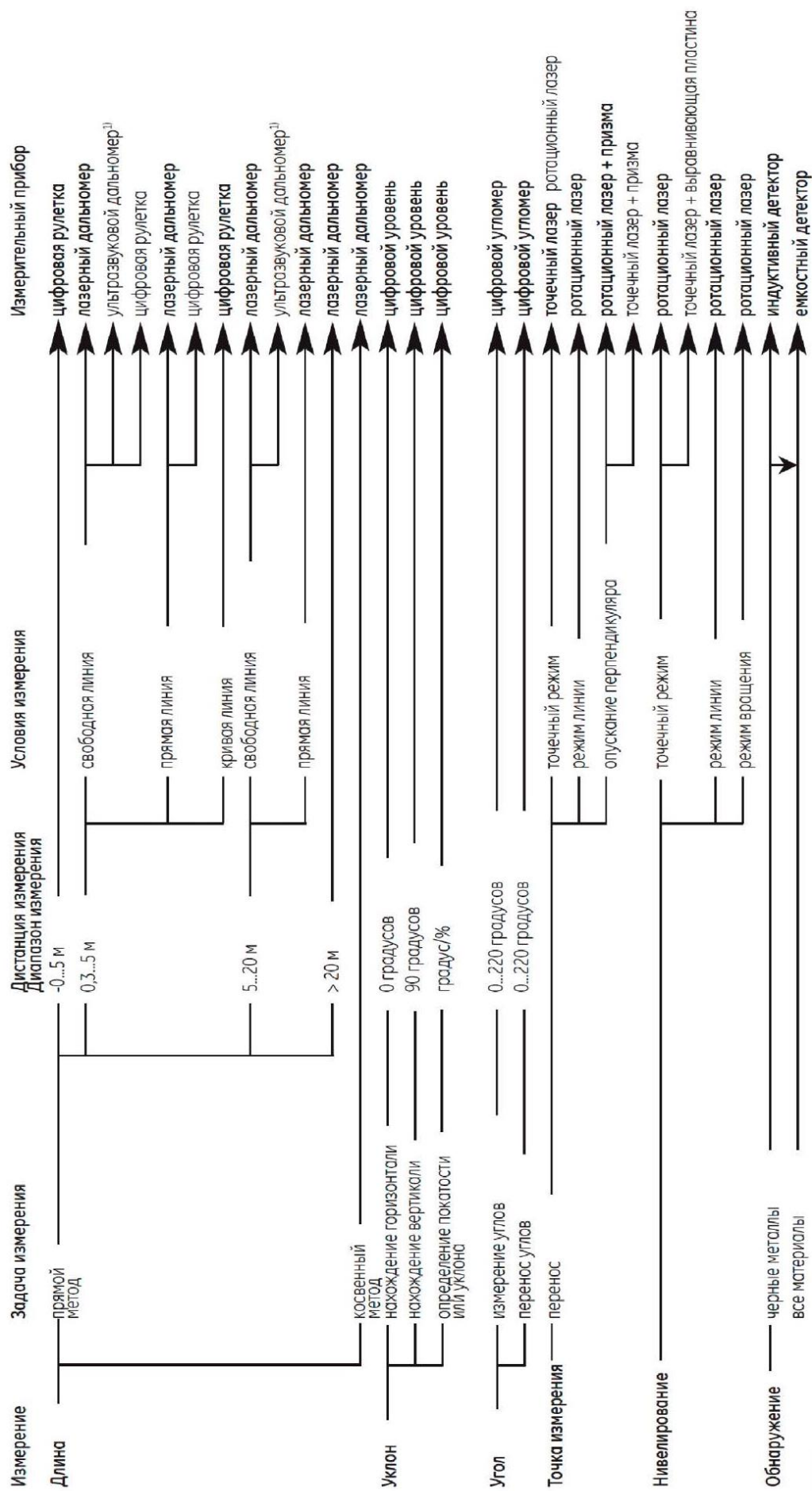
Широко распространены следующие электронные измерительные приборы:

- *дальномеры* для линейного измерения (площади поверхностей и объемы вычисляются определенными типами измерительных приборов путем электронной обработки данных);
- *цифровые уровни* для определения отклонения от горизонтального и вертикального положения;
- *угломеры* для измерения угловых градусов;
- *детекторы* для определения местонахождения металлических предметов в строительных материалах;
- *лазерные нивелиры* для определения и отметки различий в уровне и выравнивания компонентов.

Электронные измерительные приборы более выгодны для пользователей, потому что:

- большинство измерений может быть проведено одним лицом;
- процесс измерения выполняется быстрее;
- цифровые дисплеи предотвращают погрешности отсчёта;
- сложные или опасные компоненты можно измерять без необходимости контактировать с ними;
- измеренные значения могут быть дополнительно обработаны (например, измеренные расстояния могут быть преобразованы в площади поверхности или объемы);
- экономится так много времени, что первоначальная стоимость амортизируется (окупается) в течение короткого периода использования.

Логический способ правильного выбора электронного измерительного прибора



3 ДАЛЬНОМЕРЫ

3.1 Общие сведения

Одним из наиболее востребованных сегментов измерительной техники сегодня являются *лазерные дальномеры*.

Использование лазерных дальномеров существенно сокращает трудозатраты при строительстве и ремонте помещений, позволяет повысить качество работ и снизить расход материалов.

Лазерные дальномеры, называемые иногда *лазерными рулетками*, предназначены для *точного определения расстояния* между наблюдателем и конкретным объектом. Дальномеры Bosch в зависимости от модели могут производить измерения расстояний в диапазоне от 0,05 до 250 м.

На практике максимальная дальность обеспечивается при благоприятных условиях измерений, а именно:

- *измерение происходит перпендикулярно к поверхности;*
- *поверхность сравнительно гладкая и светлая, то есть обладает хорошей отражающей способностью;*
- *измерения проводятся при неярком освещении.*

В лазерных дальномерах Bosch используются лазерные диоды с длиной волны 635 нм красного цвета. Выбор таких диодов обусловлен их *хорошей видимостью для человеческого глаза, стабильностью параметров диодов, их распространенностью и доступностью.*

Лазерный луч всегда распространяется строго по прямой. Поэтому, между источником и видимой точкой всегда будет прямая линия.



Длина волны - 635 нм (красный)

Применяемые лазеры относятся ко второму классу опасности. Несмотря на то, что использование лазеров этого класса считается в целом безопасным, инструкция по эксплуатации дальномером запрещает направлять лазерный луч на людей, животных и себе в глаза.



Класс опасности лазера (класс лазерного излучения) – 2

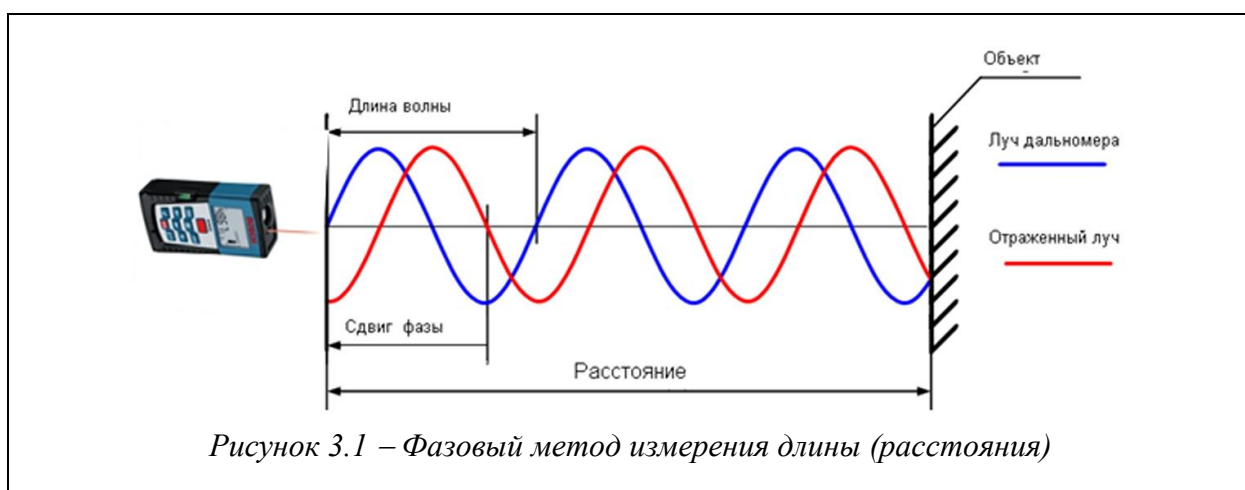
Внимание! Запрещается направлять луч лазера на людей или животных и самому смотреть на прямой или отражаемый луч лазера, в том числе и с большого расстояния. Этот луч может слепить людей, стать причиной несчастного случая или повредить глаза.

3.2 Модуль 1 «Дальномеры»

Учебный материал 1

Дальномер с использованием лазерного луча работает следующим образом (рис. 3.1):

- сначала осуществляется наведение *лазерного луча* на объект (целевую точку);
- после начала процесса измерения в направлении объекта посылается лазерный импульс;
- этот импульс отражается от целевой точки объекта и принимается приемником (фотоэлементом) лазерных дальномеров.



В лазерных дальномерах Bosch применяется *фазовый метод измерения длины*, обеспечивающий высокую точность измерения. Принцип действия фазовых лазерных дальномеров основан на методе сравнения фаз отправленного и отражённого сигналов. *Сдвиг фазы между посылаемым и отражённым сигналом пропорционален длине, подлежащей измерению.* Сдвиг фазы с помощью электронного измерительного механизма преобразуется в соответствующие показания длины.

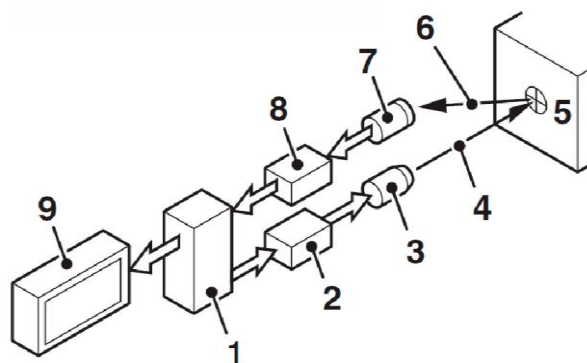
Поскольку *скорость распространения лазерного луча постоянна и запрограммирована в процессор* лазерного дальномера, по сдвигу фазы между посылаемым и отраженным лучом может быть с высокой точностью вычислено расстояние до объекта.

На практике используется не одиночный импульс, а *последовательность импульсов*, позволяющая *определить усредненное значение расстояния*, которое отображается в цифровой форме на жидкокристаллическом дисплее.

Необходимыми условиями проведения измерений являются отражение объектом луча и прямая видимость объекта с места нахождения дальномера.

Во время выполнения измерений внутри помещения необходимо учитывать, чтобы *пространство между измерительным прибором и измеряемым объектом* было свободным от каких-либо препятствий.

Дальномер (рис. 3.2) состоит из лазера 3, приёмника 7, системы электронного управления с процессором 1 для обработки передаваемых и получаемых сигналов и электронного блока управления и индикации 9. Лазер, приёмник и система оптических линз расположены на механической опорной раме вместе с автоматическим калибровочным устройством. Модульная конструкция дальномера обеспечивает повышенную механическую прочность и оптическую стабильность, что гарантирует высокую точность измерений. Оптическая система фокусирует лазерный луч таким образом, чтобы на заданном расстоянии сформировалась отчетливая световая точка. В приёмнике расположена *оптическая фокусирующая линза* для передачи отражаемого от точки замера светового луча на фототранзистор. После этого электронная система обрабатывает и анализирует измерительный сигнал.



1 – процессор; 2 – модулятор; 3 – лазер; 4 – лазерный луч; 5 – объект измерения;
6 – отраженный луч (эхо); 7 – приёмник; 8 – схема формирования сдвига фазы;
9 – блок управления и индикации

Рисунок 3.2 – Измерение дальности с помощью лазера (принцип действия)

Корпус лазерных дальномеров выполнен из прочных и легких материалов, обеспечивающих надежную защиту от падений, ударов, проникновению пыли и влаги. Удобное управление и понятный интерфейс облегчают работу с инструментом.

Для повышения точности измерений лазерные дальномеры необходимо устанавливать на штатив. Нулевой точкой отсчёта при измерениях может служить как задняя кромка (рис. 3.3а), передняя кромка (рис. 3.3в), так и центр штативного крепления (рис. 3.3г). При проведении измерений из внутреннего угла помещения удобно принять за ноль отсчёта конец выдвижного штифта (рис. 3.3б).

Варианты исходных плоскостей отсчета лазерных дальномеров приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Исходные плоскости отсчёта лазерных дальномеров

№ позиции	Точка отсчета	Особенности
1	Измерение от задней кромки	Необходимо использовать заднюю кромку инструмента в качестве исходной плоскости, если, например, нужно выполнить измерение от стены.
2	Измерение от задней кромки упорного штифта	Если измерение необходимо начинать, например, из угла, высокоточный результат измерения обеспечит задняя кромка упорного штифта. Штифт регулируется под углом 90° и 180°.
3	Измерение от передней кромки	С помощью функции выбора исходной плоскости необходимо выбрать переднюю кромку инструмента, если, например, необходимо измерить длину от кромки стола.
4	Измерение от центра штативного крепления	Для измерения с точностью до миллиметра даже в том случае, если измерять приходится без опорной кромки, необходимо использовать эту функцию при измерении с использованием штатива.

Во всех дальномерах, кроме GLM 30 Professional, реализована возможность выбора плоскости отсчёта измерения.



Для удобства наведения на цель лазерные дальномеры зачастую оснащаются круглым уровнем и контрастным визирным отверстием.

Возможны измерения в горизонтальной и в вертикальной плоскости, при этом помощи второго человека не потребуется.

Лазерные дальномеры могут использоваться для измерений как внутри, так и вне помещений.

В зависимости от конкретной модели лазерные дальномеры оснащены специальными интерфейсами для передачи полученных данных в компьютер (например, GLM 100 C Professional). С помощью соответствующих компьютерных программ пользователь может быстро и эффективно выполнить все необходимые замеры и вычисления.

Современные лазерные дальномеры обладают богатым набором функций: способны *производить измерение длины (расстояний), расчеты площадей, объёмов, периметров и запоминать результаты измерений*. Ряд функций встречается во всех моделях дальномеров. Этот набор считается *основным* (стандартным). *Расширенный набор функций* реализован только в моделях GLM 80/100 C и GLM 150/250 VF Professional. Эти модели занимают верхнюю планку в линейке дальномеров Bosch.

Функции лазерных дальномеров представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Функции лазерных дальномеров

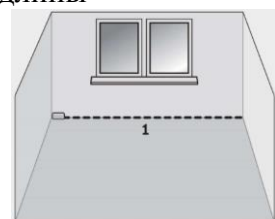

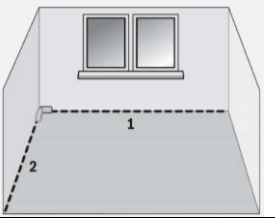

Функция	GLM 30	GLM 50	GLM 80 + R 60	GLM 100 C	GLM 150	GLM 250 VF
1	2	3	4	5	6	7
Основные:						
Простое измерение длины	•	•	•	•	•	•
Измерение площади	—	•	•	•	•	•
Измерение объёма	—	•	•	•	•	•
Измерение площади стен	—	—	•	•	•	•
Продолжительное (непрерывное) измерение	—	•	•	•	•	•
Функция минимума/максимума	—	—	•	•	•	•
Функция сложения/вычитания	—	•	•	•	•	•
Расширенные:						
Простое косвенное измерение высоты (по теореме Пифагора)	—	•	—	—	•	•
Косвенное измерение высоты (по теореме синусов)	—	—	•	•	—	—

Окончание таблицы 3.2

1	2	3	4	5	6	7
Косвенное измерение длины (по теореме косинусов)	—	—	•	•	—	—
Двойное косвенное измерение длины (по теореме Пифагора)	—	—	—	—	•	•
Двойное косвенное измерение высоты	—	—	•	•	—	—
Комбинированное косвенное измерение (по теореме Пифагора)	—	—	—	—	•	•
Функция трапеции	—	—	—	—	•	•
Функция таймера	—	—	•	•	•	•
Функция разметки	—	—	—	—	•	•
Встроенная функция измерения уклонов (углов наклона)	—	—	•	•	—	—
Память + константа	—	—	20+1	50+1	30	30
Выдвижной штифт	—	—	•	•	•	•
Встроенный прицел	—	—	—	—	—	•
• функция реализована; — функция не реализована						

Технология измерений и их особенности приведена в таблице 3.3.

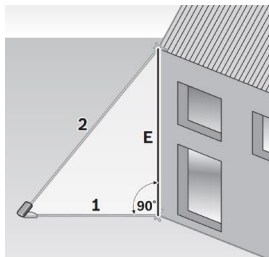

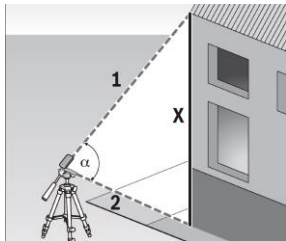
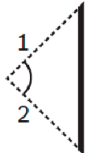
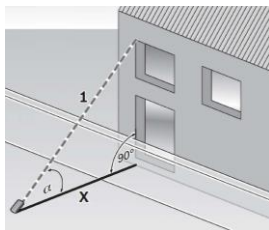

Таблица 3.3 – Технология измерений

№ позиции	Функция	Индикация на дисплее	Особенности
1	2	3	4
1	<p>Простое измерение длины</p> 		<p>Основная функция дальномеров. Никогда не ошибается: измерение расстояний с точностью до миллиметра</p>
2	<p>Измерение площади</p> 		<p>Расчет любой площади в два этапа: для этого необходимо перевести дальномер в соответствующий режим и произвести два последовательных измерения (например, измерить длину и ширину пола в помещении)</p>

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3	4
3	Измерение объёма 		Определение объёма помещения с помощью всего трех последовательных измерений
4	Измерение площади стен 		Самый простой способ измерения площади: <i>расчёт общей площади</i> разных стен, имеющих одинаковую высоту, при минимальном количестве замеров. Первым измерением определяется высота помещения, а каждым последующим – длина очередной стены. Рассчитанные площади сегментов стены суммируются
5	Продолжительное измерение (измерение минимума/ максимума) 		При работе этой функции измерение происходит не по нажатию кнопки, а <i>непрерывно</i> . Непрерывное измерение применяется для позиционирования объекта на определенном расстоянии от стены. Позволяет точно определять нужный размер и переносит, например, значения длины или высоты из строительных планов. Измерение минимума служит для определения самого короткого расстояния от неизменяемой исходной точки. Оно помогает, например, при <i>определении вертикалей</i> или <i>горизонталей</i> . Измерение максимума служит для определения самого большого расстояния от неизменяемой исходной точки. Оно помогает, например, при <i>определении диагоналей</i>
6	Косвенное измерение высоты 		Измерять высоту в труднодоступных местах легко и быстро можно с помощью функции косвенного измерения – достаточно всего одного замера: $X = «1» \cdot \sin \alpha$

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3	4
7	<p>Простое косвенное измерение высоты (по теореме Пифагора)</p> 		<p>Эта функция необходима, когда по каким-то причинам невозможно провести прямое измерение (например, рядом со стеной дома канава, или необходимо промерить высоту одного этажа, но нет точки, в которую можно было бы нацелить дальномер).</p> <p>Для выполнения простого косвенного измерения необходимы два измерения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>первое измерение</i> делается строго под прямым углом к измеряемой поверхности. Для соблюдения точности угла некоторые модели дальномеров оснащены пузырьковым уровнем. – <i>второе измерение</i> производится под произвольным углом до необходимой точки. Результат автоматически рассчитывается дальномером по теореме Пифагора и выводится на экран: $E = \sqrt{\langle 2 \rangle^2 - \langle 1 \rangle^2}$
8	<p>Двойное косвенное измерение высоты</p> 		<p>Если непосредственное измерение невозможно, лазерный дальномер рассчитает высоту всего объекта и его отдельных частей на основании всего двух замеров и соответствующего угла.</p> <p>Необходимо измерить, как и при измерении длины, расстояния «1» и «2» в указанной последовательности.</p> <p>По окончании измерения результат для искомого отрезка «X» отображается на дисплее в строке результата. Значения измерения для отрезков «1», «2» и угла «α» отображаются в строках измеренных значений.</p> <p>Необходимо следить за тем, чтобы во время измерения плоскость отсчета (например, задняя кромка край измерительного инструмента) находилась при всех единичных измерениях во время операции измерения строго на одном и том же месте.</p>
9	<p>Косвенное измерение длины</p> 		<p>Не признаёт ограничений: при измерении GLM 80 (GLM 100 C) Professional не мешают никакие помехи – достаточно лишь всего одного замера, чтобы измерить длину до 80 м (100 м):</p> $X = \langle 1 \rangle \cdot \cos \alpha$

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3	4
10	<p>Двойное косвенное измерение длины</p> 		<p>Двойное косвенное измерение применяется, например, когда нет доступа к основанию измеряемой поверхности. Сначала проводится измерение под прямым углом к поверхности, второе измерение – до одной из границ поверхности, третье измерение – до другой границы.</p> <p>Косвенный метод измерения длин служит для измерения расстояний, которые невозможно измерить прямым путем, если на траектории лазерного луча существует препятствие или нет целевой поверхности, служащей в качестве рефлектора. Для получения правильных результатов измерения поверхности должны находиться точно под прямым углом (теорема Пифагора).</p> <p>Во время измерения исходная точка измерения (например, задний край измерительного прибора) должна находиться строго на одном месте (исключение: измерение трапеции).</p> <p>В перерыве между измерениями лазерный луч должен оставаться включенным.</p> <p>Необходимо измерить, как и при измерении длины, отрезки «1», «2» и «3» в указанной последовательности, при этом отрезок «1» и измеряемый отрезок «Е» должны находиться по прямым углом</p>
11	<p>Комбинированное косвенное измерение высоты</p> 		<p>Комбинированное косвенное измерение используется, например, для определения высоты окон. Как и при двойном косвенном измерении длины, сначала измеряется перпендикуляр к поверхности, потом – расстояния до двух границ объекта</p>
12	<p>Функция трапеции</p> 		<p>Функция трапеции позволяет определить длину внутренней части крыши за три измерения</p>

Окончание таблицы 3.3

1	2	3	4
13	<p>Функция разметки</p> 		<p>Функция разметки позволяет быстро откладывать <i>отрезки равной длины</i></p>
14	<p>Таймер задержки измерения</p> 		<p>Режим автоматического измерения: функция таймера обеспечит максимально высокую точность результатов измерений, проводимых на большом удалении (в том числе <i>в самых труднодоступных местах и со шпатель</i>), чтобы избежать смещения точки прицеливания при нажатии кнопки измерения. Возможно комбинирование с другими функциями</p>
15	<p>Измерение угла наклона</p> 		<p>100 % надёжность: необходимо использовать заднюю или боковую стороны инструмента в качестве исходной точки и легко можно определить <i>углы наклона</i></p>
16	<p>Цифровой ватерпас</p> 		<p>«Приблизительно» становится «точным до миллиметра»: необходимо использовать функцию цифрового ватерпаса для <i>точного выравнивания инструмента</i>. Таким образом обеспечивается точный результат при выполнении любого измерения</p>
17	<p>Сложение и вычитание измеренных величин</p>	<p>+/-</p>	<p>В дальномерах присутствует простейший <i>калькулятор</i>, позволяющий производить действия сложения и вычитания измеренных значений длины, площади и объёма, в том числе взятых из памяти</p>

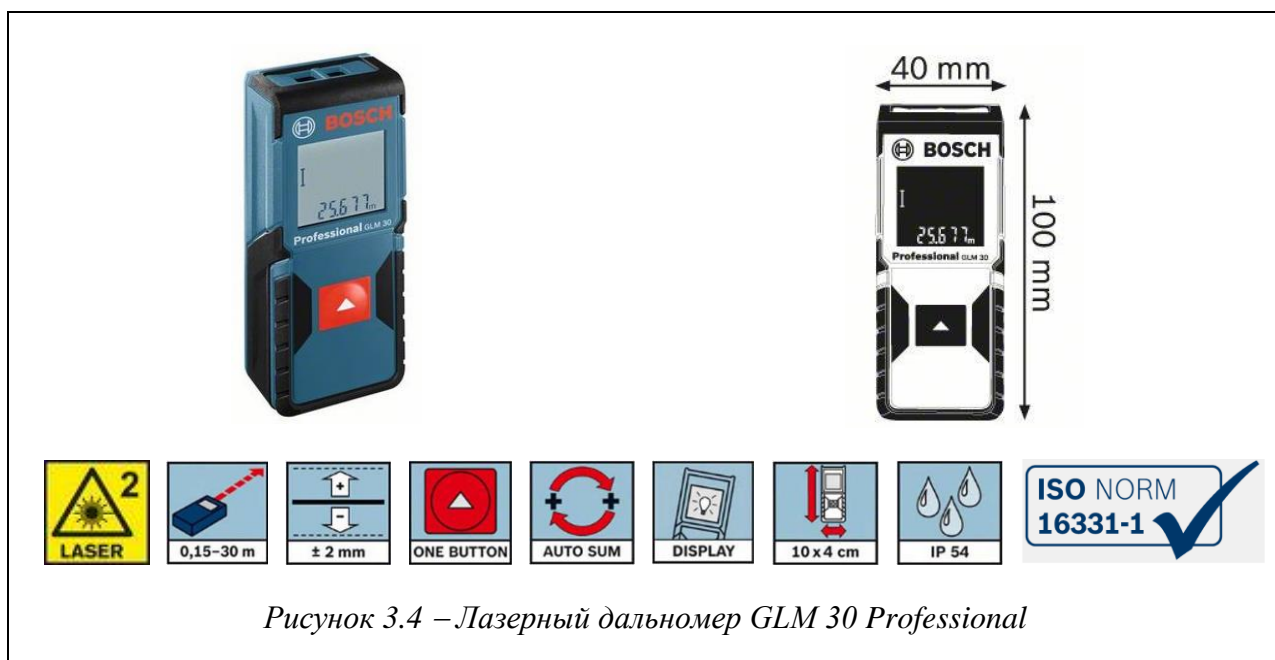
3.2.1 Лазерный дальномер GLM 30 Professional

В ходе выполнения отделочных, столярных, электромонтажных и вентиляционных работ всегда появляется необходимость делать замеры для определения необходимого количества материалов или же для сокращения ошибок при измерениях и, как следствие, затрат.

Для простых измерений компания Bosch разработала недорогой лазерный дальномер GLM 30 Professional (см. *рис. 3.4*).

Однокнопочное управление лазерным дальномером **GLM 30 Professional** значительно облегчает процесс измерений: первым нажатием включается дальномер, а после повторного нажатия дальномер уже готов для измерения. Например, для измерения длины комнаты необходимо приложить GLM 30 Professional к стене, нацелить на противоположную стену, нажать на кнопку, после чего фактическое расстояние сразу же появляется на дисплее с подсветкой.

Диапазон измерений прибора от 0,15 до 30 м, что вполне приемлемо для большинства измерений при выполнении общестроительных работ. Точность измерения (± 2 мм) гарантирует качественное выполнение работ по различным замерам.



Преимуществом GLM 30 Professional является функция автосуммирования (*AutoSum*): каждое нажатие на кнопку выдаёт очередной результат, причём последние два сохраняются, а их сумма автоматически выводится в верхней части трёхстрочного дисплея. Это позволяет любому специалисту, занимающемуся строительно-монтажными работами, быстро и легко рассчитать необходимое количество материала и избежать ошибок при расчётах.

Сумма измерений всегда указана в верхней строке дисплея, а результаты текущего и предыдущего измерений отображаются ниже. Если необходимо сделать повторные измерения, необходимо просто быстро выключить дальномер, а затем снова включить его. Таким образом можно удалить сохранённую сумму и делать замеры по новой.

Размеры GLM 30 Professional всего лишь 105 x 41 x 24 мм, при этом вес составляет всего 100 г. Это делает его самым компактным и лёгким профессиональным дальномером, производимым компанией Bosch. Он помещается в любой карман, в связи с чем его удобно переносить к любому месту рабо-

ты. Принимая во внимание различные условия работы, у GLM 30 Professional также имеется защита от пыли, водяных брызг и случайных падений.

Преимущества GLM 30 Professional:

- *измерение длины – просто, удобно, профессионально;*
- *одна кнопка для всего – простой и интуитивно понятный процесс измерения (рис. 3.5а);*
- *компактность – легко размещается в кармане любых штанов (рис. 3.5б);*
- *автоматическое сложение результатов измерений с помощью функции AutoSum (рис. 3.5в);*
- *исключительная надежность – защита от пыли, водяных брызг и ударов на стройплощадке;*
- *сертифицированный в соответствии с нормой ISO 16331-1 лазерный дальномер;*
- *легко считываемые результаты измерений благодаря 3-строчному дисплею с подсветкой.*



а)



б)



в)

*а – однокнопочное управление; б – легко размещается в кармане;
в – функция автосуммирования (AutoSum)*

Рисунок 3.5 – Преимущества GLM 30 Professional

Технические характеристики лазерного дальномера GLM 30 Professional приведены в таблице В.1 приложения В.

3.2.2 Лазерный дальномер GLM 80 + R 60 Professional

Инновационный лазерный дальномер GLM 80 + R 60 Professional (с направляющей шиной) (см. рис. 3.6) оснащен множеством новых уникальных функций и возможностей, задает новые стандарты в технологии измерений.

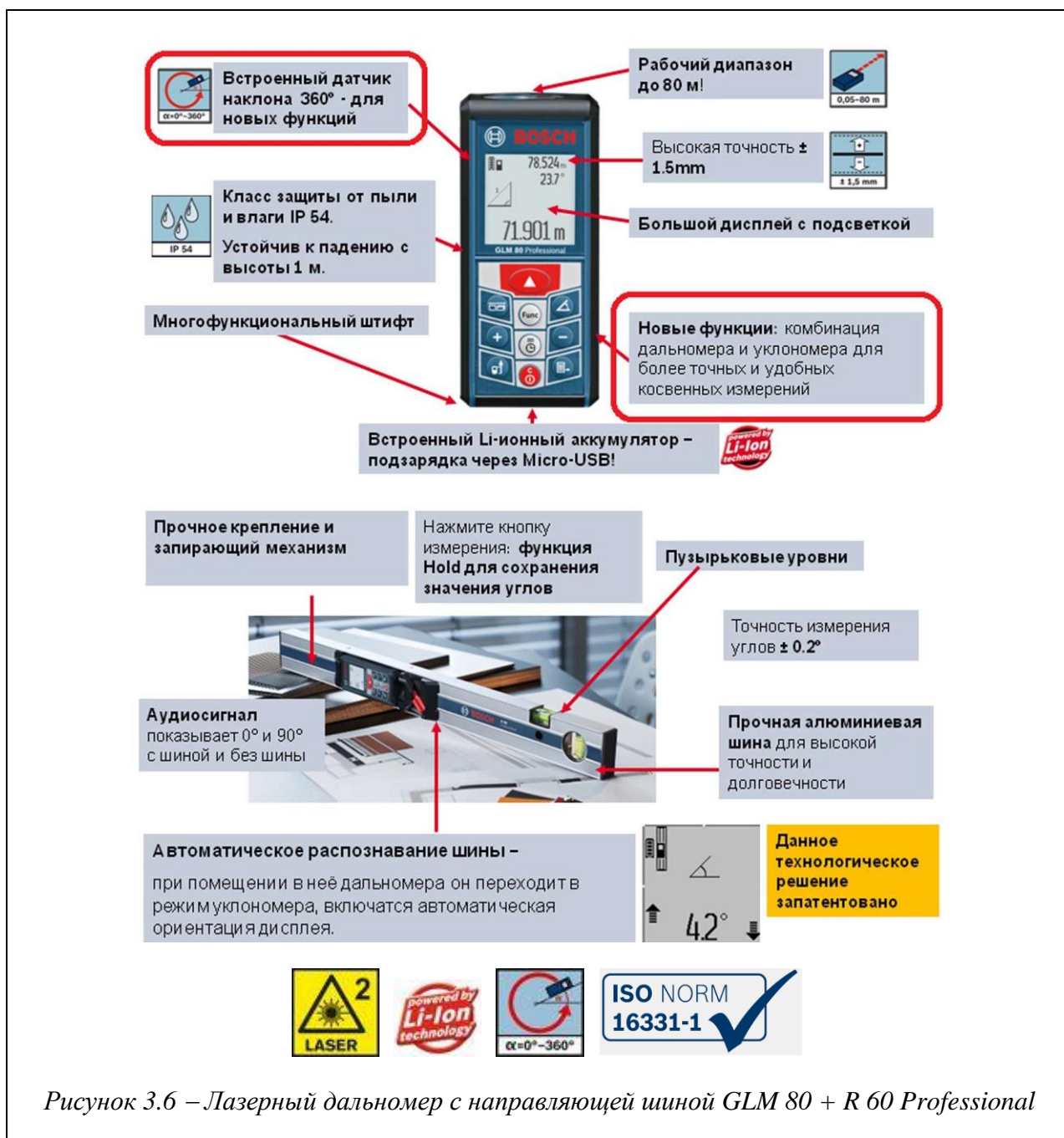


Рисунок 3.6 – Лазерный дальномер с направляющей шиной GLM 80 + R 60 Professional

Данная модель позволяет решать задачи *пространственной геометрии* и осуществлять *математические операции* с результатами измерений.

В дальномере GLM 80 Professional сохранились такие привычные функции, как *расчёт площадей и объёмов, вычисления минимума и максимума, расстояния и высоты*, которые раньше требовали проведения нескольких операций. Благодаря *встроенному датчику наклона* эти операции могут производиться намного проще.

Во-первых, это существенно упрощает и обеспечивает на практике более точный процесс *косвенных измерений*. Более того, появилась возможность вычисления и так называемого «*горизонтального расстояния*».

Во-вторых, эта особенность позволяет использовать дальномер в качестве *уклономера*. Для более удобной реализации этой функции предусмотрена возможность установки GLM 80 Professional в специальную алюминиевую *направляющую шину R 60 Professional* (при установке в направляющую шину дальномер автоматически переходит в *режим уклономера*). В направляющей шине имеются два датчика наклона, поэтому работа с шиной возможна с использованием любой продольной грани. Также на дисплее стрелками отображается, какой из концов шины находится выше, а какой – ниже. Точность измерения углов составляет $\pm 0,2^\circ$.

Датчик наклона способен работать по двум осям, благодаря чему перекрывает угол от 120° до 360° , в зависимости от стороны.

При помощи датчика наклона лазерный дальномер GLM 80 Professional может *автоматически определить угол наклона и рассчитать высоту*. Это очень удобно при определении расстояний до поверхностей, которые не отражают лазерный луч, например, до окон или стеклянных фасадов. Для этого необходимо просто включить прибор, навести его на точку над стеклом, и прибор самостоятельно высчитает расстояние с помощью датчика наклона и функции синусов.

Большой жидкокристаллический дисплей с подсветкой имеет функцию автоматического поворота при переводе инструмента из горизонтального в вертикальное положение. Таким образом обеспечивается удобство считывания результатов измерений в любой рабочей позиции. Лазерный дальномер оснащен интуитивно понятной символьной клавиатурой.

Лазерный дальномер GLM 80 Professional можно использовать в качестве *цифрового уровня*. При установке прибора на направляющую шину R 60 Professional, специально разработанную для этих целей, дальномер автоматически переходит в режим измерения наклона и поворачивает дисплей. Это позволяет выполнять самые различные работы по *выравниванию и определению углов*, например, проверить наклоны балок и стропил или выровнять трубы с точностью до $0,2^\circ$. При 0° и 90° раздается вспомогательный *звуковой сигнал*.

GLM 80 Professional имеет встроенный литий-ионный аккумулятор, что обеспечивает до 25000 измерений на одной зарядке. Подзарядка дальномера производится через стандартный разъём Micro-USB.

Технические характеристики лазерного дальномера GLM 80 + R 60 Professional приведены в таблице В.2 приложения В.

3.2.3 Лазерный дальномер GLM 100 C Professional

Дальномер GLM 100 C Professional (см. рис. 3.7) с интерфейсом Bluetooth предназначен для простого и быстрого переноса результатов измерений на внешние устройства. Его можно использовать как *автономно*, так и в связке со *смартфоном*, *планшетом* или *персональным компьютером*.

С помощью лазерного дальномера GLM 100 C Professional можно легко и быстро определять *площадь*, *объём*, *производить арифметические операции* (сложение, вычитание) с данными, используя встроенную память. Функция непрерывных измерений предоставляет возможность переносить данные о длине или высоте со строительных планов на объект в режиме реального времени. Для достижения максимальной точности, например, при *сборке сложных конструкций*, *механизмов* или *корпусной мебели*, нужно выбрать функцию определения максимального или минимального расстояния между двумя различными точками, причём в качестве опорной точки может быть выбрана как передняя кромка дальномера, так и задняя часть, или середина, если дальномер установлен на штатив.



Рисунок 3.7 – Лазерный дальномер GLM 100 C Professional

Отличительной особенностью дальномера GLM 100 C Professional является доведенная до совершенства *технология косвенных измерений*. Теперь *высота зданий* или *труднодоступные расстояния* могут измеряться всего одним приёмом, благодаря *встроенному датчику наклона*. Этот

же датчик позволяет без труда определять *длину линии* косвенным способом, даже если на пути находится препятствие. *Функция двойного косвенного измерения высоты* поможет рассчитать *высоту объекта* или его *различных частей*, взяв за основу измерения *длину двух сторон* и угол между ними.

Лазерный дальномер GLM 100 C Professional можно использовать в качестве *цифрового уровня*. При установке прибора на направляющую шину R60 Professional, специально разработанную для этих целей, дальномер автоматически переходит в режим измерения наклона и поворачивает дисплей. Это позволяет выполнять самые различные работы по выравниванию и определению углов, например, проверить наклоны балок и стропил или выровнять трубы с точностью до $0,2^\circ$. При 0° и 90° раздается вспомогательный *звуковой сигнал*.

GLM 100 C Professional оснащен встроенным таймером, что позволяет выполнять отложенные измерения, или комбинировать несколько функций.

К дальномеру GLM 100 C Professional прилагается мобильное программное обеспечение – приложение ***GLM measure&document*** для пользователей смартфонов и планшетов Android и Apple. С его помощью возможно сохранять и редактировать на устройстве результаты измерений, делать фотографии, обозначать на них расстояния, а также отправлять любое изображение или таблицу по электронной почте, а также делает возможным использовать смартфон или планшет в качестве *пульт дистанционного управления* дальномером GLM 100 C Professional.

Модуль беспроводной связи Bluetooth позволяет соединить дальномер GLM 100 C Professional со *смартфоном* или *планшетом* на базе Android или iOS для цифровой передачи данных. Это обеспечивает наглядность и удобство измерений, так как появляется возможность вносить изменения в проект непосредственно во время работы, редактируя данные в режиме реального времени. При помощи разъема USB и специального программного обеспечения дальномер может синхронизироваться с персональным компьютером. Все результаты измеренных данных будут переданы в удобном для пользователя виде (*таблицы* или *графика*) с указанием даты и времени каждого замера.

Список сохранённых измерений GLM 100 C Professional автоматически загружается в мобильное приложение на устройстве, как только устанавливается соединение через Bluetooth. Все измерения сопровождаются их датой и временем, а также указанием их формы: объём, площадь, горизонтальные и вертикальные расстояния. Каждому измерению, к тому же, может быть присвоено своё имя. Другим преимуществом работы с приложением является *возможность складывания отдельных замеров одним нажатием*. Приложение автоматически рассчитывает общую длину, площадь или объём в зависимости от поиска необходимой величины. Кроме того, специалист может сохранить всю информацию по различным проектам в отдельных папках, которую затем можно отправлять в формате ***jpeg*** или ***PDF*** прямо из приложения. Это облегчает задачу для людей, работающих на значительном расстоянии,

а коллеге, руководству, заказчику или поставщику совсем необязательно посещать место работы. Вместо этого есть возможность взглянуть и изучить отправленный эскиз, после чего принять соответствующее решение. Драгоценное время будет сохранено, а желаемый результат достигнут гораздо быстрее.

Внимание! Во время работы дальномера GLM 100 C Professional с направляющей шиной R 60 Professional результаты измерения нельзя передавать на другие устройства через Bluetooth и разъем USB.

Дальномер имеет встроенный литий-ионный аккумулятор, что обеспечивает до 25000 измерений на одной зарядке. Подзарядка дальномера производится через стандартный разъем Micro-USB.

Преимущества GLM 100 C Professional:

- *быстрая и эффективная передача данных через Bluetooth и Micro-USB;*
- *простой обмен и «умное» протоколирование результатов измерений посредством приложения GLM measure&document;*
- *с помощью приложения GLM floor plan можно создавать новые планы (строительные чертежи) в цифровом виде, импортировать уже существующие, редактировать их и экспортировать результат работы;*
- *автоматическое сохранение результатов последних 50 измерений и одной константы;*
- *дополнительные возможности за счет встроенного датчика наклона на 360°;*
- *высокая точность и простота в использовании благодаря дисплею с подсветкой и функции автоматического поворота дисплея.*

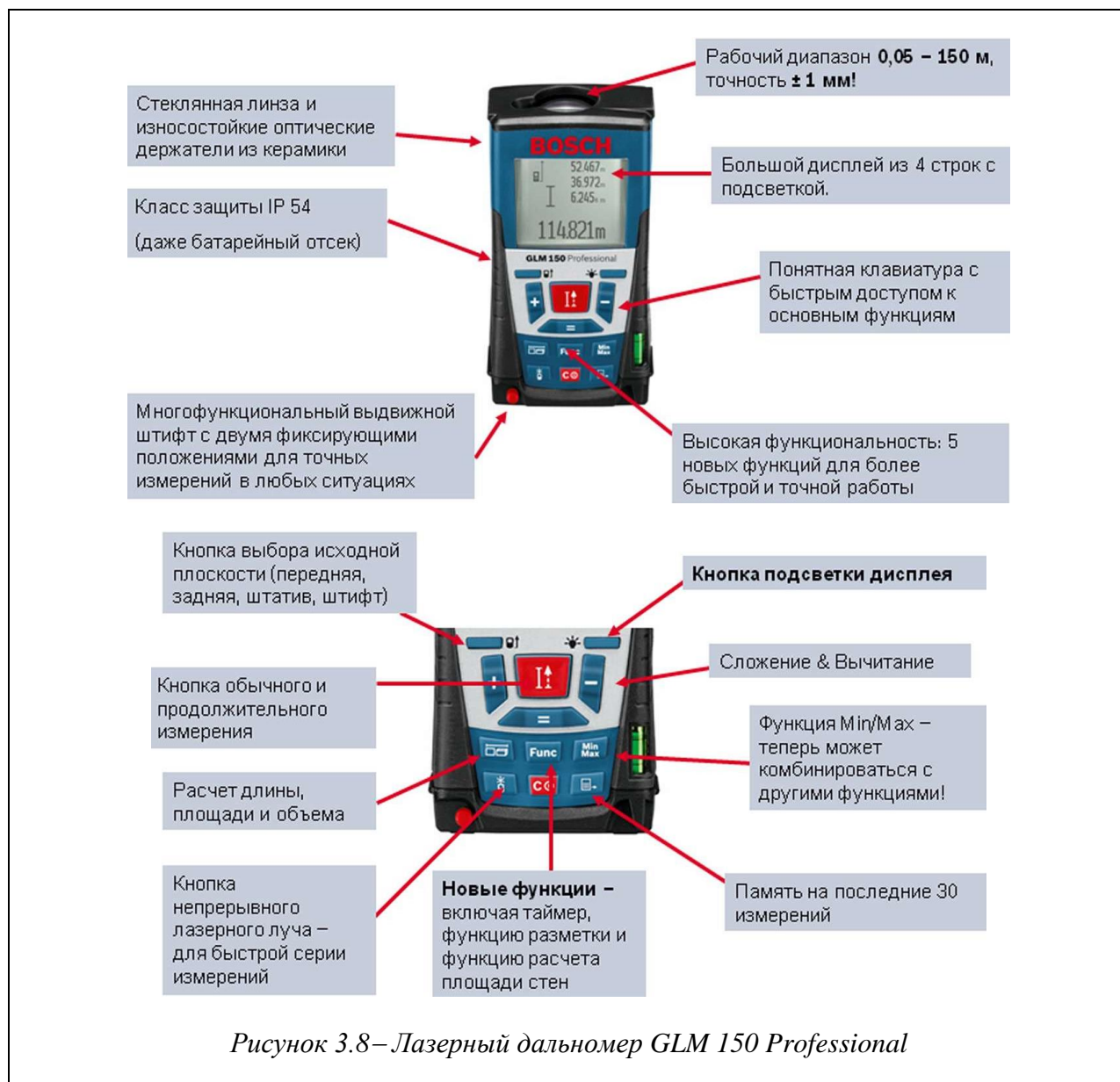
Технические характеристики лазерного дальномера GLM 100 C Professional приведены в таблице В.2 приложения В.

3.2.4 Лазерные дальномеры GLM 150 и GLM 250 VF Professional

Продвинутыми моделями в линейке дальномеров являются GLM 150 Professional (рис. 3.8) и GLM 250 VF Professional (см. рис. 3.9). В этих дальномерах реализованы все существующие функции.

GLM 150/250 VF Professional обеспечивает максимальную точность и эффективность при проведении измерений даже при неблагоприятных условиях освещения благодаря стеклянной линзе и керамическим оптическим держателям. Кроме того, у модели GLM 250 VF Professional имеется встроенный оптический визир. На боковой поверхности прибора находится смотровое окошко прицела с двухкратным увеличением и подсветкой зоны,

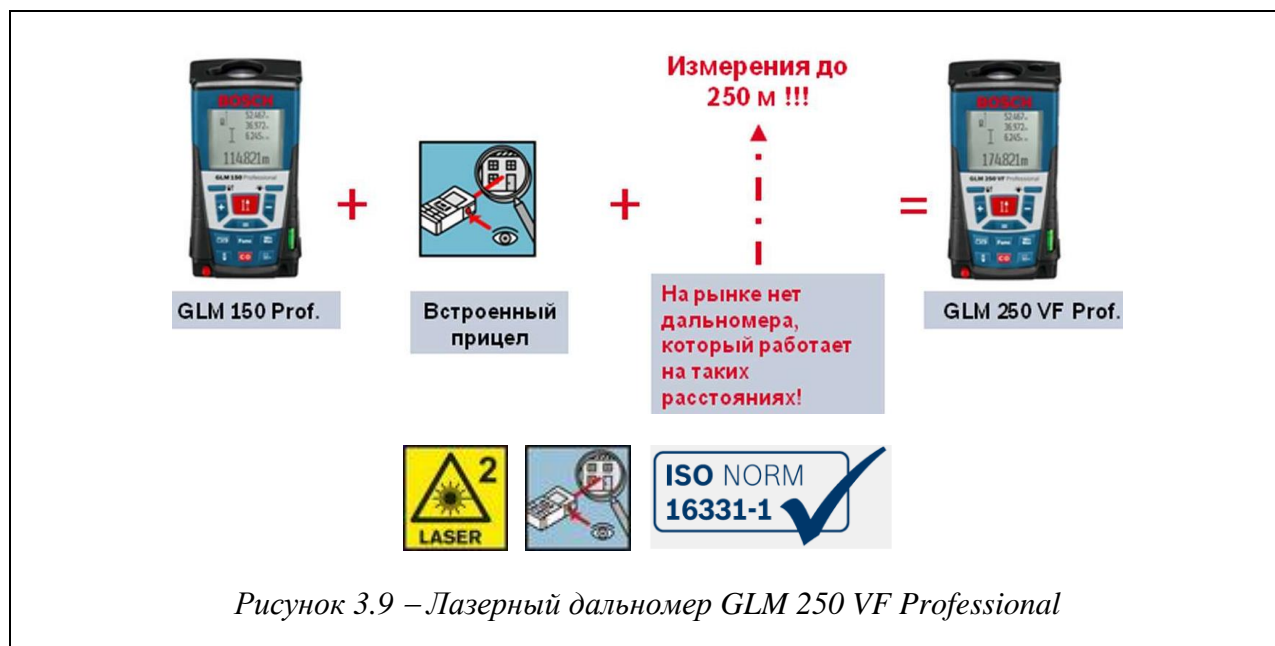
в которую направлен дальномер. Эта особенность значительно облегчает измерения на больших дистанциях и делает этот дальномер идеальным прибором *при проведении наружных работ.*



Преимущества GLM 150/250 VF Professional:

- *максимальная дальность действия;*
- *оптимально подходит для наружных работ: встроенный прицел (для GLM 250 VF) для оптимальной видимости лазерной точки на расстоянии до 250 м;*
- *максимальная точность и эффективность при измерении даже в неблагоприятных условиях освещения благодаря большой стеклянной линзе и керамическим держателям;*
- *множество функций измерения для быстрого и точного расчёта длины, площади и объёма;*

- прочный корпус с защитой от пыли и водяных брызг IP 54 (выгодно использовать на стройплощадке);
- multifunctional выдвижной штифт для точного измерения из труднодоступных мест и от кромок;
- сохранение результатов последних 30 измерений.



Сравнительные характеристики лазерных дальномеров GLM 150 Professional и GLM 250 VF Professional приведены в таблице В.3 приложения В.

3.2.5 Системные принадлежности для дальномеров

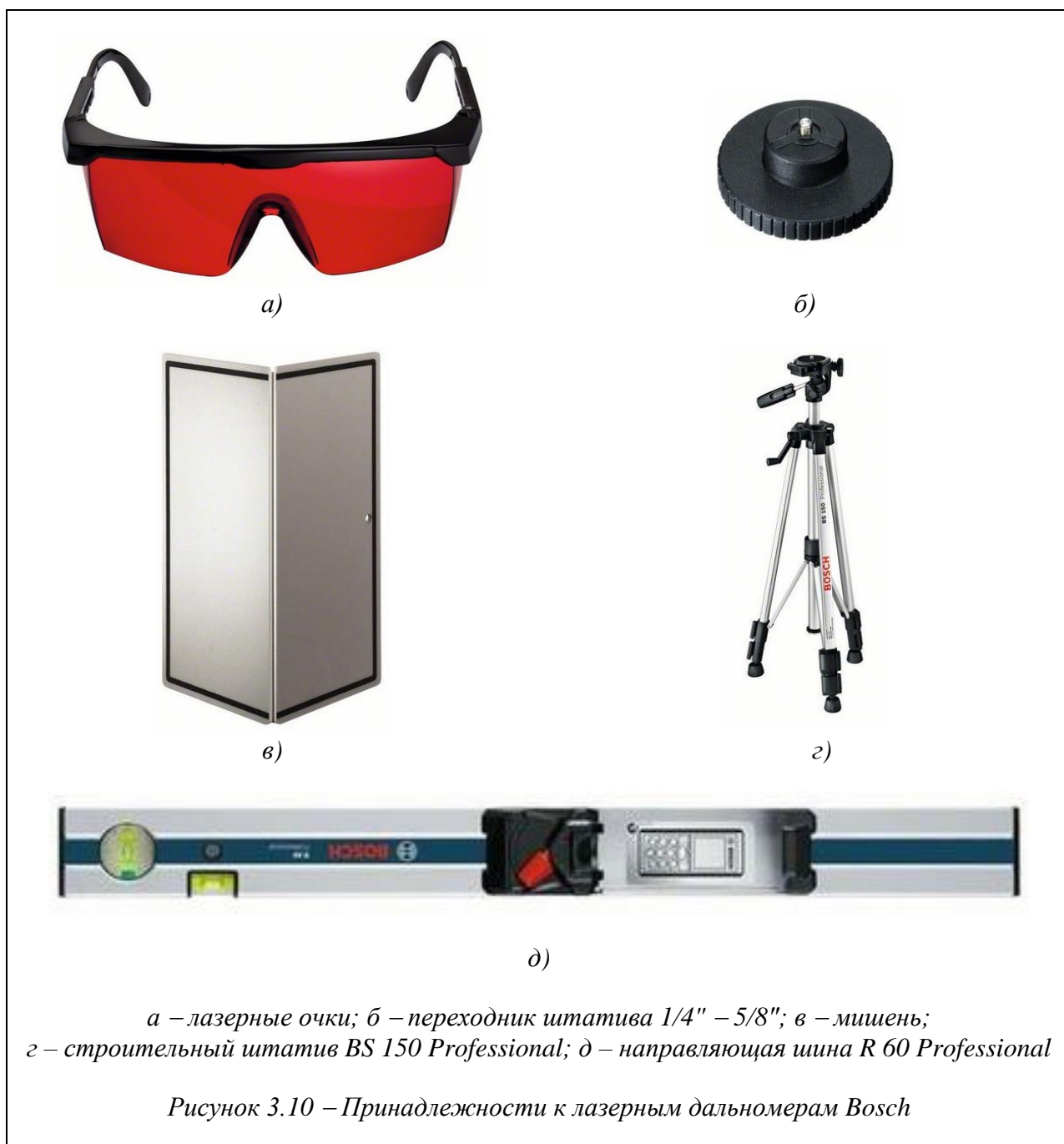
Лазерные дальномеры выпускаются со следующими принадлежностями:

- защитный чехол;
- очки для наблюдения за лазерным лучом;
- переходник штатива 5/8" – 1/4" Professional;
- мишень;
- строительный штатив BS 150 Professional;
- направляющая шина R 60 Professional.

Чехол служит для транспортировки и защиты измерительного прибора.

Очки для наблюдения за лазерным лучом (цвет красный) (рис. 3.10а) отфильтровывают окружающий свет. Благодаря этому красный свет лазера становится более ярким для человеческого глаза (улучшается видимость красного лазерного луча) и облегчается выполнение работ при неблагоприятных условиях освещения. Применяются для всех лазерных дальномеров.

Внимание! Лазерные очки нельзя применять в качестве защитных очков. Лазерные очки служат для лучшего распознавания лазерного луча, однако они не защищают от лазерного излучения. Лазерные очки нельзя применять и в качестве солнечных очков или в уличном движении. Лазерные очки не дают полной защиты от ультрафиолетового излучения и ухудшают восприятие красок.



Переходник штатива 5/8"– 1/4" Professional (рис. 3.10б) необходим для установки дальномера на штатив с диаметром резьбы 5/8" (например, на строительный штатив BT 160 Professional).

Мишень (рис. 3.10в) имеет специальную поверхность (серого цвета) с высокой степенью отражения для улучшения отражения лазерного луча, например, при выполнении измерений вне помещений или на темных поверхностях. Применяется для GLM 50; GLM 80; GLM 100 C; GLM 150; GLM 250 VF Professional.

Строительный штатив BS 150 Professional (рис. 3.10г) с поворотной платформой используется для надежной установки и фиксации прибора по месту проведения измерений. Раздвижные ножки и дополнительный подъёмный механизм позволяют проводить точную регулировку высоты в пределах от 52 до 147 см над уровнем пола. Обрезиненные ножки штатива не скользят и щадят напольное покрытие в помещении.

Преимущества строительного штатива BS 150 Professional:

- *абсолютно устойчив на любом грунте;*
- *надёжное исполнение из алюминия;*
- *функциональность и точность благодаря сферическому уровню;*
- *оптимальная работа с линейным и точечным лазером;*
- *удобен для транспортировки благодаря малому весу.*

Применяется строительный штатив BS 150 Professional для работы с лазерными дальномерами GLM 50; GLM 80; GLM 100 C; GLM 150; GLM 250 VF Professional.

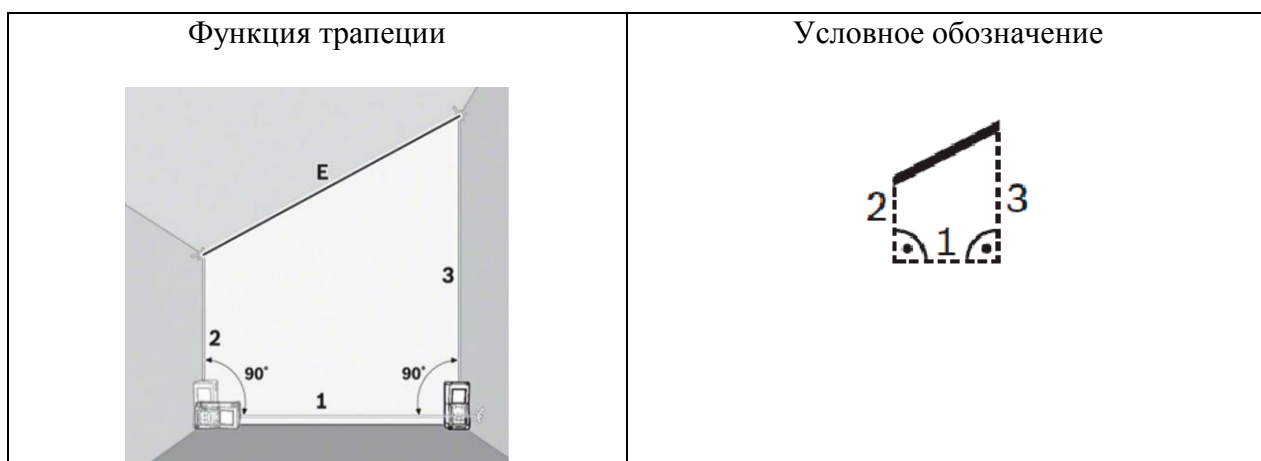
Технические характеристики строительного штатива BS 150 Professional приведены в таблице Г.1 приложения Г.

Описание направляющей шины *R 60 Professional (см. рис. 3.10д)* приведено в подразделе 3.2.1.2.

3.3 Закрепляющий материал 1

I. Дополните предложение недостающей информацией:

1. Лазерные дальномеры могут использоваться для измерений как _____, так и _____ помещений.
2. Для определения дальномером высоты окон используется _____ косвенное измерение высоты.
3. Функция трапеции позволяет определить длину _____ части _____ за _____ измерения (см. рисунок).



4. У лазерного дальномера GLM 30 Professional _____ кнопочное управление.
5. Лазерный дальномер GLM 100 C Professional автоматически сохраняет результаты последних _____ измерений.

II. Продолжите предложение:

1. Лазерный луч всегда распространяется строго по _____.
2. Во время измерений внутри помещения пространство между дальномером и измеряемым объектом должно быть _____.
3. Для удобства наведения на цель лазерные дальномеры оснащаются _____ и _____.
4. Лазерный дальномер GLM 80 +R 60 Professional оснащен направляющей _____.

III. Выберите один правильный ответ и обведите:

1. Дальномеры Bosch могут производить измерения расстояний в диапазоне:

- а) от 0,05 до 250 м; б) от 0,05 до 350 м;
в) от 0,05 до 450 м.

Ответ:

2. Расчет любой площади с применением дальномера проводится в:

- а) 2 этапа;
б) 3 этапа;
в) 4 этапа.

ОТВЕТ:

IV. Выберите несколько правильных ответов и обведите:

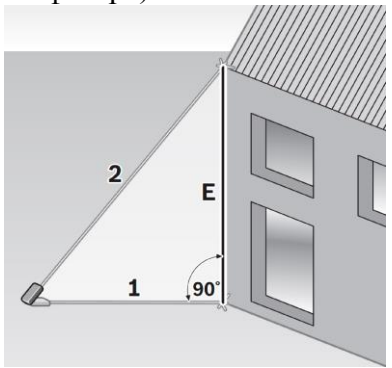

1. Лазерный дальномер GLM 80 +R 60 Professional способен производить расчеты:

- а) объемов; б) площадей;
в) расстояний.

Ответ:

V. Работа с рисунком:

1. На рисунке изображено проведение дальномером двух измерений. Запишите технологию первого и второго измерений.

<p>Простое косвенное измерение высоты (по теореме Пифагора)</p> 	<p>Условное обозначение</p> 	<p>Первое измерение выполняется _____</p> <p>Второе измерение производится _____</p> <p>Результат автоматически рассчитывается дальномером по теореме Пифагора и выводится на экран: $E = \sqrt{\text{«}2\text{»}^2 - \text{«}1\text{»}^2}$</p>
---	---	--

2. Изучите рисунок и запишите функцию дальномера:

	<p>Условное обозначение</p> 	<p>Функция: _____</p>
---	---	-----------------------

VI. Приведите в соответствие:

1. Установите соответствие (стрелками) между моделью дальномера и реализуемой ею функцией:

<i>Дальномер</i>		<i>Функция</i>	
1.	GLM 30 Professional	А.	Измерение угла
2.	GLM 80 +R 60 Professional	Б.	Простое измерение длины
3.	GLM 100 C Professional	В.	Измерение объёма
4.	GLM 150 Professional	Г.	Измерение площади
5.	GLM 250 VF Professional	Д.	Двойное косвенное измерение длины (по теореме Пифагора)

Ответ:	1	→	
	2	→	
	3	→	
	4	→	
	5	→	

3.4 Проверка степени усвоения материала (Модуль 1)

I. Дополните предложение недостающей информацией:

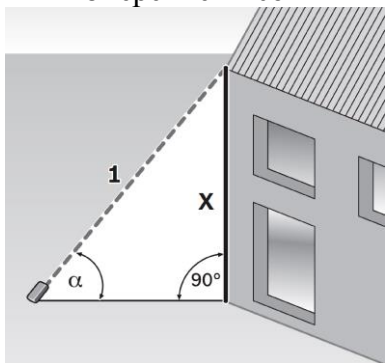

1. Лазерные дальномеры предназначены для точного определения _____ между _____ и конкретным _____ .

II. Продолжите предложение:

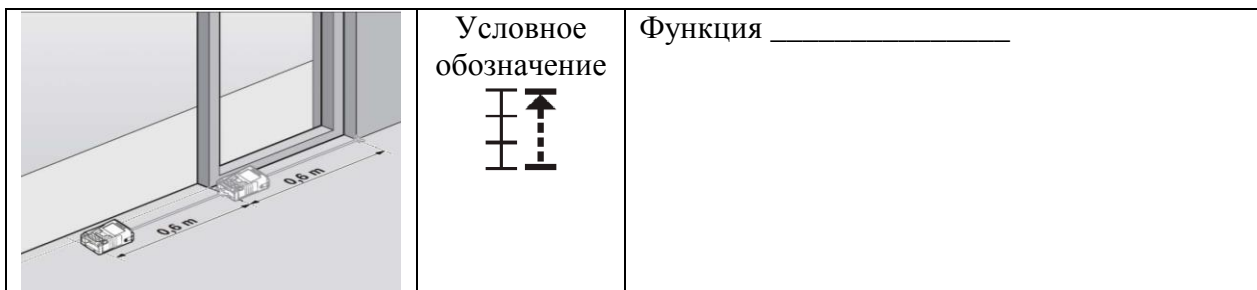
1. Функция разметки дальномера позволяет быстро откладывать отрезки _____ .
2. Лазерный дальномер GLM 100 C Professional может использоваться не только автономно, но и в комплекте с персональным _____ , _____ , _____ .

III. Работа с рисунком:

1. По рисунку определите и запишите название функции измерения высоты дальномером и напишите формулу определения высоты:

<p>Функция:</p> <p>_____</p> <p>измерение высоты</p> 	<p>Условное обозначение</p> 	<p>Примечание: измерение высоты в труднодоступных местах.</p> <p>Формула определения высоты:</p> <p>X = _____</p>
--	---	---

2. По рисунку и условному обозначению индикации на дисплее определите и запишите название функции дальномера:



III. Выберите один правильный ответ и обведите:

1. Лазерный дальномер GLM 30 Professional можно использовать для определения:

- а) объема; б) длины;
в) площади.

Ответ:

IV. Заполните таблицу:

1. В правую колонку таблицы запишите принадлежности лазерных дальномеров:

	Системные принадлежности	
Лазерные дальномеры	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	
	6.	

4 УГЛОМЕРЫ И УКЛОНОМЕРЫ

4.1 Модуль 2 «Уклономеры»

Учебный материал 2

4.1.1 Общие сведения

Уклон (в геодезии) – показатель крутизны склона; отношение превышения местности к горизонтальному протяжению, на котором оно наблюдается (например, уклон, равный 0,015, соответствует подъему 15 м на 1000 м расстояния).

Измерение уклона, точнее, измерение отклонения от горизонталей (горизонтальных линий) или вертикалей (вертикальных линий), после процесса измерения длины является вторым по частоте видом измерений. Он используется практически во всех областях. *Большинство измерений уклона проводится с применением чисто механических измерительных инструментов: ватерпас, шланговый ватерпас.* Вследствие того, что результат измерения выводится не в абсолютных значениях, измерение нуждается в интерпретации и является весьма приблизительным.

Электронные приборы для измерения уклона благодаря получению абсолютных значений измеренного отклонения обеспечивают невозможную ранее точность процесса измерения. Благодаря электронной обработке измеряемого сигнала с помощью процессора появилась возможность проводить измерения в различных единицах, например, в процентах, градусах, а также запоминать результаты измерения. Возможность калибрования обеспечивает стабильно высокую точность.

Метод измерения: все методы измерения уклона предполагают наличие базового положения (горизонталь или вертикаль), от которого измеряется отклонение. Такое положение должно создаваться искусственно в самом измерительном устройстве. От точности этого положения зависит достигаемая точность самого измерения.

При измерении уклона в основном используются три метода:

- *механический;*
- *электрооптический;*
- *ёмкостной.*

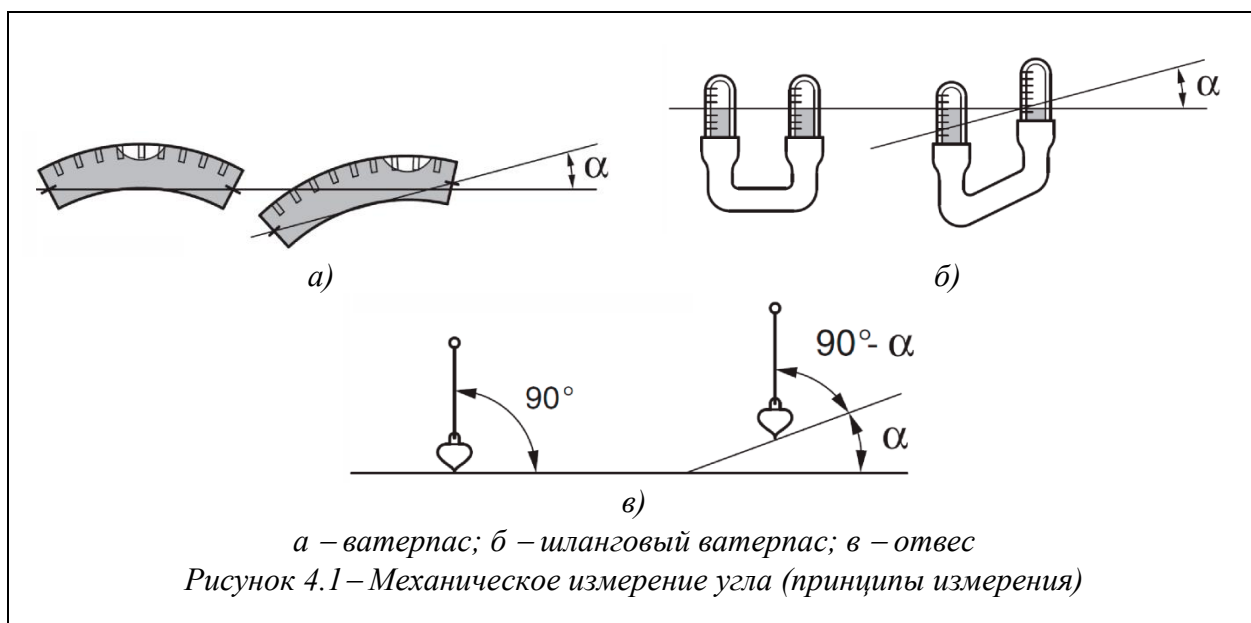
Каждый метод обладает свойствами, обусловленными принципом действия, на основании которых выбирается метод для того или иного случая измерения.

Измерительные инструменты с *механическим методом измерения:*

- *ватерпас;*
- *шланговый ватерпас;*
- *отвес.*

Ватерпас (рис.4.1а) – измерительное устройство, предназначенное для измерения отклонений от *вертикали* или *горизонтали*. Отклонение определяется при помощи пузырька воздуха в «уровне»: слегка изогнутая стеклянная трубка заполнена соответствующей жидкостью таким образом, чтобы оставался небольшой пузырек воздуха. Это пузырек стремится к самой высокой точке изогнутого уровня и таким образом показывает положение уровня со шкалой по отношению к горизонтали. Чем меньше угол уровня, тем точнее показания, но соответственно меньше его диапазон измерения. Чем больше угол уровня, тем менее точны показания, но больше диапазон измерения. Так как результат измерения выводится не в абсолютных значениях, то точность результата измерения «оценивается» пользователем.

Для более *точного измерения углового* или *процентного отклонения* ватерпасы все чаще заменяются *цифровыми угломерами* и *цифровыми уклономерами*.



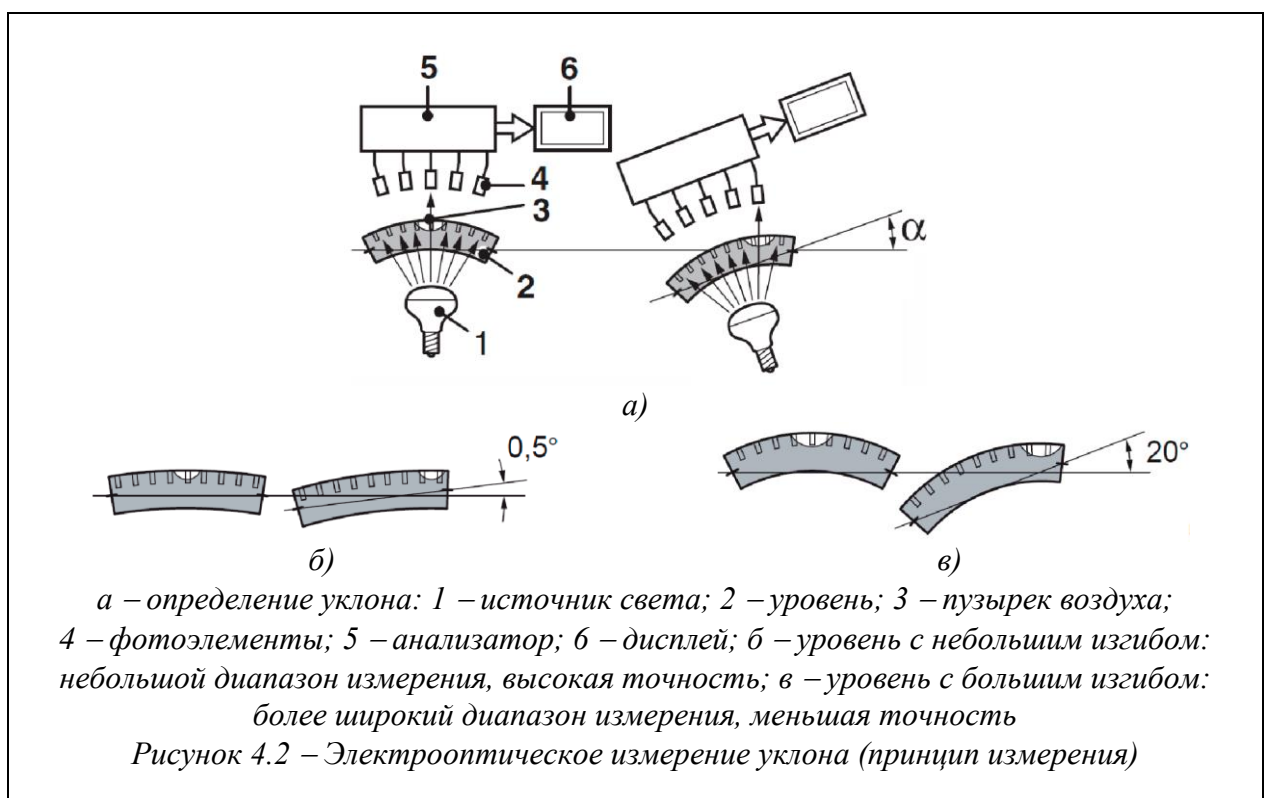
Шланговый ватерпас (рис. 4.1б): шланговый ватерпас представляет собой два мерных сосуда со шкалой, соединенных между собой шлангом произвольной длины. Система заполняется водой. Согласно закону физики о сообщающихся сосудах уровень воды в обоих мерных сосудах будет на одной высоте. По шкале можно определить отклонение двух различных точек измерения друг от друга. Открытая система является чувствительной, неудобной в обращении, требует наличия двух точек измерения и обладает небольшим диапазоном измерения. Как и в случае с ватерпасом, результат измерения «оценивается» пользователем.

Отвес (рис.4.1в): метод измерения подчиняется законам физики в отношении силы тяжести. Отвес направляется к центру земли, его ось находится точно под углом 90° к (теоретической) поверхности земли и соответственно к горизонтали. Отвесы показывают положение вертикали.

Электрооптические методы измерения

При достаточной точности такие методы являются очень надежными и осуществляются без использования механически подвижных конструктивных элементов. Они проводятся с небольшими затратами, но обладают одним недостатком: с увеличением точности увеличивается и ограничение диапазона измерения по горизонтали или вертикали.

Метод: эталонный сигнал формируется уровнем ватерпаса («эталонная платформа»), который фиксируется в корпусе измерительного прибора, и пузырек воздуха которого выверяется по горизонтали. Отклонение пузырька воздуха от эталонного положения регистрируется фотоэлементами, обрабатывается электронным измерительным устройством и индицируется в цифровом виде на дисплее (рис. 4.2).



Функционирование: пузырек воздуха в частично заполненном легкоподвижной жидкостью стеклянном уровне с небольшим изгибом всегда располагается по горизонтали. Чем больше изгиб уровня, тем меньше отклонение (и соответственно точность) пузырька воздуха, но тем больше диапазон измерения.

Чем меньше изгиб уровня, тем больше отклонение (и соответственно точность) пузырька воздуха при аналогичном изменении положения. Диапазон измерения уменьшается.

На уровне механически жестко закреплены фотоэлементы, которые бесконтактным способом фиксируют положение пузырька воздуха и передают данные на измерительное устройство. Для определения горизонтали

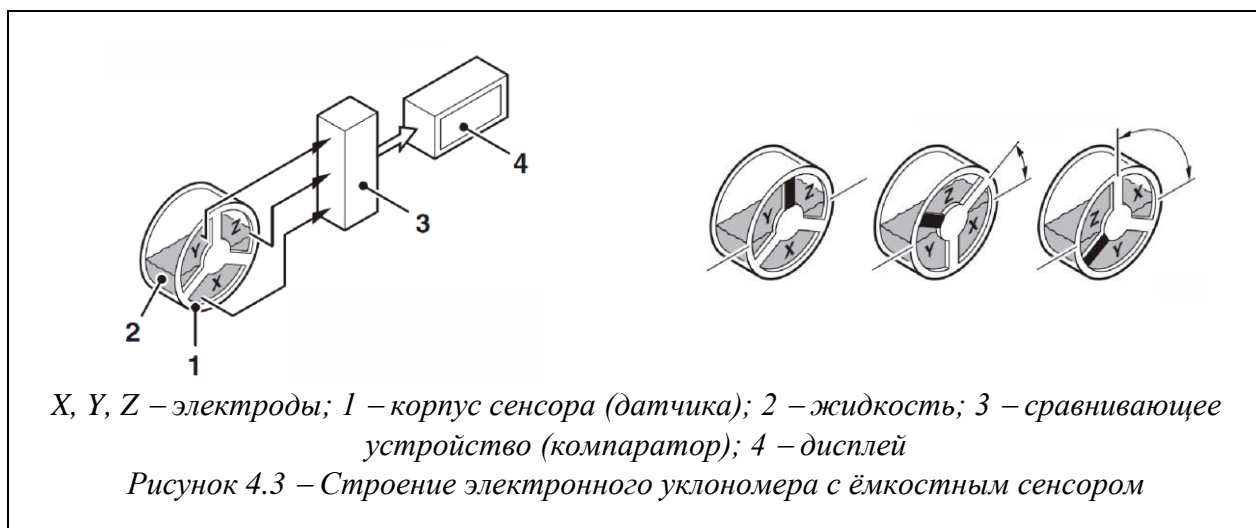
и вертикали необходимо использовать два различных уровня, которые следует устанавливать под углом 90° друг к другу.

Границы устойчивой работы: метод измерения достаточно прост и надежен, но наличие минимального диапазона измерения существенно ограничивает возможность его применения на практике. По этой причине *электрооптический метод измерения используется в основном как базовый для нивелиров или для процесса нивелирования оптических измерительных и переносных приборов (нивелирные лазеры, вращающиеся лазеры).*

Ёмкостные методы измерения

Эти методы могут осуществляться с большой точностью и очень высокой достоверностью без использования механически подвижных конструктивных элементов. Они проводятся с небольшими затратами; у них неограниченный диапазон измерения вокруг оси.

Ёмкостный сенсор фиксирует отклонение от горизонтального или вертикального эталонного уровня и передает информацию в виде сигнала. Данный сигнал анализируется в электронной системе прибора и выводится на дисплей в виде цифрового показателя (рис. 4.3). Благодаря специальному режиму управления пользователь может при необходимости выполнить повторную калибровку устройства, что обеспечивает повышенную точность измерения.



Герметичный блок ёмкостного сенсора прочно закреплен в корпусе прибора с помощью механического соединения. Сенсорный сигнал анализируется в электронном модуле, соединенном с жидкокристаллическим дисплеем и блоком сенсора.

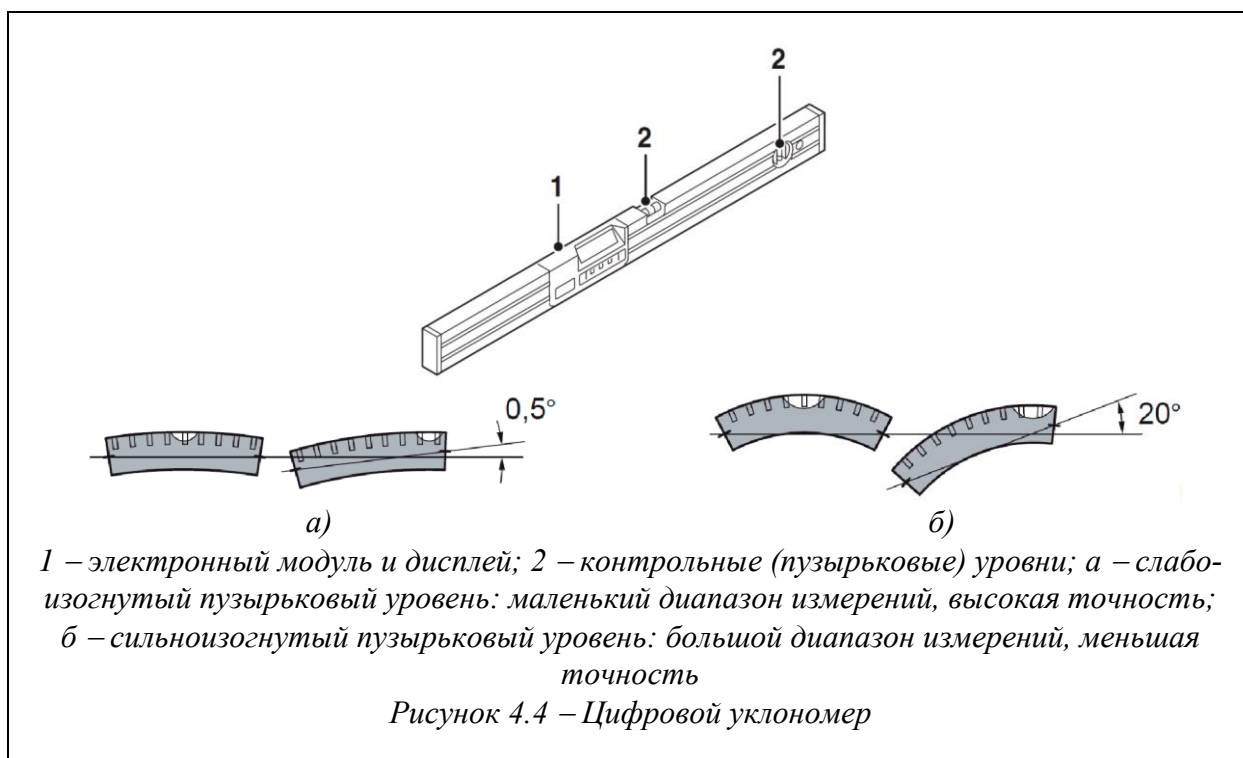
В зависимости от области применения сенсорный и электронный модуль вместе с дисплеем устанавливаются в корпусе различной длины.

Метод: эталонный сигнал формируется емкостным датчиком («эталонная платформа»), который фиксируется в корпусе измерительного

прибора, и в котором соответствующая жидкость располагается горизонтально по закону силы тяжести. Положение жидкости регистрируется емкостным датчиком, обрабатывается электронным измерительным устройством и выводится в виде индикации.

Функционирование: датчик уклона имеет форму закрытой коробки, в которой расположено несколько металлических сегментов (электродов). Коробка не полностью заполнена легкоподвижной жидкостью, которая частично смачивает металлические сегменты: при различных углах наклона электроды X, Y и Z смачиваются в различных отношениях. При изменении положения датчика уклона изменяется соотношение поверхностей смоченных сегментов и соответственно их емкость по отношению друг к другу. Это относительное изменение емкости отдельных сегментов по отношению друг к другу представляет собой измеряемый сигнал (величину отклонения), который обрабатывается электронным процессором и выводится на дисплей. Стабильность точности обеспечивается возможностью калибрования измерительного устройства.

Цифровой уклономер. В просторечии *цифровые уклономеры* называют еще *цифровыми (электронными) уровнями* (см. рис. 4.4). Датчики определяют угол наклона линейки, и измеренные значения отображаются на встроенном дисплее в цифровой форме и с высокой точностью. Показание можно сохранить на дисплее нажатием кнопки для последующего его считывания.



Индикация результатов измерений может осуществляться по выбору в *угловых градусах (°)* или *процентах уклона (%)*. Возможны также вывод на

дисплей имитационного воздушного пузырька и дополнительная *акустическая сигнализация положений 0° и 90°*.

Отображение в угловых градусах применяется для измерений составных частей здания и конструкций, например, лестниц, скатов крыши, углов.

Отображение в процентах уклона применяется для измерений на уклонах дорог, дренажных канавах, рельсах.

Границы устойчивой работы: метод измерения прост и надежен; диапазон измерения составляет 360°. Такие свойства делают ёмкостной метод измерения в значительной степени пригодным для практического использования.

Цифровые уровни более точные, чем стандартные уровни с воздушным пузырьком одинаковой ценовой категории, потому что их можно калибровать всякий раз, когда это становится необходимым.

При проведении строительно-монтажных, ремонтных, столярных и отделочных работ применяются *электронные угломеры и уклономеры*. С их помощью можно легко сделать разметку вертикальной или горизонтальной плоскости, отмерить и проверить углы наклона.

4.1.2 Цифровой уклономер GIM 60 L Professional

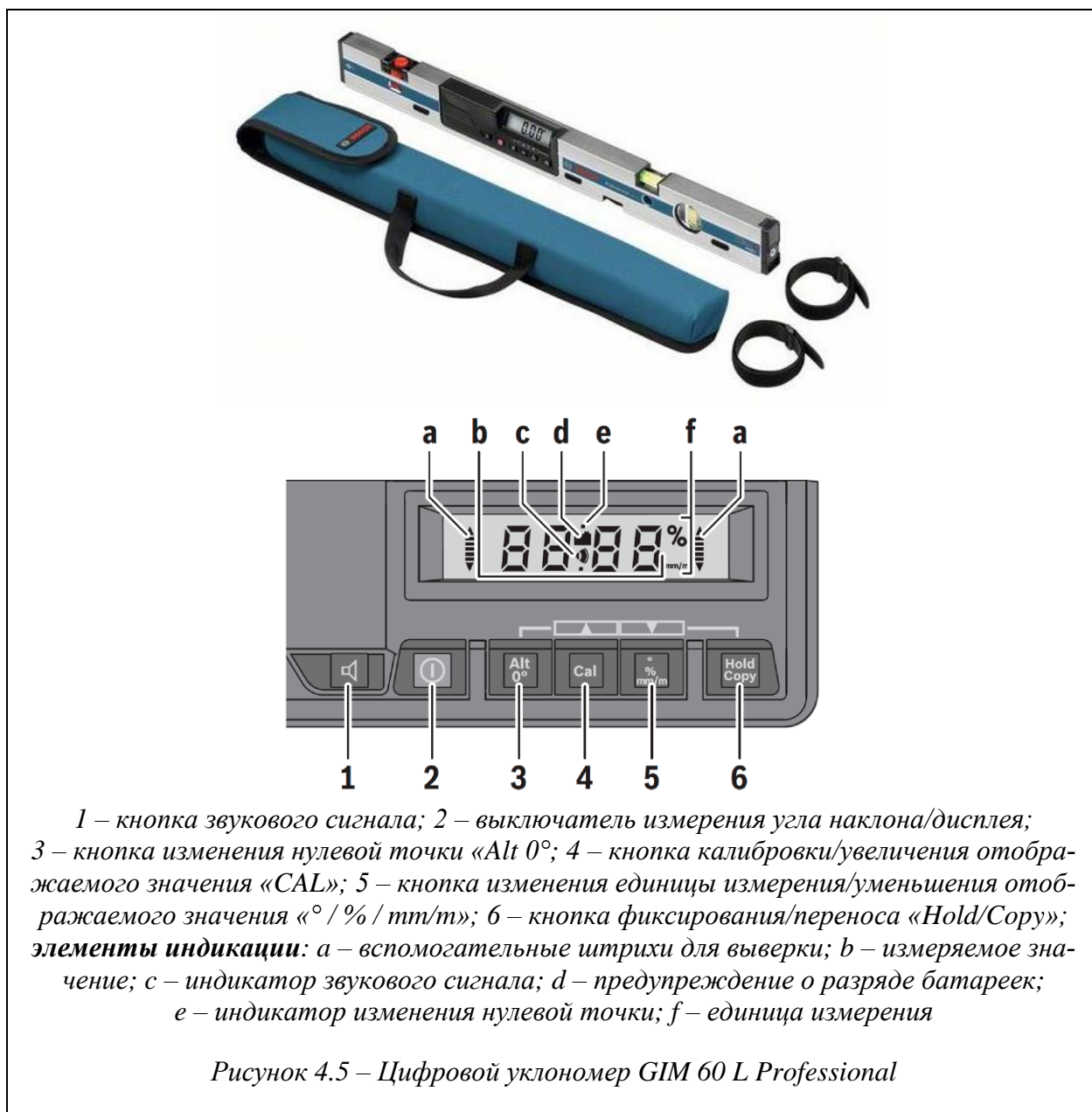
Цифровой уклономер GIM 60 L Professional (*рис. 4.5*) – новый измерительный инструмент компании Bosch для *точного измерения и абсолютно точного переноса углов наклона* на длинные расстояния. Он не только полностью заменяет обычный ватерпас, но и отличается более высокой точностью измерений и универсальными возможностями применения.

Электронный уровень GIM 60 L Professional со *встроенным точечным лазером* расширяет линейку цифровых угломеров Bosch. Цифровой уклономер GIM 60 L Professional предоставляет специалистам еще больше комфорта и гибкости за счёт новых возможностей позиционирования и фиксации уровня, а также благодаря дополнительным функциям, например, таким как «альтернативная нулевая точка» («Alt 0°»).

Встроенный *точечный лазер* помогает легко переносить углы наклона на расстояния до 30 м. Отлично подходит для монтажников, эксплуатации и улучшений зданий, постройки лестниц, работ с гипсокартоном и т.д.

Электронный уровень длиной 60 см из алюминиевого профиля с цифровым дисплеем и встроенными пузырьковыми уровнями может быть точно выровнен на неровной поверхности с помощью своих двух ножек. Простым нажатием на кнопку необходимо выпустить вниз нивелировочные ножки и отрегулировать установку уровня точно до 0° с помощью установочного винта. Три сильных магнита на нижней части прибора позволяют быстро и легко зафиксировать уклономер на металлических строительных компонентах. Другой способ крепления – это использование двух ремней,

поставляемых с прибором, для надежной фиксации электронного уровня на деревянных конструкциях и немагнитных объектах (пластиковых трубах диаметром до 125 мм). Всё это расширяет область применения инструмента и позволяет освободить обе руки для работы.



Для выравнивания уклономера на плоской и неровной поверхности в корпус измерительного прибора встроен нивелировочный механизм, позволяющий выровнять уровень в положение 0°.

Цифровой уклономер GIM 60 L Professional используется везде, где уклоны или углы должны быть измерены или перенесены с высоким уровнем точности – например, при установке стропил и лестничных перил, выравнивании кухонь и сантехники, прокладки воздуховодов и труб. Для выполнения всех этих работ GIM 60 L Professional имеет проверенные временем функции,

такие как «**Hold/Copy**». Простым нажатием кнопки «**Hold**» можно сохранить результат измерения на дисплее, а затем сосчитать его в удобной позиции. «**Copy**» может быть использована для копирования измеренного уклона и удобного легкого переноса его на другие объекты, например, для выравнивания всех стропил под одним и тем же углом.

Расширением этих функций является возможность точной установки данных значений. Например, если измеренный уклон $37,2^\circ$, он может быть установлен до 37° простым нажатием кнопки. Благодаря новой функции «Зеркальный уклон», измеренное значение может быть зеркально отражено относительно вертикальной оси. Это может быть использовано для передачи того же угла на обе стороны крыши.

Ещё одним преимуществом GIM 60 L Professional является *режим звуковой сигнализации*. Звуковой сигнал *автоматически звучит* при установке уровня в горизонтальное (0°) или вертикальное (90°) положения, а также может быть активирован в режимах «**Hold/Copy**» или в «**Alt 0°**». Это позволяет точно выровнять строительные конструкции, даже когда не виден дисплей. Пользователю не нужно прибегать к визуальному контролю показаний жидкокристаллического дисплея. При этом звуковой сигнал можно настроить на необходимый угол. Звуковой сигнал не только показывает исходный угол, но и служит для зеркального определения угла наклона при работе с симметричными конструкциями.

Для того, чтобы скопировать значение угла, прибор нужно просто приблизительно установить под требуемым углом (или оставить на столе), так как значение «**Hold**» может быть установлено с помощью кнопок «**▲**» и «**▼**». Таким образом можно ввести требуемое значение **Hold/Copy** намного быстрее!

Еще одной новой возможностью является выбор альтернативной нулевой точки с помощью функции «**Alt 0°**». Это может быть использовано, чтобы быстро и легко определить отклонение от желаемого результата. Если, например, крыша должна иметь наклон 45° , необходимо установить альтернативную нулевую точку на 45° . Если фактический уклон лишь $43,8^\circ$, то отклонение в $1,2^\circ$ высветится непосредственно на дисплее.

Для быстрой проверки отклонения от требуемого наклона двух или более конструкций любое значение наклона может быть установлено, как «альтернативный 0° ». Значение может быть легко отрегулировано с помощью кнопок «**▲**» и «**▼**». Как только выбрано альтернативное значение « 0° », дисплей будет показывать отклонение от этого угла.

Характерные особенности электронного уровня GIM 60 L Professional:

- *прецизионный цифровой уклономер;*
- *точное измерение углов наклона в градусах, процентах или мм/м;*
- *стрелки с указанием направления и звуковые сигналы при 0° и 90° для простого выравнивания;*

- функция «Hold/Сору» для фиксации и переноса результатов измерения;
- автоматическое переворачивание значений на дисплее при работе над головой;
- акустический сигнал при 0° и 90°;
- простая калибровка для длительного сохранения точности;
- прочный алюминиевый корпус;
- хорошо читаемый дисплей;
- два пузырьковых уровня позволяют использовать уклономер в качестве ватерпаса;
- возможность точного позиционирования на неровных поверхностях;
- лёгкая фиксация на металлических поверхностях и трубах;
- возможность установки на штатив.

Технические характеристики цифрового укломера GIM 60 L Professional

Лазерный диод (тип лазера)	635 нм, < 1 мВт
Класс лазера	2
Диаметр лазерного луча (при 25 °С) на расстоянии 5 м, мм	3,5
Диаметр лазерного луча (при 25 °С) на расстоянии 10 м, мм ...	6
Диапазон измерений, °	0–360° (4 x 90°)
Погрешность электронных измерений 0°-90°, °	±0,05
Погрешность электронных измерений 1°-89°, °	±0,2
Точность измерения, пузырьковый уровень, °	±0,1
Рабочий диапазон лазера, м	30
Точность вертикального нивелирования лазера, мм/м	±0,5
Электропитание уровня	1 x 9 В (6LR61)
Электропитание лазера	2 x 1,5 В LR03
Время работы – измерение угла наклона, час, приблизительно	300
Время работы – режим лазера, час, приблизительно	20
Автоматика отключения, минут	30
Рабочая температура, °С	от –10 до +50
Температура хранения, °С	от –20 до +70
Единицы измерения	°, %, мм/м
Резьба патрона штатива, дюймы	1/4
Длина, мм	600
Ширина, мм	27
Высота, мм	59
Вес, кг, приблизительно	0,9
Степень защиты	IP 54

Примеры использования цифрового укломера GIM 60 L Professional приведены на рисунке 4.6.



а)



б)



в)



г)

*а – перенос угла наклона на длинные расстояния; б – сборка кухонной мебели:
в – выравнивание сантехнического оборудования; г – выравнивание пола*

Рисунок 4.6 – Измерения с помощью цифрового уклономера

4.1.3 Закрепляющий материал 2

I. Продолжите предложение:

1. Ватерпас предназначен для измерения отклонений от _____ и _____.
2. Два пузырьковых уровня в приборе позволяют использовать уклономер GIM 60 L Professional в качестве _____.

II. Дополните предложение недостающей информацией:

1. При измерении шланговым ватерпасом требуется наличие _____ точек измерения.
2. При ёмкостном методе измерения уклона отклонения от горизонтали и вертикали фиксируются и анализируются в _____ системе прибора и выводятся на _____ в виде цифрового показателя.

III. Выберите несколько правильных ответов и обведите:

1. К измерительным инструментам с механическим методом измерения относятся:

- а) отвес;
- б) ватерпас;
- в) шланговый ватерпас.

Ответ:

2. Цифровой уклономер GIM 60 L Professional используется при измерении уклонов и углов при установке:

- а) труб;
- б) стропил;
- в) воздуховодов.

Ответ:

3. Система шлангового ватерпаса для выполнения измерений заполняется водой:

- а) простой;
- б) подкрашенной;
- в) дистиллированной.

Ответ:

4.2.1 Общие сведения

Процесс измерения угла, как и процесс измерения уклона, при выполнении строительного-монтажных работ встречается часто.

Измерение углов является методом определения положения обрабатываемых деталей или компонентов по отношению друг к другу.

Измерение углов механическим путем осуществляется при помощи калиброванной шкалы на двух подвижных и связанных между собой планках.

Механические угломеры могут обеспечивать высокую точность, но результат измерения должен визуально определяться и интерпретироваться пользователем. При ограничении обзора шкалы угольника (плохое освещение, загрязненность, ношение очков) практическая точность может быть значительно уменьшена.

При использовании цифрового (электронного) метода измерений угол регистрируется при помощи датчика вращения и преобразуется посредством измерительного механизма. Система на базе датчика вращения имеет высокую точность и длительную стабильность, потому что она контролирует себя и настраивается несколько раз в секунду. В результате эта измерительная система нечувствительна к старению или изменяющимся рабочим напряжениям.

Различают измерения:

- *абсолютное* (измеряется и показывается значение, пропорциональное определенному углу);
- *относительное* (измеренное значение сравнивается с постоянной заранее известной величиной, а полученное отношение определяется и показывается в качестве результата измерения).

Благодаря индикации измеряемого угла в абсолютных величинах цифровые угломеры позволяют добиться очень высокой точности процесса измерения. При цифровой обработке измеряемого сигнала с помощью процессора появляется возможность запоминания результатов измерения.

При помощи цифрового метода измерения можно компенсировать изменения, связанные с процессом старения инструмента (выполнить калибровку инструмента), и тем самым добиться большой точности измерений углов в течение всего срока его службы.

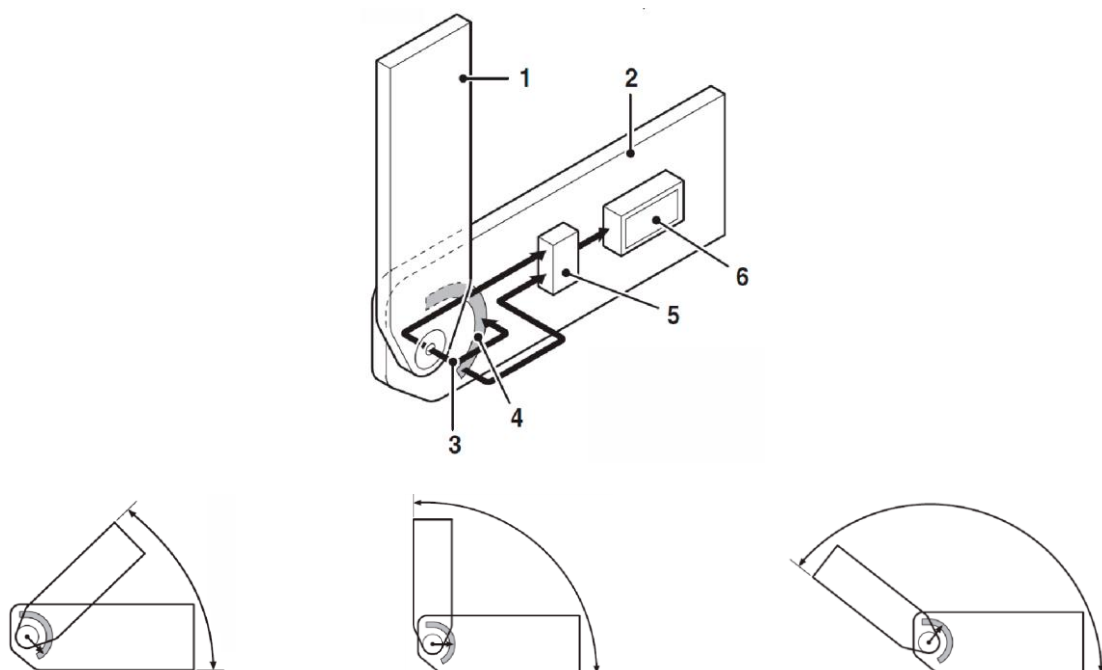
Методы измерения. Все методы измерения угла осуществляются электромеханическим путем, иногда при использовании оптических передающих элементов. На практике обычно применяются два метода измерения:

- с использованием электромеханического датчика;
- с использованием электрооптического вращающегося датчика.

Каждый из этих методов обладает свойствами, обусловленными принципом действия, которые в значительной степени определяют точность измерения и ее стабильность в течение процесса измерения и соответственно практическую пригодность.

Использование электромеханического датчика

При осуществлении этого метода прямого измерения измеряемый угол преобразуется непосредственно (чаще всего) в аналоговый электрический сигнал и выводится для индикации на дисплей (рис. 4.7).



1 – подвижная (откидная) сторона; 2 – базовая сторона; 3 – скользящий контакт на откидной стороне; 4 – электрическое сопротивление; 5 – измерительный преобразователь; 6 – дисплей

Рисунок 4.7 – Электромеханическое измерение угла (принцип измерения)*

* Положение скользящего контакта изменяется соответственно изменению положения угла

Метод: положение угла в измерительном устройстве механически переносится на поворотный переменный резистор или потенциометр с реохордом (потенциометр).

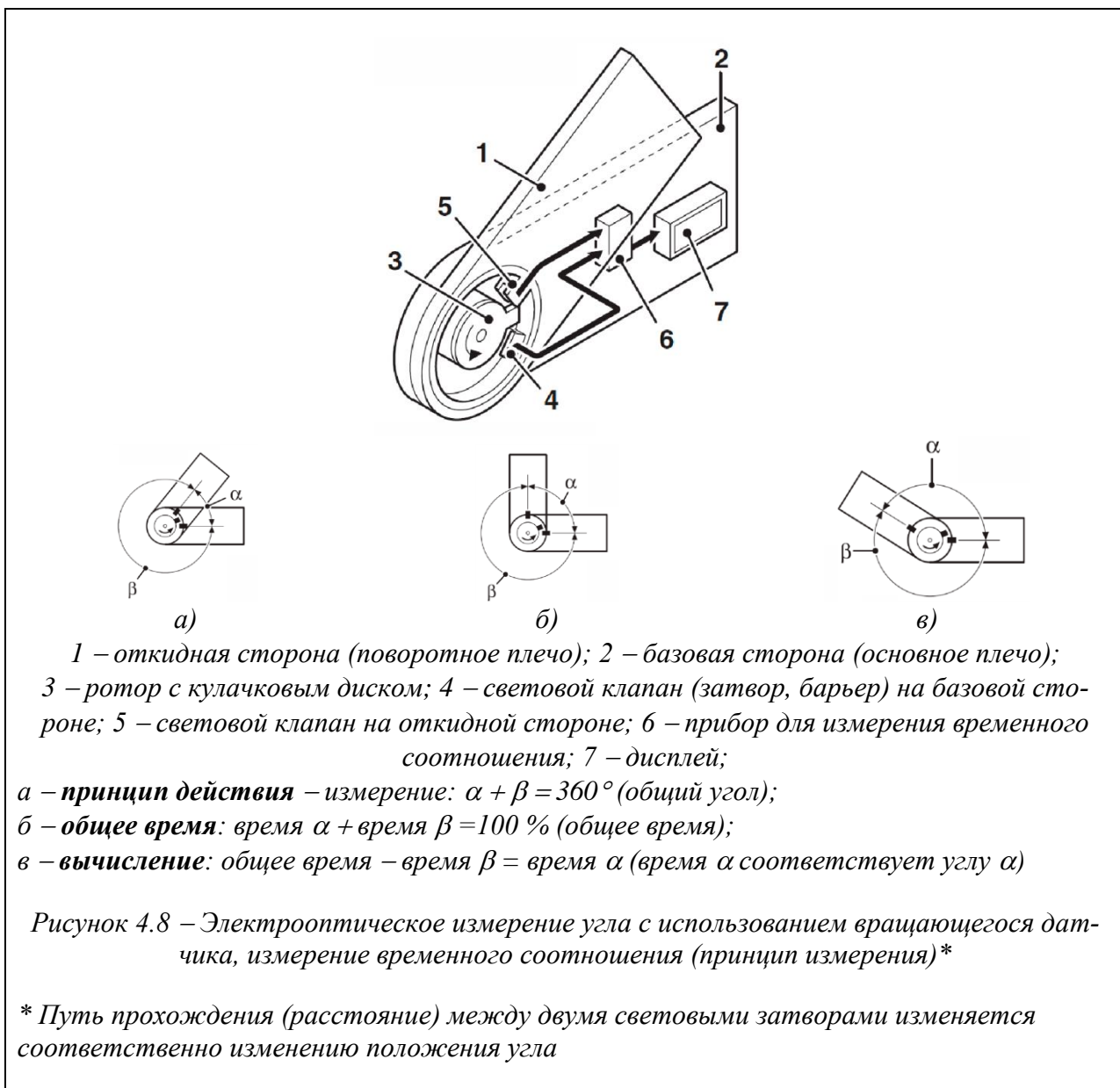
Функционирование: электроника измерительного устройства подает на измерительный резистор стабилизированное электрическое напряжение. Подвижная сторона угломера по положению угла позиционирует токосъемный контакт на измерительном резисторе. Снимаемое с потенциометра

напряжение соответствует положению угла и с помощью простой электронной схемы оно выводится для индикации на дисплей.

Границы устойчивой работы: метод измерения подчиняется физическим законам механики. На простой и недорогой конструкции люфт подшипника и износ могут существенно повлиять на точность индикации. Шокковые нагрузки (падение) могут так же незаметно сбить основную регулировку измерительного устройства, как и старение измерительного потенциометра. После этого точное измерение не представляется возможным.

Использование электрооптического вращающегося датчика

Электрооптический метод измерения с использованием ротационного сенсора основан на сравнении замеренного угла с эталонным углом на круговой шкале (см. рис. 4.8). На основе полученного соотношения двух углов рассчитывается контрольное значение (определяется результат измерения) и выводится для индикации на дисплей.



Метод: в процессе измерения ротационный кулачковый диск перекрывает два световых клапана, из которых один установлен неподвижно, а второй – перемещается вместе с измерительным блоком в зависимости от замеренного угла. Соотношение между периодами оборота кулачкового диска служит для определения замеренного угла.

Функционирование: при каждом обороте кулачкового диска фиксированный световой затвор перекрывается. Каждый такой процесс перекрывания по затраченному для этого времени является сигналом для измерительного устройства о том, что кулачковый диск сделал оборот в 360° . Во время этого цикла кулачковый диск всякий раз перекрывает и подвижно расположенный световой затвор. Отдельные периоды времени, которые кулачковый диск использует для прохождения от фиксированного светового затвора к подвижному и снова к фиксированному, вводятся во временное соотношение для общего цикла. По этому соотношению с очень большой точностью можно определить измеренный угол. Вследствие того, что измеряются не прямые абсолютные величины, а подобные углу временные соотношения, точность не зависит от частоты вращения кулачкового диска.

Границы устойчивой работы: метод измерения является надежным при одновременно высокой точности. Влияние механического износа компенсируется относительным измерением методом сравнения. Во время вращения кулачкового диска измерительное устройство осуществляет свой собственный автономный контроль.

4.2.2 Цифровой угломер GAM 220 MF Professional

Цифровой угломер GAM 220 MF Professional (рис. 4.9) – это высокоточный инструмент профессионального класса со множеством вариантов применения: строительно-монтажные работы, обработка дерева и внутренняя отделка помещений. *С его помощью можно измерить и перенести угол, рассчитать односторонний и двухсторонний скос, проверить и выверить вертикаль и горизонталь в диапазоне от 0° до 220° . Принцип действия инструмента основан на электрооптическом методе измерения с использованием датчика вращения (ротационного сенсора).*

Датчик вращения измеряет угол между двумя плечами угломера несколько раз в секунду и сравнивает получающийся результат с полным кругом (360°).

Цифровой угломер обеспечивает быстрое и точное измерение угла с индикацией полученных данных. Установленный в приборе *уклономер* также позволяет определить малейшее отклонение от горизонтального или вертикального уровня.

Благодаря использованию метода сравнительных измерений между полным углом 360° и установленным углом, по принципу разностей достигается чрезвычайно большая точность измерений, равная $\pm 0,1^\circ$. При помощи *цифрового угломера* GAM 220 MF Professional осуществляется измерение

углов от 0° до 220°, а также индикация результатов измерений в цифровом виде на дисплее.

Для проведения дополнительных измерений по принципу ватерпаса цифровой угломер GAM 220 MF Professional имеет два уровня.



Для измерения угла в ограниченном рабочем пространстве (труднодоступных местах) или на короткой опорной поверхности (выступах или ступе-

нях) можно использовать специальную удлинительную линейку (выдвижную шину) (рис. 4.10) для удлинения измерительного ребра угломера.



Рисунок 4.10 – Удлинительная линейка для угломера GAM 220 MF Professional

Измеренное значение можно сохранять (запоминать) нажатием на кнопку «Recall/Hold» и сосчитать его позже. Это позволяет удобно выполнять измерения в труднодоступных местах, где результат измерения нельзя видеть непосредственно или можно видеть только с большим трудом.

Особенности угломера GAM 220 MF Professional:

1. Четкий контроль

Инструмент оснащен дисплеем с четкой индикацией – для контроля за рабочим состоянием цифрового угломера GAM 220 MF Professional



2. Простое управление

Простое и понятное управление при измерениях. Угломер имеет множество функций: измерение, перенос углов; расчет односторонних и двухсторонних скосов; сохранение, вызов и удаление значений



3. Наличие пузырькового уровня

Встроенный пузырьковый уровень – для определения горизонтали и вертикали



Преимущества угломера GAM 220 MF Professional

- *точный расчёт углов скоса одним нажатием кнопки;*
- *автоматический расчёт простых и сдвоенных углов скоса без вспомогательных средств;*
- *быстрый расчёт и перенос углов благодаря функции запоминания часто используемых угловых мер;*
- *для измерения в труднодоступных местах инструмент оснащен удлинительной линейкой;*
- *быстрый расчёт простых и сдвоенных углов скоса, а также определение углов наклона;*

- *простое управление, акустический сигнал, функции запоминания и расчёта, а также автоматический переворот индикации при работе над головой для удобства работы;*
- *небольшие габариты и малый вес (всего 1,1 кг) – для удобной работы;*
- *питание от пальчиковых батареек или пальчиковых аккумуляторов (4x1,5 В LR6 (AA), 4x1,2 В KR6 (AA));*
- *независимость от наличия электросети на объекте.*

Технические характеристики цифрового угломера GAM 220 MF Professional

Диапазон измерений, °	0 – 220
Точность измерения угла, °	±0,1
Точность измерения, пузырьковый уровень, °	±0,05
Точность расчета угла, °	±0,1
Источники питания (батарейки),	4 x 1,5 В-LR6 (AA)
Автоматика отключения, минут	5
Продолжительность работы, час, приблизительно	130
Время работы – режим лазера, час, приблизительно	20
Рабочая температура, °С	от –10 до +50
Температура хранения, °С	от –20 до +70
Единицы измерения	°, %, мм/м
Резьба патрона штатива, дюймы	1/4
Длина металлической полки, мм	400
Длина, мм	432
Ширина, мм	35
Высота, мм	61
Вес, кг, приблизительно	1,1
Степень защиты	IP 54

После каждого включения цифрового угломера GAM 220 MF Professional находится в режиме «стандартных измерений». Примеры использования измерительного инструмента в режиме «стандартных измерений» приведены на рисунке 4.11.

Технология измерений

Цифровой угломер GAM 220 MF Professional может использоваться в трёх режимах работы:

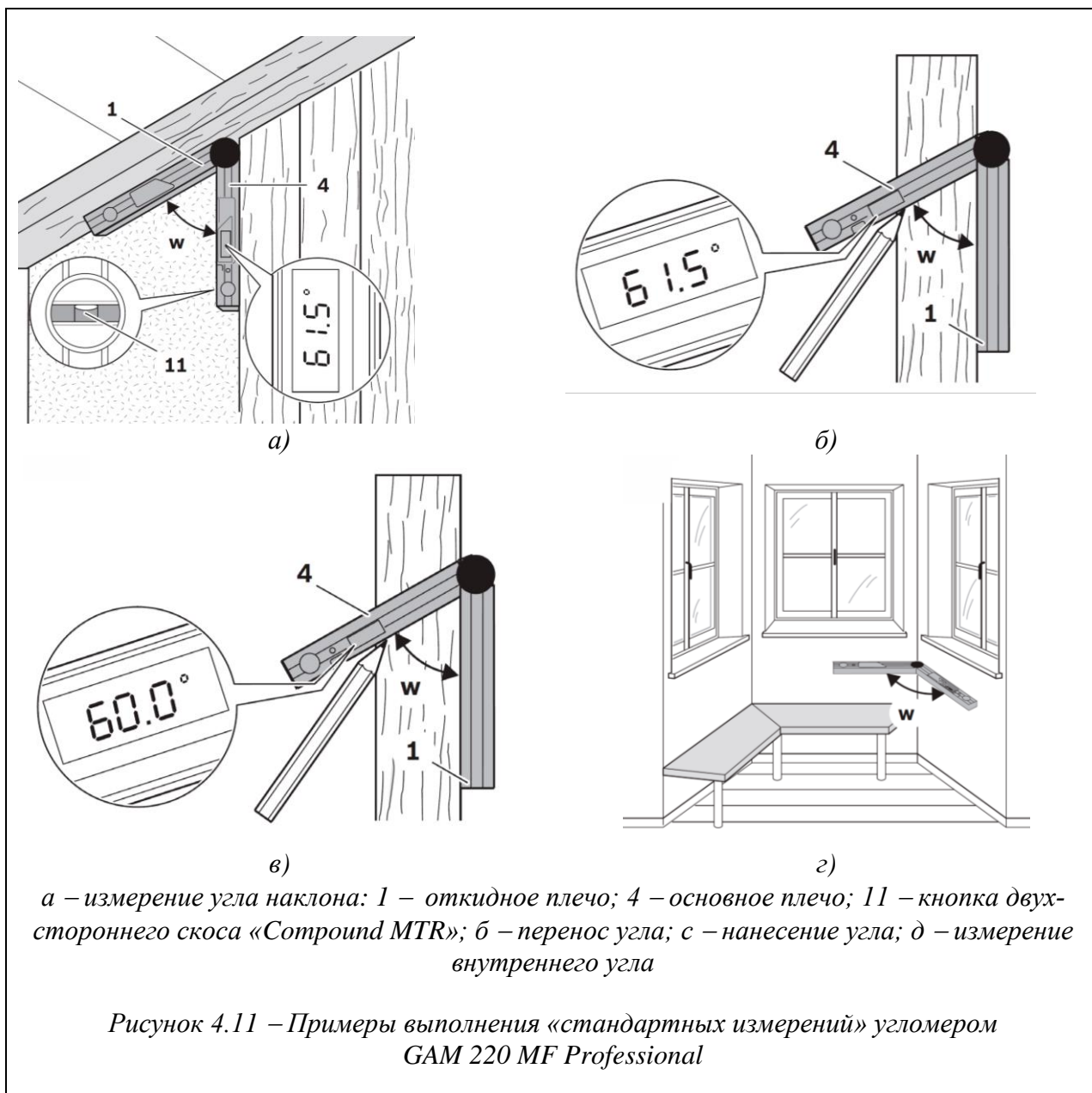
1. *Режим «Стандартных измерений».*
2. *Режим «одностороннего скоса».*
3. *Режим «двустороннего скоса».*

Режим «стандартных измерений»

- **Измерение угла**

Необходимо приложить откидное плечо **1** и основное плечо **4** к измеряемым краям (рис. 4.11а). Отобразившееся значение на дисплее соответствует внутреннему углу w между основным и откидным плечом.

Это измеренное значение отображается на дисплее до тех пор, пока не изменится угол между откидным плечом и основным плечом.



- **Перенос угла**

Необходимо измерить подлежащий переносу угол приложением откидного и основного плеча к заданному углу (рис. 4.11а).

Приложить измерительный инструмент в нужном положении к заготовке (рис. 4.11б). Можно использовать плечи в качестве линейки для нанесения угла.

Необходимо следить за тем, чтобы откидное и основное плечо во время переноса не смещались по отношению друг к другу.

- **Нанесение угла**

Необходимо открыть откидное и основное плечо настолько, чтобы индикатор измеряемого значения отобразил наносимый угол.

Приложить измерительный инструмент в нужном положении к заготовке (рис. 4.12в). Можно использовать плечи в качестве линейки для нанесения угла.

- **Сохранение измеренного значения («Recall/Hold»)**

Для сохранения актуального измеренного значения («Hold») необходимо нажать кнопку памяти «Recall/Hold» и удерживать нажатой минимум 1 секунду. Для подтверждения индикатор измеряемого значения и индикатор «HOLD» мигают на экране 2 раза, затем непрерывно отображается «HOLD».

Для вызова на дисплей сохраненного значения («Recall») необходимо нажать кнопку «Recall/Hold» и удерживать нажатой менее 1 секунды. На дисплее мигает сохраненное значение.

Для удаления сохраненного значения необходимо сложить откидное плечо и основное плечо, чтобы угол между ними составлял $0,0^\circ$. Затем необходимо нажать кнопку памяти «Recall/Hold» и удерживать нажатой более 1 секунды. Сохраненное значение удаляется, индикатор «HOLD» исчезает на дисплее.

Сохраненное значение сохраняется также и после автоматического или ручного выключения измерительного инструмента. Однако при замене батареек/полной разрядке батареек оно теряется.

- **Измерения с удлинительной линейкой**

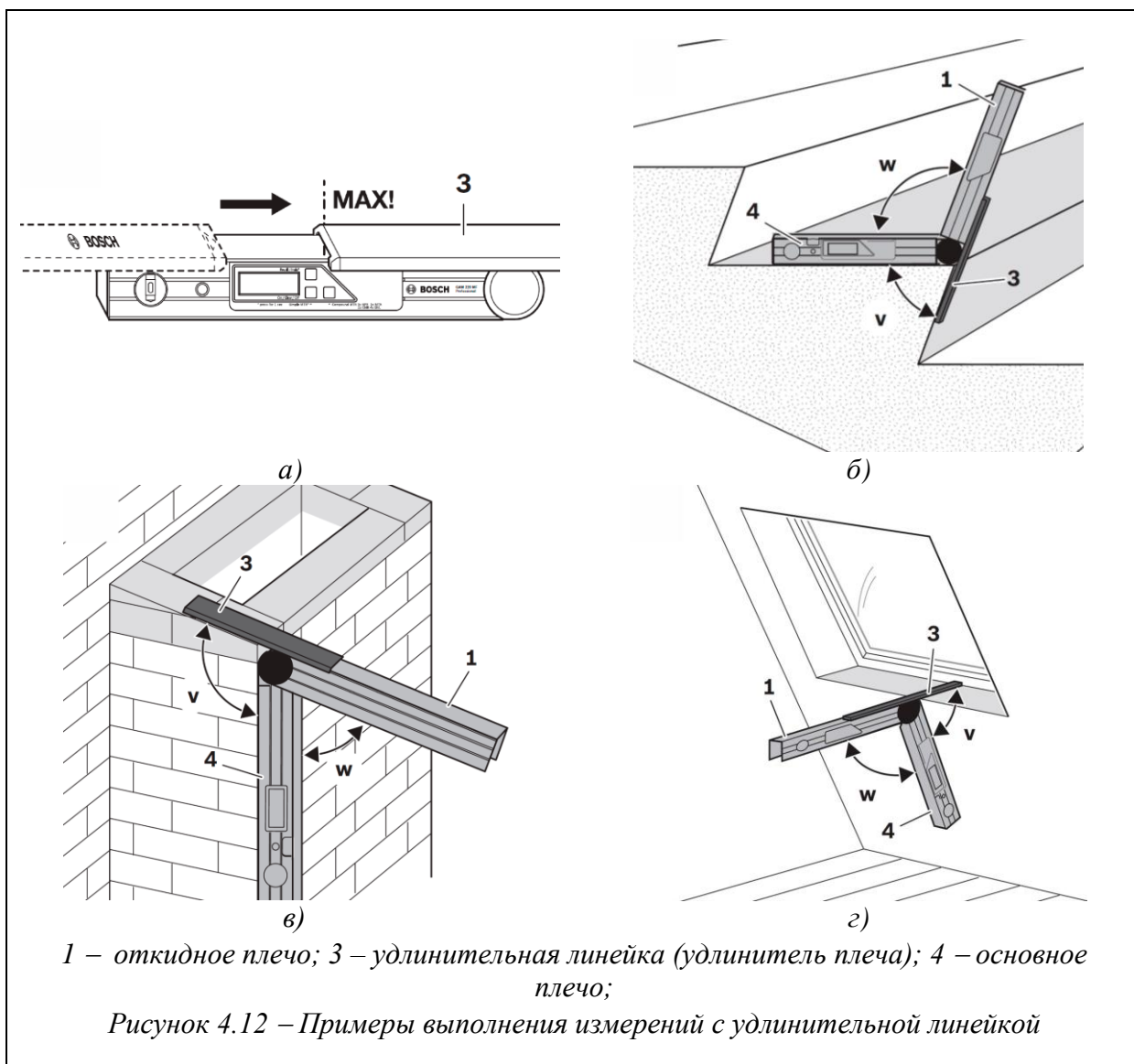
Удлинительная линейка 3 позволяет измерять угол, если контактная поверхность короче откидного плеча 1.

Удлинительную линейку 3 необходимо надвинуть спереди на откидное плечо 1, при этом обращая внимание на стрелку на удлинительной линейке (рис. 4.12а). Передвинуть удлинительную линейку на нужное расстояние можно за шарнир измерительного инструмента.

Необходимо приложить основное плечо 4 и удлинительную линейку плоско к измеряемому краю (рис. 4.12 б, в, г).

На дисплей выводится измеренное значение угла w между основным и откидным плечом. Искомый угол v между основным и откидным плечом рассчитывается следующим образом: $v = 180^\circ - w$.

Внимание! Нельзя передвигать удлинительную линейку дальше упора, в противном случае возможно повреждение удлинителя плеча.



Режим «одностороннего скоса»

Режим «одностороннего скоса» («Simple MTR») служит для расчета угла распила «MTR», когда две заготовки с одинаковым углом скоса вместе с произвольным внешним углом α° должны в сумме образовывать угол менее 180° (например, в плинтусах, опорах лестничных перил и картинных рамах) (рис. 4.13а).

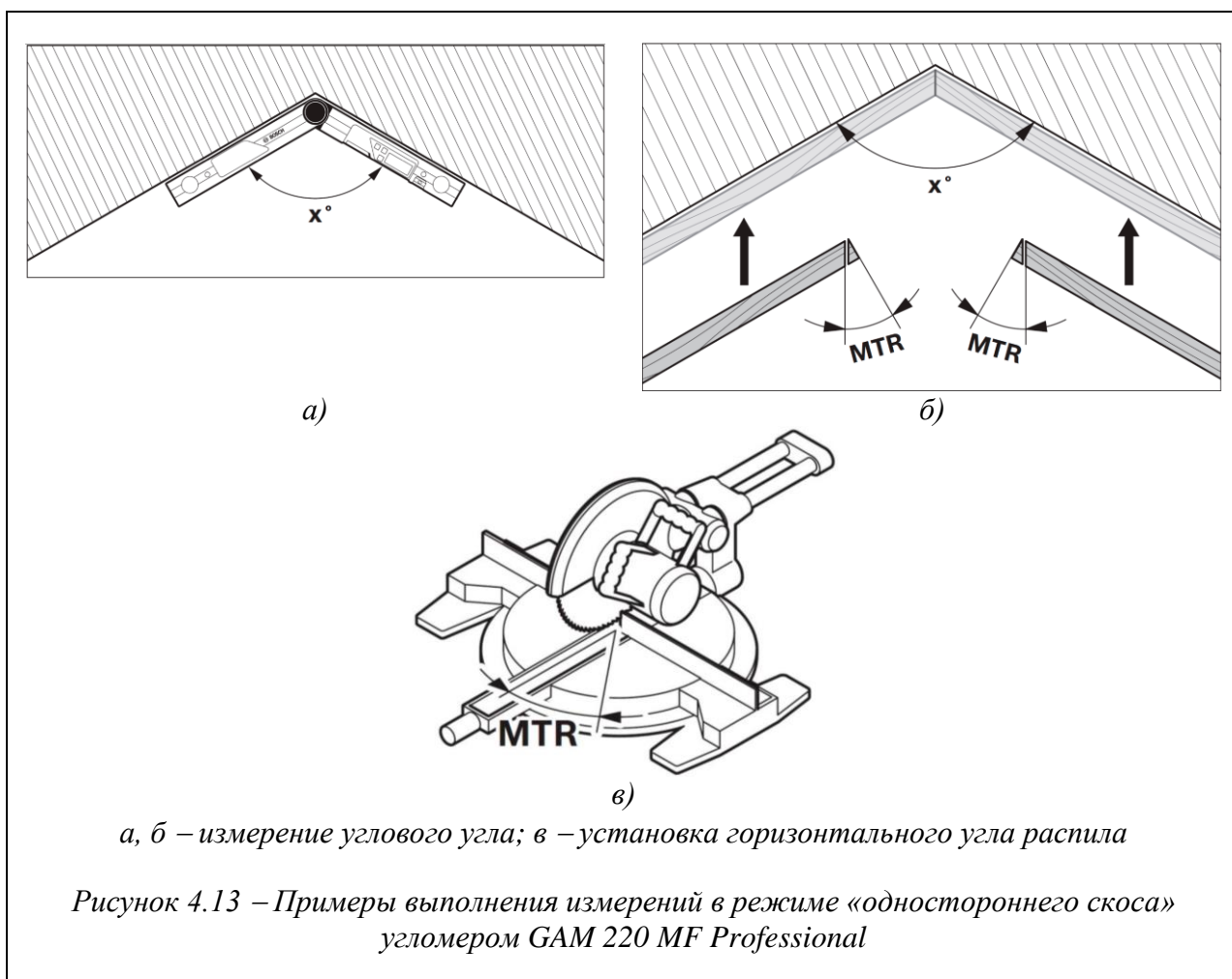
Если заготовки должны состыковываться в угле (например, в случае плинтусов), необходимо измерить угловой угол α° , приложив откидное и основное плечо (рис. 4.13б). Для заданных углов (например, в случае с картинными рамами) нужно развести откидное и основное плечо настолько, чтобы на дисплее отобразился нужный угол.

Рассчитывается горизонтальный угол распила «MTR» («Miter Angle»: горизонтальный угол распила), на который необходимо срезать две заготовки. Пильный диск находится при такой косой распиловке перпендикулярно к заготовке (вертикальный угол распила составляет 0°) (рис. 4.13в).

Нужно нажимать кнопку «On/Clear/Off Simple MTR» в течение 1 с. На дисплее отображается рассчитанный горизонтальный угол распила «MTR», который необходимо настроить на торцовочно-усорезной пиле, а также индикатор «MTR».

Если измеренный или настроенный внешний угол x° составляет более 180° , после нажатия кнопки «On/Clear/Off Simple MTR» в течение 2 с на дисплее отображается указание об ошибке «----», затем измерительный инструмент переключается в режим «стандартных измерений».

Для перехода из режима «одностороннего скоса» в режим «стандартных измерений» необходимо нажимать кнопку «On/Clear/Off Simple MTR» менее 1 с.



ВНИМАНИЕ! Рассчитанный горизонтальный угол распила «MTR» может применяться только в торцовочно-усорезных пилах, в которых вертикальный угол распила настроен на 0° . Если вертикальный угол распила настроен на 90° , угол для пилы рассчитывается следующим образом:

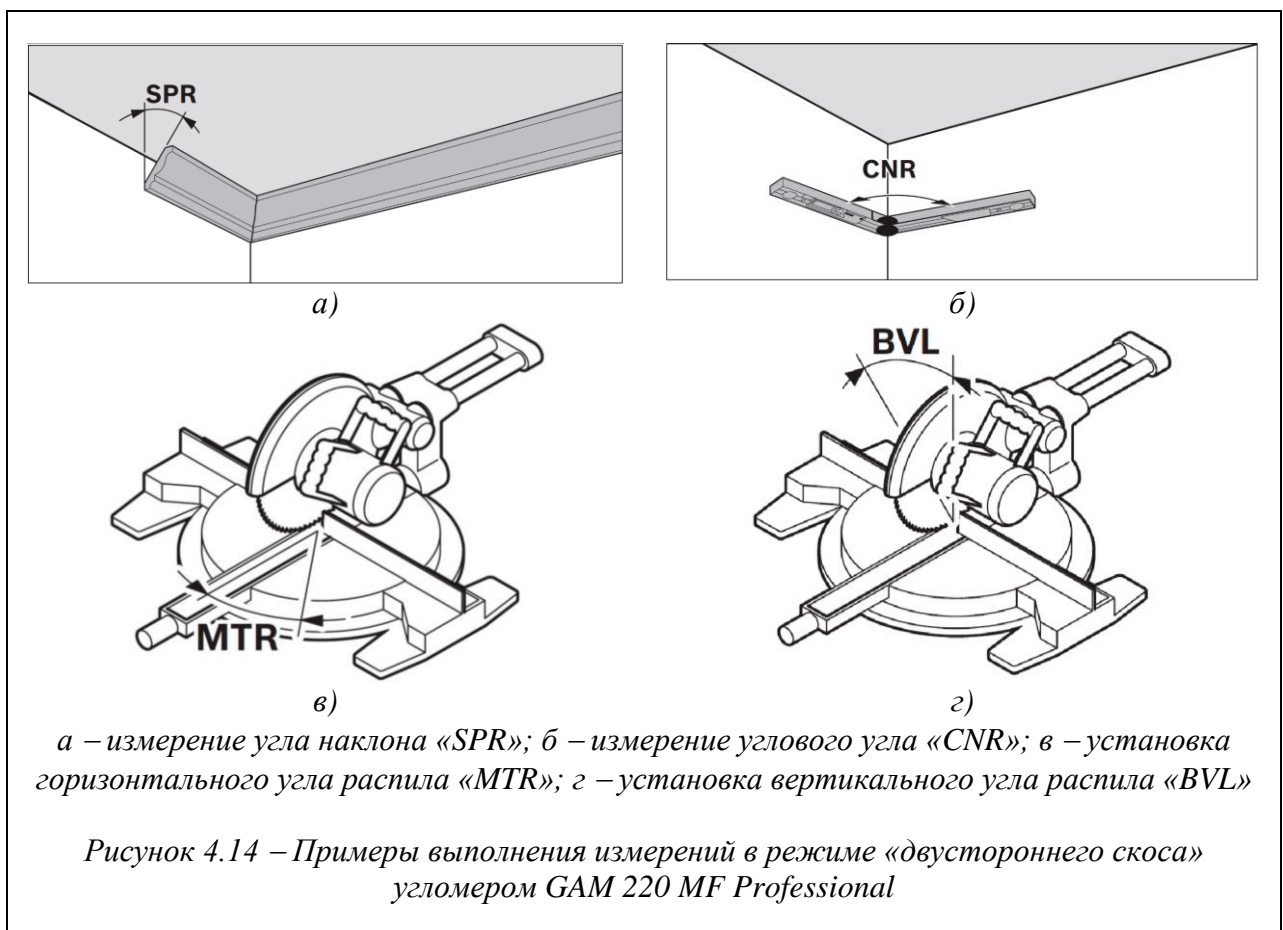
настраиваемый на пиле угол = 90° – отображаемый угол «MTR».

Режим «двустороннего скоса»

Режим «двустороннего скоса» («Compound MTR») служит для расчета горизонтальных и вертикальных углов распила, когда две заготовки с различными углами (например, в случае потолочных плинтусов) должны с предельной точностью состыковываться друг с другом.

Порядок выполнения рабочих операций:

1. Сохранение угла наклона «SPR» (Spring Angle) (рис. 4.14а).
2. Сохранение углового угла «CNR» (Corner Angle) (рис. 4.14б).
3. Определение горизонтального угла распила «MTR» (Miter Angle) (рис. 4.14в).
4. Определение вертикального угла распила «BVL» (Bevel Angle) (рис. 4.14г).



- **Сохранение угла наклона «SPR» (Spring Angle)**

Сохранение угла наклона возможно следующими способами:

- При известном угле наклона нужно развести откидное и основное плечо настолько, чтобы на дисплее отобразился нужный угол наклона.
- При неизвестном угле наклона нужно измерить его. Для этого необходимо положить измеряемую заготовку между откидным и основным плечом.

Если заготовка слишком узкая или маленькая для того, чтобы измерить её с помощью измерительного инструмента, нужно использовать вспомогательные средства, такие как шаблон, а затем установить полученный угол на измерительном инструменте.

- Вызвать на дисплей уже имеющееся сохраненное значение коротким нажатием кнопки памяти «Recall/Hold».
- Нажать кнопку «Compound MTR», чтобы сохранить измеренный / вызванный из памяти угол для двустороннего скоса. На дисплее отображается «SPR» и актуальный угол. Если при нажатии кнопки «Compound MTR» угол составляет более 90°, но менее 180°, то угол наклона «SPR» автоматически пересчитывается следующим образом:

$$\text{«SPR»} = 180^\circ - \text{измеренный/настроенный угол}$$

- ***Сохранение углового угла «CNR» (Corner Angle)***

Для измерения углового угла необходимо приложить откидное и основное плечо плоско к стене, настроить на измерительном инструменте известный угловой угол или вызвать сохраненное значение угла из памяти.

Для сохранения измеренного или вызванного из памяти углового угла для двустороннего скоса нужно вновь нажать кнопку «Compound MTR». На дисплее отображается «CNR» и актуальный угол.

- ***Определение горизонтального угла распила «MTR» (Miter Angle)***

Необходимо вновь нажать кнопку «Compound MTR». На дисплее отображается «MTR» и рассчитанный горизонтальный угол распила для торцовочно-усорезной пилы.

- ***Определение вертикального угла распила «BVL» (Bevel Angle)***

Необходимо вновь нажать кнопку «Compound MTR». На дисплее отображается «BVL» и рассчитанный вертикальный угол распила для торцовочно-усорезной пилы.

Указания для режима «двустороннего скоса»

Если угол наклона («SPR») или угловой угол («CNR») составляют более 180°, после нажатия кнопки «On/Clear/Off Simple MTR» в течение 2 с на дисплее отображается указание об ошибке «----», после чего измерительный инструмент переключается в режим «стандартных измерений».

Рассчитанный горизонтальный угол распила «MTR» может применяться только в торцовочно-усорезных пилах, в которых вертикальный угол распила настроен на 0°. Если вертикальный угол распила настроен на 90°, угол для пилы рассчитывается следующим образом:

$$\text{настраиваемый на пиле угол} = 90^\circ - \text{отображаемый угол «MTR»}$$

При необходимости можно вновь вызвать на дисплей горизонтальный и вертикальный углы распила, но только до тех пор, пока не была нажата кнопка «On/Clear/Off Simple MTR» для переключения режима.

Нажать для вызова углов кнопку «Compound MTR». На дисплее отображается «MTR» и рассчитанный горизонтальный угол распила, после повторного нажатия кнопки «Compound MTR» отображается «BVL» и вертикальный угол распила.

Для перехода из режима «двухстороннего скоса» в режим «стандартных измерений» необходимо нажимать кнопку «On/Clear/Off Simple MTR» менее 1 с.

V. Выберите несколько правильных ответов и обведите:

1. Цифровым угломером GAM 220 MF Professional можно выполнять следующие операции:

- а) измерение и перенос углов;
- б) расчет односторонних и двух-
сторонних скосов;
- в) измерение расстояния и площа-
ди.

Ответ:

4.3 Проверка степени усвоения материала (Модули 2 и 3)

I. Продолжите предложение:

1. При измерении уклона используются три метода измерения: _____ , _____ , _____ .
2. Для выравнивания уклономера GIM 60 L Professional на плоской и неровной поверхности в корпус измерительного прибора встроен _____ .

II. Дополните предложение недостающей информацией:

1. С использованием укломера применяют методы измерений _____ и _____ вращающегося датчика.
2. При электрооптическом методе измерения уклона отклонение пузырька воздуха от эталонного положения регистрируется _____ , обрабатывается _____ измерительным устройством и индицируется в цифровом виде на дисплее.
3. Электрооптический метод измерения с использованием ротационного сенсора основан на сравнении _____ угла с _____ углом на круговой шкале
4. Цифровым уклономером GIM 60 L Professional с абсолютной точностью можно переносить _____ на длинные расстояния.

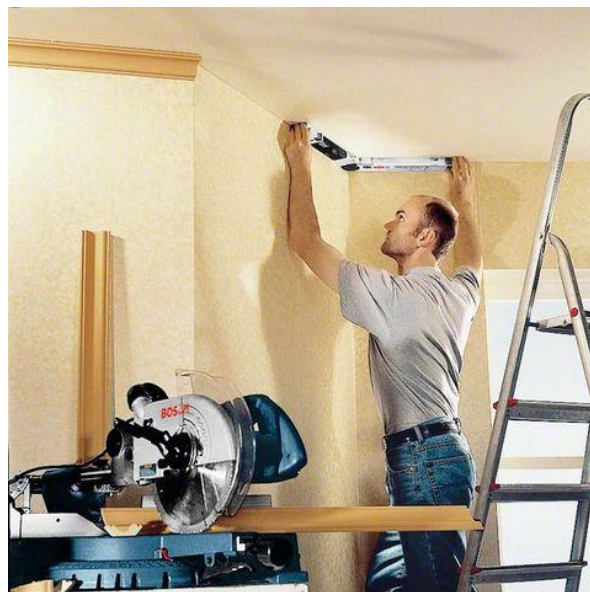
III. Выберите несколько правильных ответов и обведите:

1. В цифровом уклономере GIM 60 L Professional предусмотрена функция автоматической звуковой сигнализации при установке уровня в положение:
а) горизонтальное; б) вертикальное;
в) «альтернативный» 0°; г) заданное пользователем.

Ответ:

IV. Работа с рисунком:

1. Определите по рисунку виды операций с использованием цифрового угломера GAM 220 MF Professional и подпишите под буквами а, б, в.



а)

б)



в)

а – _____ ; б – _____ ;
в – _____

Рисунок – Измерения с помощью цифрового угломера

5 НИВЕЛИРЫ

5.1 Модуль 4 «Оптические нивелиры»

Учебный материал 4

5.1.1 Устройство, классификация и методы измерений

Одним из самых распространенных видов работ, выполняемых в геодезии, является *геометрическое нивелирование* – метод определения *превышений* путем *визирования горизонтальным лучом* с помощью *нивелира* и *отсчета разности высот* по верхнему и нижнему штриху визирного перекрестия *нивелирной рейки*.

Самыми распространенными и популярными геодезическими приборами являются *оптические нивелиры*. Эти приборы различаются по принципу их работы и способу выполнения измерений.

Нивелир оптический – оптико-механический прибор для нивелирования, то есть *измерения разности высот* (превышений) между несколькими точками.

Оптические нивелиры подразделяются на три группы: *высокоточные, точные и технические*. Попадание нивелира в ту или иную группу определяется двумя показателями:

1. *Увеличением оптической трубы*, выраженной в кратности увеличения
2. *Точностью отсчета*, выраженной в миллиметрах, которая определяется среднеквадратической погрешностью измерения превышения на 1 км двойного хода.

Точность отсчета для высокоточных технических нивелиров по нивелирным рейкам составляет не более $\pm 0,1$ мм, а для технических нивелиров – $\pm (1-2)$ мм.

Технические нивелиры можно использовать для *грубого измерения расстояний*, а некоторые модели, оснащенные лимбом – и для *грубых измерений углов*.

Первые упоминания о приборе, используемом для измерения разницы высот, относятся ко II веку до нашей эры. В них описывается устройство, измеряющее высоту на основе свойств сообщающихся сосудов. Это простейший пример гидростатического нивелирования (*рис. 5.1*).

Первым существенным новшеством стало изобретение Галилеем (*рис. 5.2б*) в 1609 году зрительной трубы.

Когда в 1611 году Кеплер (*рис. 5.2в*) добавил к зрительной трубе визирный крест, прибор во многом стал похож на современный нивелир.

Несколько позже, в 1674 году оптический нивелир был улучшен Монтанари (рис. 5.2г). Он добавил к визирному кресту *дальномерные нити*, что сделало возможным *измерение расстояний*.

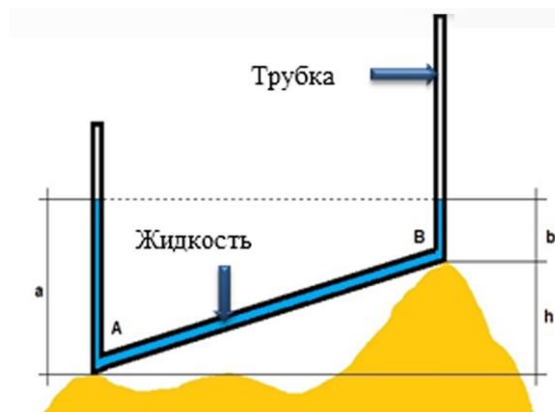
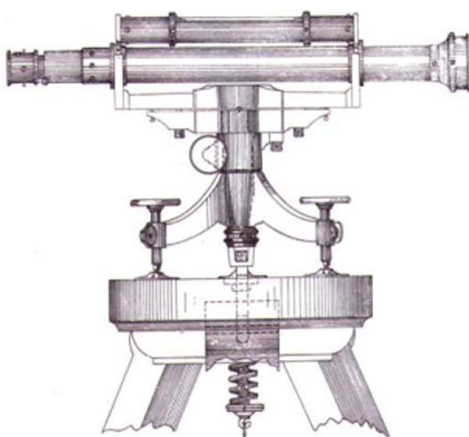


Рисунок 5.1 – Гидростатический нивелир

В 1890 году был создан первый *высокоточный оптический нивелир*. Его автором стал наш соотечественник, русский геодезист Д.Д. Гедеонов (рис. 5.2д).



а)



б)



в)



г)



д)

а – оптический нивелир; б – Галилей (1564-1642); в – Кеплер (1571-1630); г – Монтанари (1633-1687); д – Геодонов (1854 – 1908)

Рисунок 5.2 – Основоположники оптического нивелира

В 1948 году в СССР известным геодезистом Г.Ю. Стодолкевичем был изобретен автоматический *компенсатор* для оптического нивелира.

Компенсатор – устройство, позволяющее воспринимать и компенсировать перемещения, температурные деформации, вибрации, смещения.

Компенсатор с магнитным демпфером позволяет *автоматически* установить визирную ось прибора в горизонтальное (рабочее) положение даже при незначительном наклоне инструмента,

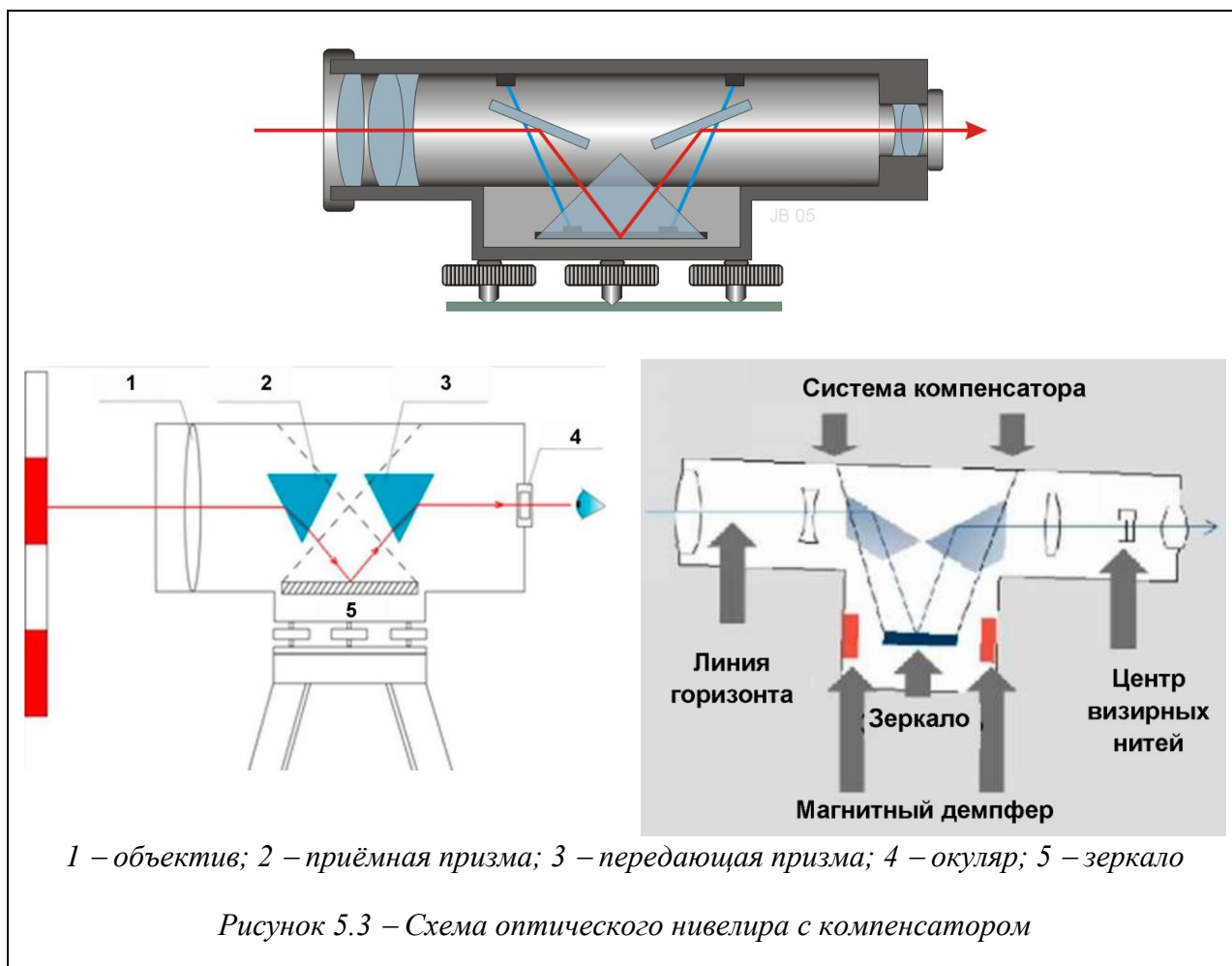
Принцип действия оптического нивелира

Луч, пройдя через объектив, попадает на приемную призму, которая преломляет его на подвешенное горизонтально зеркало. Далее, отражаясь от зеркала, луч попадает на передающую призму, а от неё на окуляр и сетчатку глаза человека.

Зеркало свободно подвешено в компенсаторе на стальных нитях, конструктивно выполнено в виде маятника, и при наклоне прибора каждый раз стремится занять строго горизонтальное положение, тем самым корректируя оптический луч.

На рисунке 5.3 представлена схема оптического нивелира с компенсатором. Оптическая схема нивелира похожа на подзорную трубу.

В компенсаторе применяется *магнитный демпфер* колебаний.



В *магнитном демпфере* верхняя часть маятника выполняется из немагнитных материалов, например, из медных сплавов. На некотором удалении от верхней части маятника в корпусе компенсатора встроен магнит, который и гасит колебания раскачивающего маятника.

Главный принцип магнитного демпфера – гашение колебаний под действием магнитного поля. Каждый раз в момент прохождения маятника мимо магнита происходит его торможение – и так несколько раз до полной остановки маятника. При этом изображение в поле зрения трубы нивелира полностью стабилизируется.

Современные оптические нивелиры отличаются высочайшей прочностью и надежностью, что позволяет по максимуму использовать их в полевых условиях. Современные оптические нивелиры надежны и просты в эксплуатации. Еще одной отличительной чертой оптического нивелира является способность работать при экстремальных температурах от -10 до $+50$ °C благодаря тому, что в нем отсутствуют электронные детали. При работе на строительной площадке очень важно быть уверенным, что ни пыль, ни вибрации, ни влага не окажут негативного влияния на измерительный инструмент.

5.1.2 Оптический нивелир GOL 20 D Professional

Оптический нивелир GOL 20 D Professional – первый оптический нивелиры в линейке измерительных инструментов Bosch, предназначенный для проведения *нивелировочных работ* на строительной площадке.

Оптический нивелир GOL 20 D Professional (см. рис. 5.4) предназначен для *определения и проверки точно горизонтальных линий*, а также пригоден для *измерения высот, расстояний и углов*. Он относится к классу технических нивелиров и пригоден для нивелирования по IV классу.

Нивелир GOL 20 D Professional отличается *компактным, органичным дизайном*, что делает его удобным и эффективным в использовании. Он удачно *объединяет в себе современные геодезические технологии, удобную форму и простоту в работе*. Прибор разработан специально для использования на строительных площадках *в максимально жестких условиях*, поэтому его корпус выполнен из дюралевого сплава.



Устройство оптический нивелира

- *Зрительная труба* – оптическое устройство, свободно вращающееся в горизонтальной плоскости, которое отвечает за систему наведения на объект съёмки. Это главный рабочий элемент нивелира.

Зрительная труба нивелира может вращаться в горизонтальной плоскости и точно наводиться на измеряемую точку при помощи *наводящих винтов*. Она оснащена светосильной оптикой, что позволяет легко считывать показания с рейки даже в условиях плохой освещенности.

Большой объектив и качественная оптика дают **четкое изображение**



- *Круглый пузырьковый уровень* – чувствительное устройство, показывающее точность ориентирования прибора относительно отвеса. Все нивелиры имеют *круглый пузырьковый уровень* для грубой установки прибора в рабочее (горизонтальное) положение. Точность круглого уровня составляет 8'/2 мм.

Пузырьковый уровень контролирует точное ориентирование нивелира относительно отвеса



- *Треггер* – подставка с тремя подъемными винтами для приведения визирной оси нивелира в горизонт.

- *Горизонтальный лимб* – горизонтальный круг с градуировкой в градусах, позволяющий измерять горизонтальный угол с точностью $\pm 1^\circ$ при вращении зрительной трубы относительно подставки.

- *Ручка фокусировки* отвечает за резкость видимого изображения;

- *Компенсатор* – важнейший элемент современного нивелира, оснащенный *магнитным демпфером*. Практически все современные геодезические приборы оснащены *компенсатором с магнитным демпфером*, который позволяет *автоматически* установить визирную ось прибора в горизонтальное (рабочее) положение даже при незначительном наклоне инструмента, поэтому геодезисту достаточно приблизительно установить прибор в рабочее положение по круглому пузырьковому уровню.

Компенсатор поддерживает инструмент в строго горизонтальном положении, при необходимости корректирует его и исключает погрешности, вызванные наклоном (повышает точность и надежность работ).

- *Наводящие (подъёмные) винты* для приведения нивелира в рабочее положение. Для удобства эксплуатации современный нивелир оснащен удобными эргономичными винтами. Достоинство подъёмных винтов в том, что при работе в перчатках на сильном морозе наведение на цель не вызывает никаких сложностей. Для точной установки визирной оси нивелира в горизонтальное положение при взятии отсчёта применяется *юстировочная ручка*.

Точное наведение

Специальная платформа с винтами и угловой разметкой служит для установки необходимого угла поворота



- *Нитяной дальномер* оптической трубы для определения *расстояний между нивелиром и измеряемой точкой* по нивелирной рейке. Это связано с необходимостью контролировать равенство плеч при нивелировании способом «из середины».

Основные характеристики оптических нивелиров:

- *Единица измерения углов*. В некоторых странах углы принято измерять в гонах ($1 \text{ Gon} = 0,9^\circ$).

В Россию поставляются приборы с градуировкой горизонтального лимба в привычных *градусах*.

- *Кратность увеличения зрительной трубы*. Чем выше кратность, тем выше дальность работы и меньше устают глаза при работе. Но стоит учитывать, что с увеличением кратности снижается угол обзора оптической трубы. Самыми распространенными являются 20-и, 24-х и 32-х кратным увеличением.

Оптический нивелир GOL 20 D Professional имеет 20-кратное увеличение, с вертикальным изображением. Диаметр объектива прибора составляет 36 мм, поле зрения 1°30'.

- *Точность нивелирования* – это показатель допустимого отклонения визирной оси от горизонта.

Среднеквадратическая ошибка при двойном нивелировании GOL 20 D Professional составляет ±2,5 мм на 1000 м. Этот прибор можно использовать при строительстве домов, дорог, мостов, бассейнов, путепроводов, для контроля установки опалубок и опор, в геодезии, заливки фундамента и даже планировки ландшафтного дизайна на земельном участке.

- *Рабочий диапазон* в метрах говорит о максимальной расчётной дальности нивелира.

Нивелир GOL 20 D Professional способен работать в следующих диапазонах фокусного расстояния: минимальное – 30 см, максимальное – 100 м.

- *Защита от внешних воздействий.* Оптические нивелиры Bosch имеют степень защиты IP 54. Первая цифра «5» означает защиту от пыли: «пыль, попавшая в корпус, не нарушает работу прибора». Вторая цифра «4» обозначает защиту от водяных брызг. Устройство надёжно защищено от попадания пыли и капель воды.

- *Резьба для крепления штатива* – 5/8 дюйма.

- *Рабочая температура* составляет от –10 до +50 °С.

- *Температура хранения* составляет от –20 до +70 °С.

Преимущества оптического нивелира GOL 20 D Professional:

- *исключительная прочность – идеальный вариант для работ вне помещений; оснащены прочным металлическим корпусом с защитой от пыли и водяных брызг (IP 54);*
- *прочное исполнение со встроенным компенсатором и сферическим уровнем;*
- *фиксатор (замок) для защиты компенсатора во время транспортировки;*
- *пентапризма для удобства считывания показаний сферического уровня;*
- *большая удобная ручка фокусировки для простого выравнивания;*
- *светосильный объектив для четкого считывания шкалы измерительной рейки;*
- *вертикальное изображение;*
- *высокая автономность работы;*
- *надёжный компенсатор с магнитным демпфером позволяет использовать нивелир в условиях вибрации;*
- *визир для быстрого наведения на цель;*
- *горизонтальный круг с четкой градуировкой позволяет выполнять основные работы по выравниванию на коротких расстояниях;*

- водо- и пылезащищенная конструкция;
- металлический корпус повышает долговечность;
- удобные эргономичные наводящие винты по обеим сторонам прибора.

Недостаток оптических нивелиров в том, что они имеют ограничения во время работы при недостаточном освещении и плохих погодных условиях.

Сравнительные характеристики оптических нивелиров приведены в таблице Д.1 приложения Д.

5.1.2.1 Настройка оптического нивелира

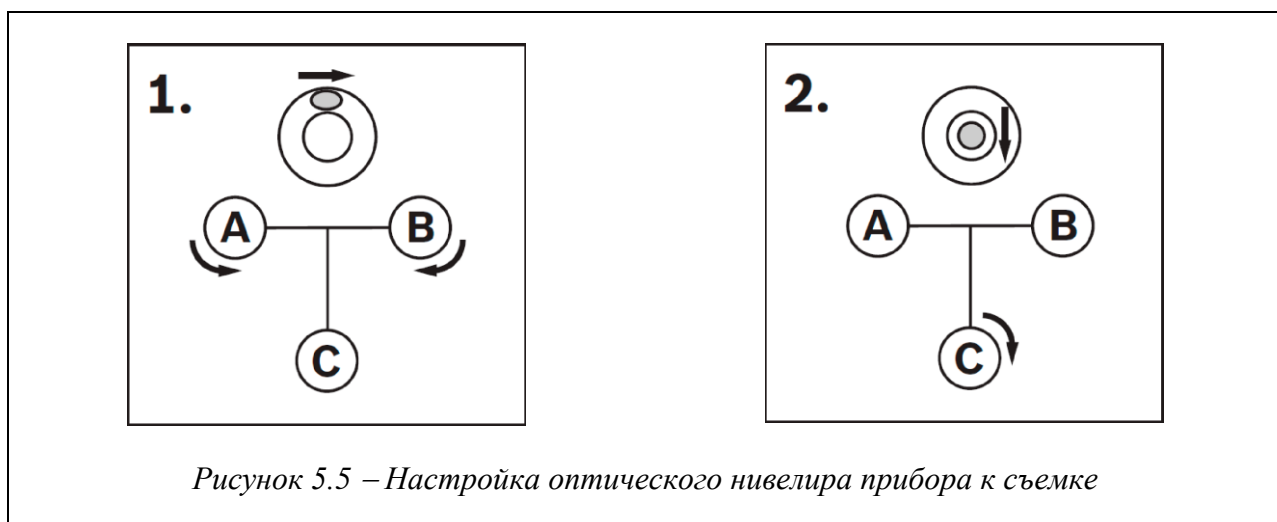
Каждый раз перед началом работы необходимо проверять точность нивелирования и показаний измерительного инструмента, а также после длительной транспортировки измерительного инструмента.

Сначала нивелир нужно *установить и настроить*.

На ножках штатива имеются *зажимы*, их нужно *открыть*.

Выдвинуть ножки на нужную высоту и зафиксировать их с помощью зажимов. Для того, чтобы штатив был достаточно надежно установлен, нужно приложить небольшое усилие и вдавить в грунт ножки штатива. *Установить на штативе нивелир и закрепить его винтом*.

Круглый уровень необходимо расположить между двумя подъемными винтами (А и В) в противоположных направлениях, следя за тем, чтобы пузырек оказался посередине между винтами (рис. 5.5).



Далее нужно *привести пузырек в центр нулевого пункта* подъемным винтом С. Развернуть визирную трубу на 180°. Если воздушный пузырек сместится из центра круглого уровня, круглый уровень необходимо подрегулировать. Теперь прибор отгоризонтирован и готов к использованию.

Фокусировка зрительной трубы

Необходимо *навести зрительную трубу* на светлый объект и *вращать окуляр*, пока *визирное перекрестие* не приобретет *резкость* (рис. 5.6).

Направить зрительную трубу на нивелирную рейку, при необходимости использовать *встроенный прицел* (визир грубой настройки). Нужно крутить ручку фокусировки до тех пор, пока не будет четко видно деление нивелирной рейки. С помощью *юстировочной ручки* выровнять визирное перекрестие точно по центру нивелирной рейки. При правильной фокусировке зрительной трубы визирное перекрестие и изображение нивелирной рейки не должны перемещаться относительно друг друга, когда пользователь водит глаз за окуляром.

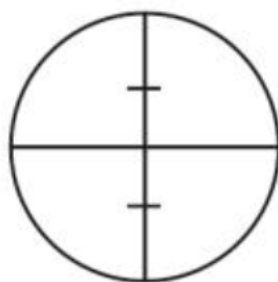


Рисунок 5.6 – Фокусировка зрительной трубы

5.1.2.2 Принцип съемки оптическим нивелиром

После приведения прибора в рабочее положение можно приступить к съёмке.

Зрительная труба наводится на *заднюю нивелирную рейку* (чёрную сторону). Далее, вращая ручку фокусировки, добиться хорошей видимости рейки. Затем с помощью юстировочной ручки совмещается перекрестие с нивелирной рейкой, а пузырек уровня приводится в «нуль-пункт». Снимается отсчёт по сетке нитей зрительной трубы – дальномерным и среднему штрихам.

Зрительная труба наводится на *переднюю рейку* (чёрную сторону), пузырек приводится в «нуль-пункт», снимается отсчет.

Зрительная труба наводится на *красную сторону передней части* рейки, затем снимается отсчет по сетке – по среднему ее штриху.

Наводится труба на *чёрную сторону задней стороны рейки* и снимается отсчет.

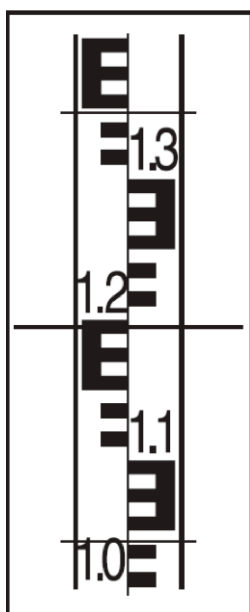
Технологические операции измерений оптическим нивелиром GOL 20 D Professional

Измерение расстояния:

1. Отцентрировать нивелир по точке, до которой необходимо измерить расстояние;
2. Сосчитать значение высоты на нивелирной рейке по верхнему и нижнему штриху визирного перекрестия;
3. Умножить разницу между обоими значениями на 100, чтобы определить расстояние от измерительного инструмента до нивелировочной рейки (рис. 5.7а).

Соблюдая эту последовательность действий, можно выполнять различные виды работ, например, при устройстве террас.

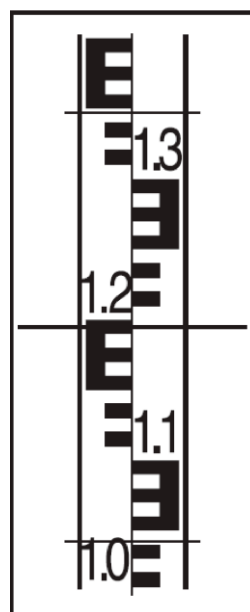
При определенном навыке пользователя расстояние можно определить с точностью до 10 см.



$$\begin{aligned}\text{Расстояние} &= (1,347 - 1,042) \times 100 = \\ &= 0,305 \times 100 = 30,5 \text{ (м)}\end{aligned}$$

а)

а – измерение расстояний; б – измерение высоты



$$\text{Высота} = 1,195 \text{ м}$$

б)

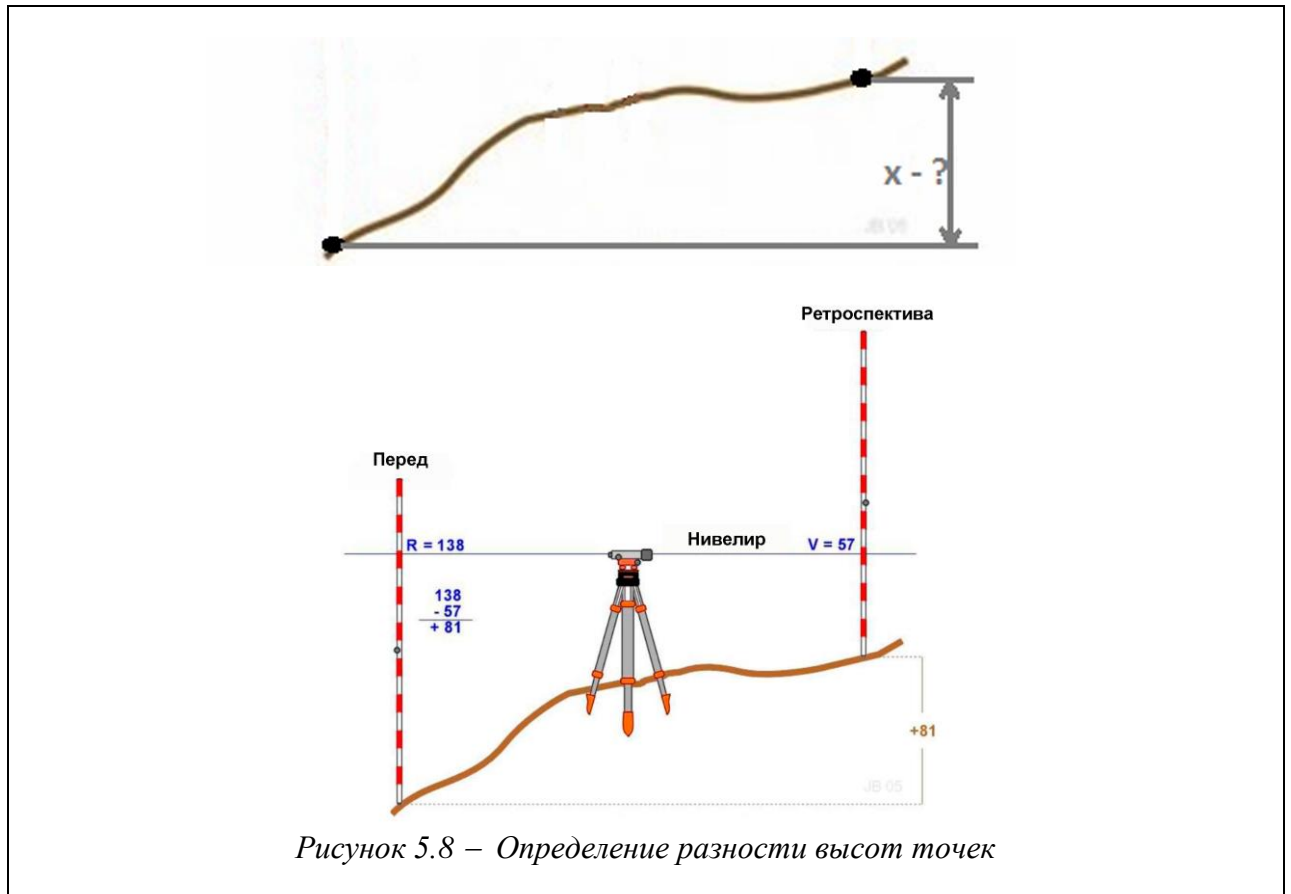
Рисунок 5.7 – Измерения с помощью нивелирной рейки

Считывание значений высоты

Считывание значение высоты на нивелирной рейке необходимо производить по среднему штриху визирного перекрестия (рис. 5.7б).

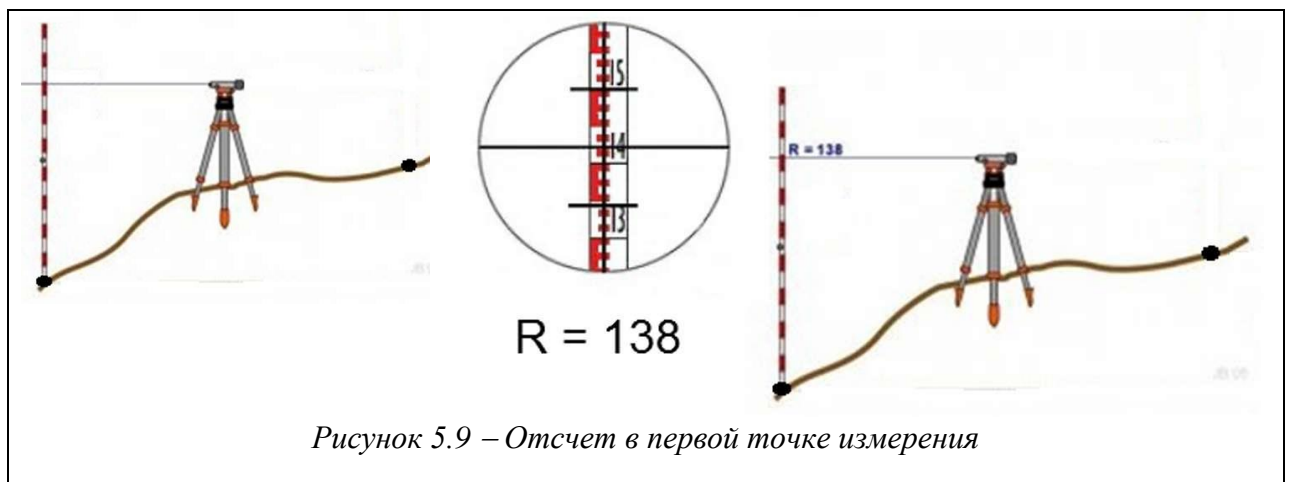
Определение разности высот

При соблюдении технологической последовательности определенных операций можно определить разность высот точек (рис. 5.8).

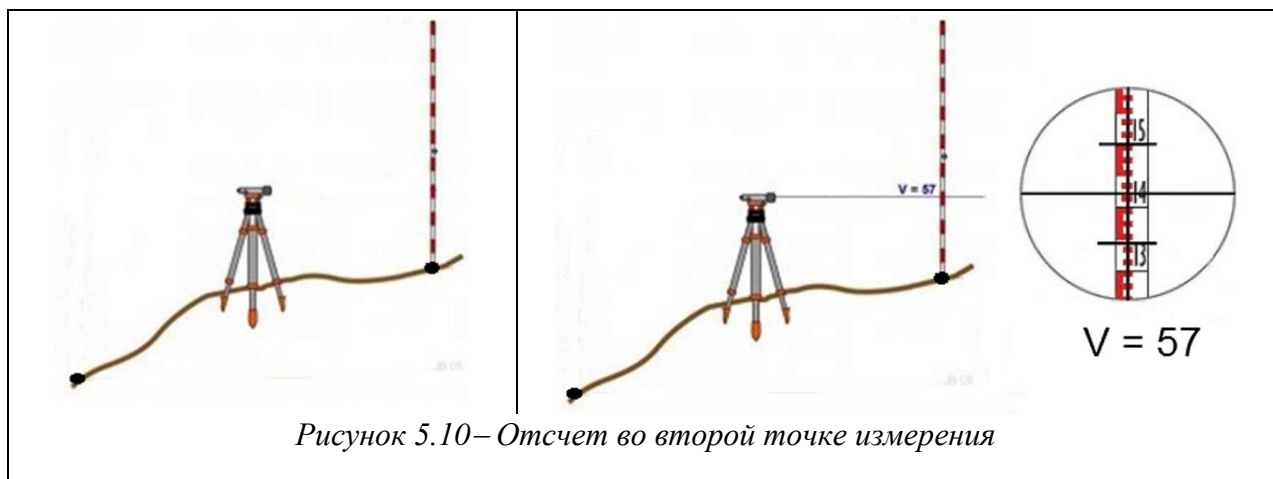


Режимы измерений

Нивелирную рейку установить вертикально в первой точке измерений и снять отсчёт по сетке нитей зрительной трубы (рис.5.9).

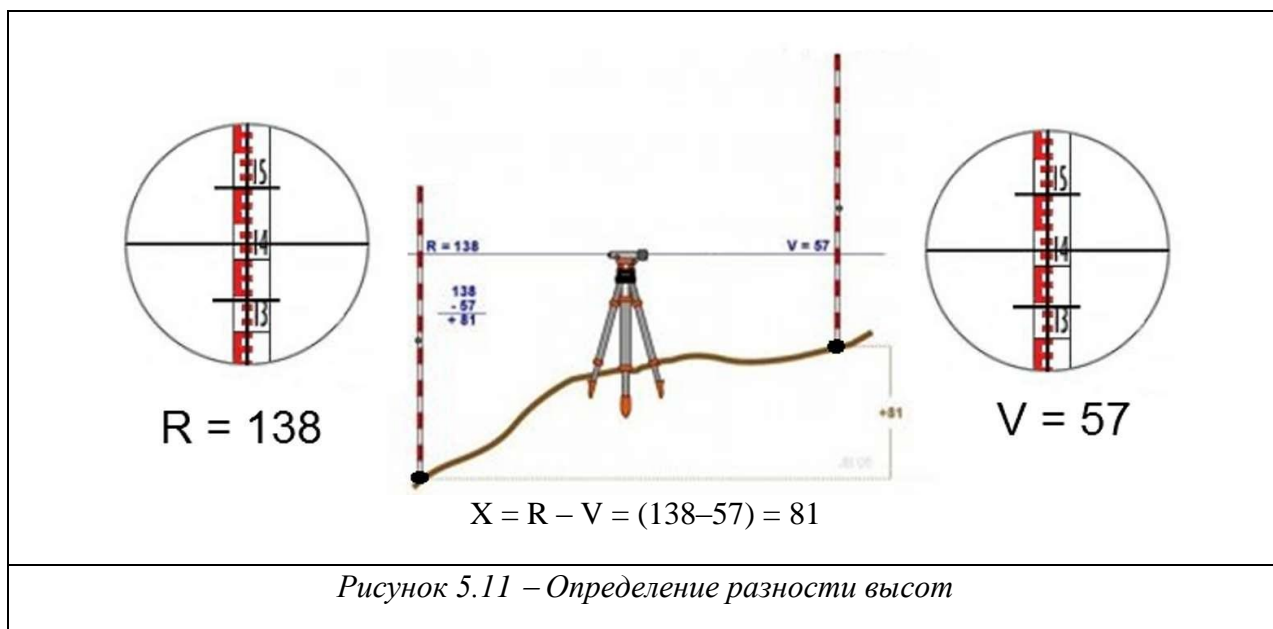


Установить рейку в следующую точку измерений (рис.5.10). Выполнить отсчет по сетке нитей зрительной трубы в этой точке.



Разность полученных значений и будет искомой величиной перепада высот (рис.5.11).

Все данные измерений заносятся в рабочий журнал.



Измерение углов

Для измерения углов необходимо отцентрировать инструмент по точке, от которой необходимо измерить угол. Направить измерительный инструмент на точку А.

Повернуть горизонтальный лимб точкой «0» на специальную отметку для считывания значений. Направить нивелир на точку «В». Считать значение угла по отметке для считывания значений (рис.5.12).

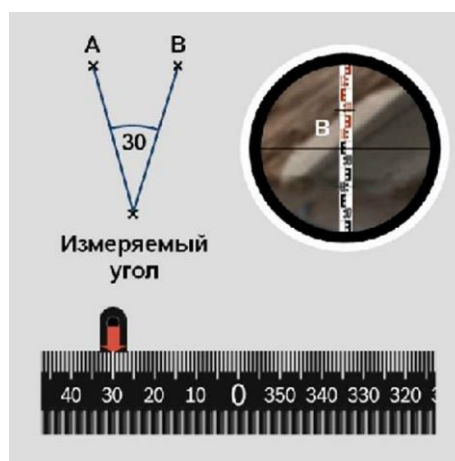


Рисунок 5.12 – Измерение углов

5.1.3 Системные принадлежности для оптических нивелиров

При работе с нивелиром **GOL 20 D Professional** обязательно применяется геодезическая (нивелирная) рейка **GR 500 Professional** (рис. 5.13) и строительный штатив **BT 160/170 HD Professional** на который устанавливается прибор.

Нивелирные рейки практичны, удобны в использовании, имеют малый вес и набор необходимых аксессуаров.

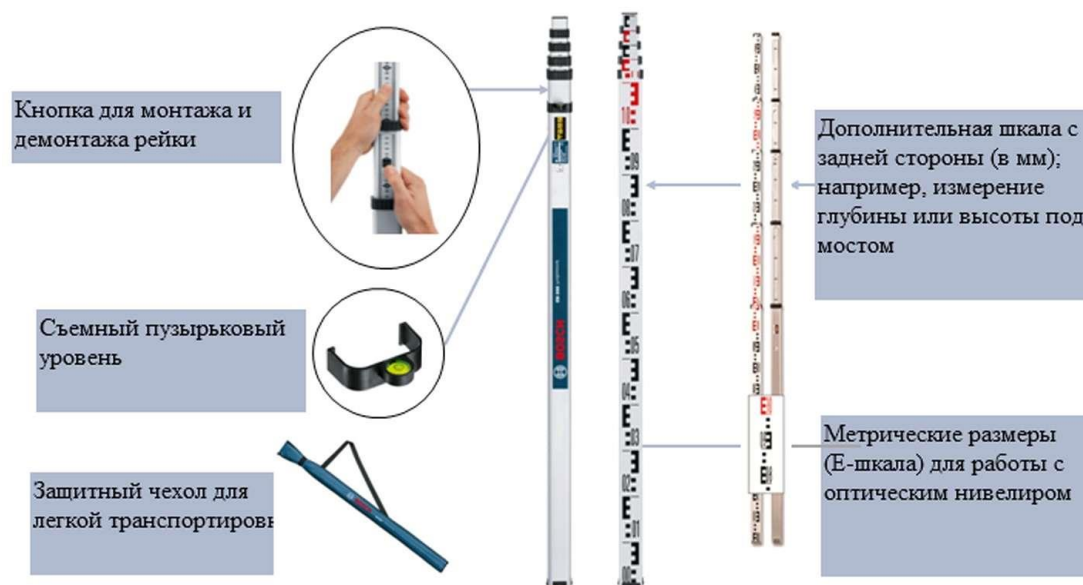


Рисунок 5.13 – Рейка GR 500 Professional

Технические характеристики измерительных реек и строительных штативов приведены в приложении Г.

5.1.4 Закрепляющий материал 4

I. Продолжите предложение:

1. К системным принадлежностям нивелира GOL 20 D Professional относятся _____ и _____ .

II. Дополните предложение недостающей информацией:

1. Оптический нивелир предназначен для измерения разности _____ между _____ точками.

III. Выберите один правильный ответ и обведите:

1. Диапазон рабочих температур оптического нивелира GOL 20 D Professional составляет:

а) от -10 до $+50$ °C;

б) от -20 до $+60$ °C;

в) От -30 до $+60$ °C.

Ответ:

IV. Работа с рисунком:

1. Используя рисунки 1 и 2, подпишите цифрами технологическую последовательность настройки нивелира к работе.

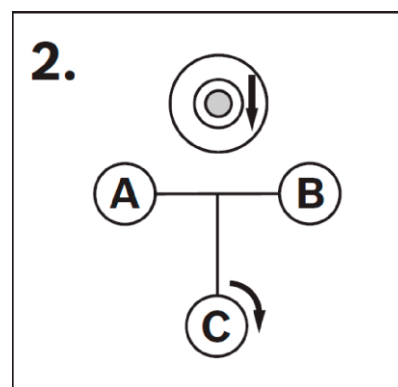
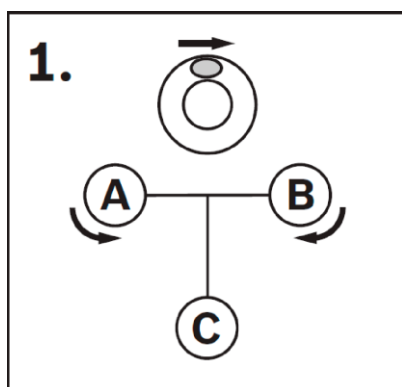


Рисунок – Настройка прибора к съемке

A, B, C – подъёмные винты; стрелки обозначают направление вращения винта.

<i>№ последовательности</i>	<i>Настройка нивелира</i>
	Вращать одновременно оба винта A и B в противоположных направлениях до установки пузырька посередине
	Привести пузырек в центр нулевого пункта подъемным винтом C
	Круглый уровень расположить между двумя винтами подставки трегера
	Установить пузырек между винтами A и B посередине
	Регулировка пузырька в центр круглого уровня, в случае его смещения после поворота визирной трубы
	Развернуть визирную трубу на 180°
	Пузырек в центре уровня, прибор отгоризонтирован и готов к использованию

IV. Выберите несколько правильных ответов и обведите:

1. Оптические нивелиры по точности измерения делятся на группы:

- а) высокоточные;
- б) точные;
- в) технические.

Ответ:

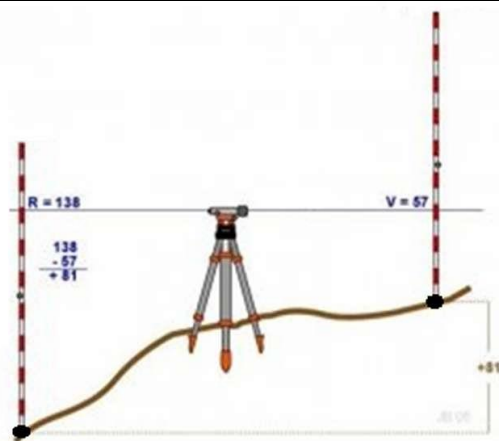
2. Оптический нивелир GOL 20 D Professional предназначен для измерения:

- а) высот;
- б) углов;
- в) расстояний.

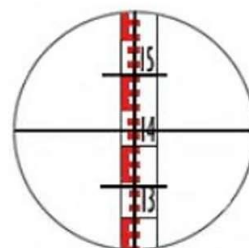
Ответ:



$R = 138$



$X =$ _____



$V = 57$

Рисунок – _____

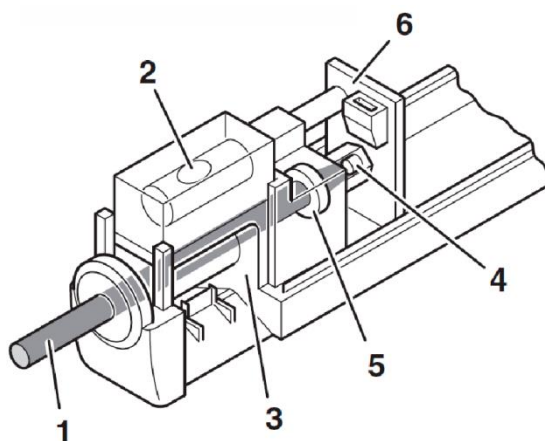
5.2.1 Общие сведения

Приборы для ручного нивелирования называются *точечными лазерными*. Самонивелирующиеся профессиональные *точечные лазеры* используются для *переноса точных прямых углов внутри помещений*. Благодаря своему компактному исполнению обеспечивают удобство использования даже при переносе опорных точек с пола на потолок.

Лазерный нивелир готов к работе практически сразу после включения, он автоматически приведет ось прибора в горизонтальное положение.

Чаще всего лазерный нивелир используются внутри помещений для различных отделочных и монтажных работ, дальность их действия, то есть видимость лазерного луча обычно составляет 10-30 м. Лазерный нивелир легко можно превратить в **строительный лазерный уровень** для работы *на открытом воздухе*. Для таких целей предназначен приемник лазерного излучения, благодаря которому рабочий радиус прибора может быть увеличен до 70-150 м! Кроме того, некоторые модели *приемников могут использоваться в качестве пульта дистанционного управления лазерным нивелиром*.

Полупроводниковый лазер с оптической фокусировкой и электронным запуском представляет собой механически зафиксированный блок (рис. 5.15)



1 – лазерный луч; 2 – прецизионный уровень, зафиксирован на корпусе; 3 – корпус и опорная поверхность; 4 – лазерный диод; 5 – коллимационная линза; 6 – пластина

Рисунок 5.15 – Конструктивное исполнение лазерного модуля

В зависимости от качества изделия *прецизионный уровень встроен в корпус прибора или*, что обеспечивает более высокое качество работы, в лазерный модуль.

На корпусе прибора есть три опорные точки, одну из которых можно перемещать с помощью установочного винта с целью нивелирования. Точность выравнивания зависит от тщательности предварительной ручной настройки измерительного прибора.

Точечный лазер должен быть установлен вручную таким образом, чтобы он был выровнен в горизонтальной плоскости во всех возможных рабочих положениях.

Принцип выравнивания. Для передачи эталонных высот или наклона контрольного объекта точечный лазер устанавливается на ровной поверхности, монтажных конструкциях или штативе. При изменении расположения или смещении лазера на штативе необходимо провести дополнительную настройку лазера или выровнять прибор с помощью нивелировочной тарелки. Изменение направления производится вручную. Как правило, диапазон измерения при нормальном освещении составляет 30-50 м.

Точечный лазер также может использоваться в качестве светового указателя.

В природе единственным строго выдерживаемым направлением является вертикаль. Простейшим прибором для её определения является отвес.

Традиционный *отвес* – тонкая нить со свободно висящем грузом на конце – позволяет судить о вертикальном положении поверхностей и стоек.

В современных лазерных приборах сила земного притяжения воздействует на маятник с закреплённым на нём лазерным диодом и оптической системой линз, призм или зеркал.

В итоге формируются два строго вертикальных лазерных луча «зенит/надир» (т.е. вверх и вниз) и один или несколько (в зависимости от модели прибора) горизонтальных лучей.

Маятник снабжен магнитным демпфером колебаний, что ускоряет процесс успокоения при начале работы.

Для обеспечения сохранности маятника в процессе транспортировки он механически фиксируется.

Как и в лазерных дальномерах, в *лазерных нивелирах Bosch* используются *лазерные диоды с длиной волны 635 нм. Это лазер красного цвета*. Выбор таких диодов обусловлен их хорошей видимостью для человеческого глаза, стабильностью параметров, распространенностью и доступностью.

В силу своей природы лазерный луч распространяется конусом, то есть лазерная точка с увеличением расстояния до поверхности увеличивается в размере. Применение дифракционных оптических элементов позволяет сформировать «световой крест», тем самым облегчает определение центра светового пятна, особенно на больших расстояниях.



«Световой крест» облегчает определение центра светового пятна

В *точечном режиме* лазерный луч проецируется в одну измерительную точку. Световая точка лазерного луча очень яркая и поэтому её можно легко увидеть. Точечный режим используется в случаях, когда необходимо сделать видимыми отдельные точки, то есть точки крепления.

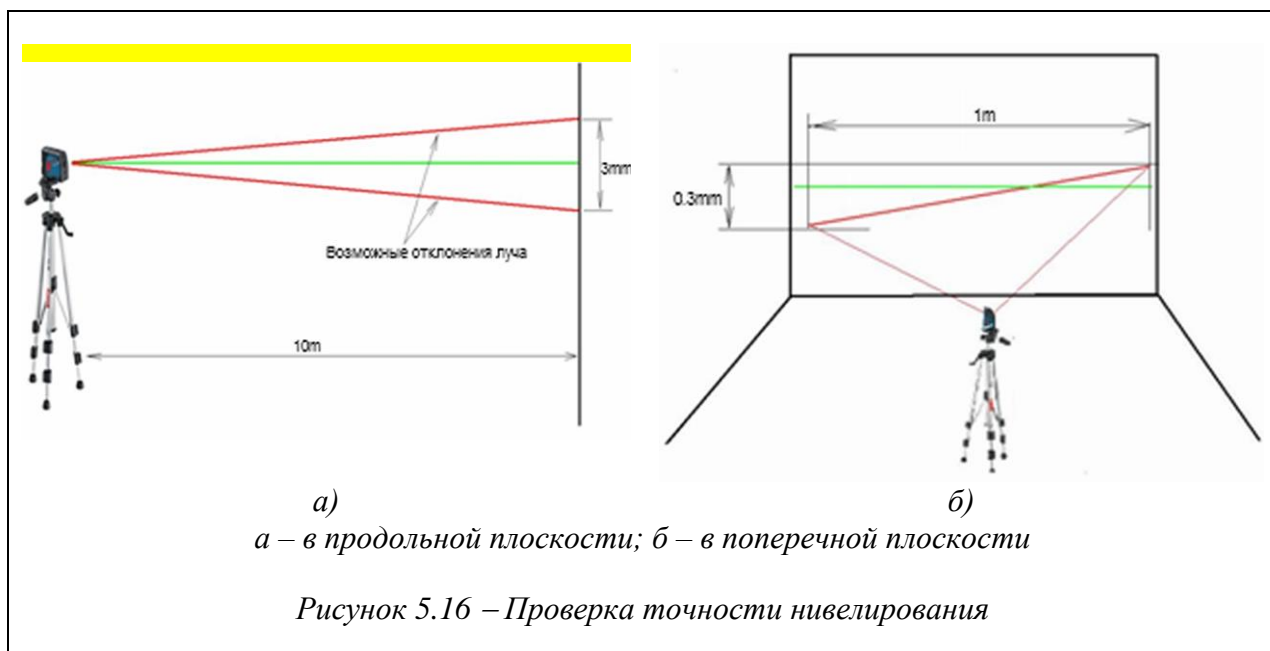
Применяемые лазеры относятся ко второму классу опасности.

Внимание! Несмотря на то, что использование лазеров этого класса считается в целом безопасным, инструкция по эксплуатации запрещает направлять лазерный луч на людей, животных и себе в глаза.

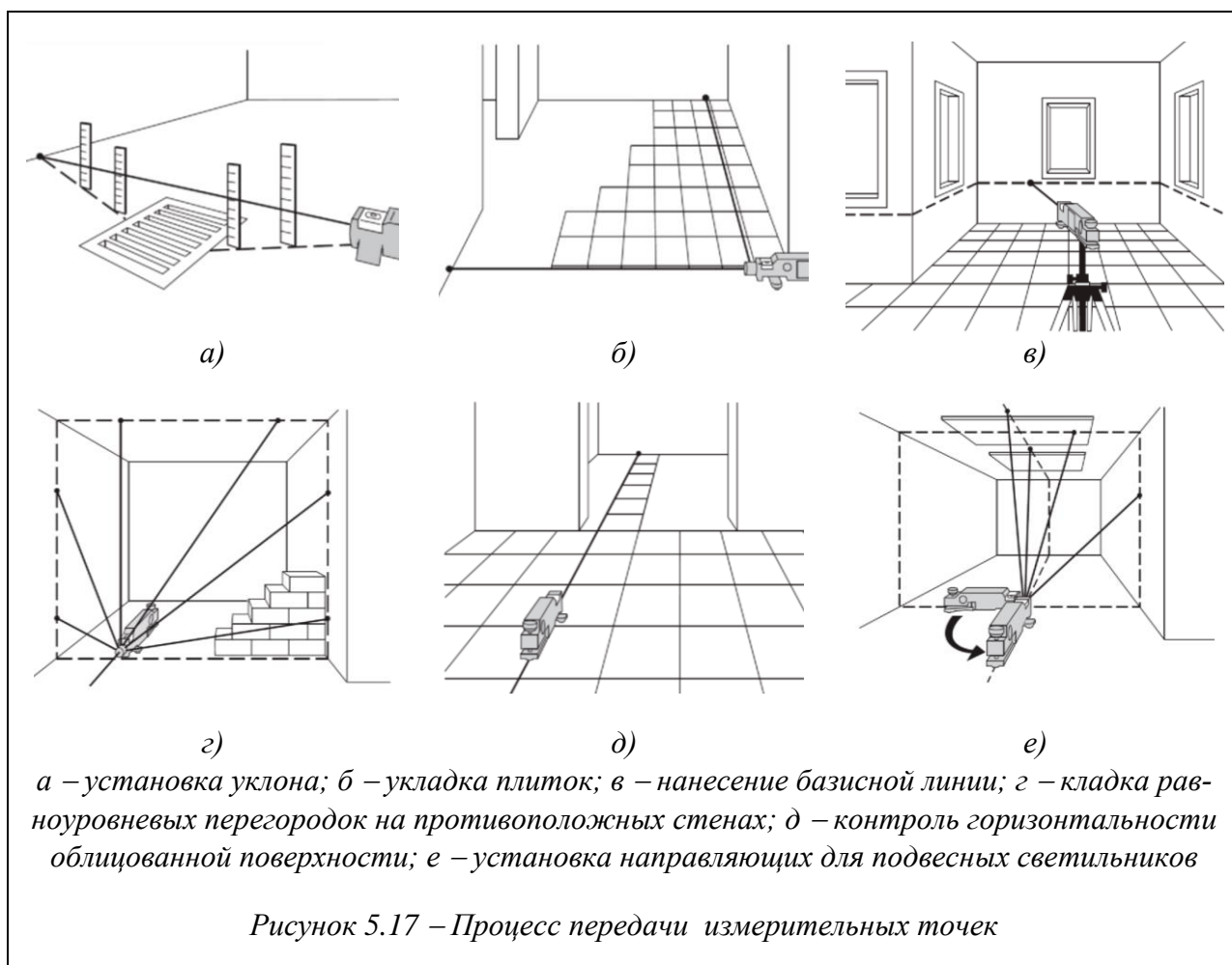
Основные характеристики точечных нивелиров:

- **диапазон самонивелирования** – это диапазон, в котором маятник будет выполнять свои функции, и, по сути, рабочий диапазон прибора по уклонам;
- **время самонивелирования** – это время, за которое прекращаются колебания маятника, и прибор приходит в рабочее состояние. Маятник снабжен магнитным демпфером колебаний, что ускоряет процесс успокоения в начале работы;
- **красный лазерный диод** 2-го класса опасности имеет минимальное энергопотребление;
- **рабочий диапазон** – это дальность, на которой лазерная точка продолжает быть видимой при оптимальных условиях наблюдения. На практике видимость лазерной точки зависит от внешних факторов, например, от освещения и запыленности воздуха;
- точечные нивелиры Bosch имеют **класс защиты от внешних воздействий** IP 5X. Это означает, что они защищены от пыли и не проходили сертификацию на защиту от воды. Эти приборы предназначены для применения внутри помещений;
- **точность нивелирования.**

Точность нивелирования исчисляется в мм на метр и одинакова как в продольной (рис. 5.16а), так и в поперечной (рис. 5.16б) плоскостях. В точечных лазерных нивелирах Bosch точность нивелирования – 0,3 мм/м.



На рисунке 5.17 показаны схемы передачи измерительных точек в ходе выполнения отделочных и монтажных работ внутри помещения с применением лазерного нивелира.



5.2.2 Точечный лазерный нивелир GPL 3 Professional

Общий вид и составные части точечного лазерного нивелира GPL 3 Professional приведены на рис. 5.18.



Преимущества GPL 3 Professional:

- самонивелирующийся 3-точечный лазер – для простой проекции для простой проекции прямых углов и опорных точек от пола к потолку;
- простое применение благодаря сверхкомпактному размеру;
- различные возможности крепления с помощью универсального держателя;
- рабочий диапазон до 30 м;
- высокая точность нивелирования $\pm 0,3$ мм/м;
- защита от пыли и водяных брызг: IP 5X (для использования внутри помещений);
- лазерная точка, преобразованная в крест;
- самонивелирование за 4 секунды;
- мягкое покрытие корпуса предохраняет прибор при случайных падениях;
- питание от трех батарей типоразмера AA («пальчиковой» серии);
- простое управление одной кнопкой;
- механическая блокировка маятника в выключенном положении;
- автоматическое выключение через 20 минут;
- многофункциональное крепление в комплекте;
- малая масса прибора – всего 250 грамм с элементами питания.

Сравнительные характеристики точечных лазерных нивелиров GPL 3 Professional и GPL 5 Professional приведены в таблице Д.2 приложения Д.

5.2.3 Практические примеры применения точечных нивелиров

Перенос точек с пола на потолок (рис. 5.19). Разметка коммуникаций на потолке – часто встречающаяся задача, например, при монтаже светильников.

Технология разметки:

1. Выполнить разметку точки А на полу для переноса.
2. Использовать крепление или штатив для позиционирования прибора над точкой А.
3. Лазерный луч перенесёт эту точку идеально по вертикали в точку В на потолке.
4. Отметить точку В.

При таком измерении очевидна заметная экономия времени и сил из-за отсутствия трудоёмких работ по разметке потолка со стремянки.

Примечание: можно и наоборот.

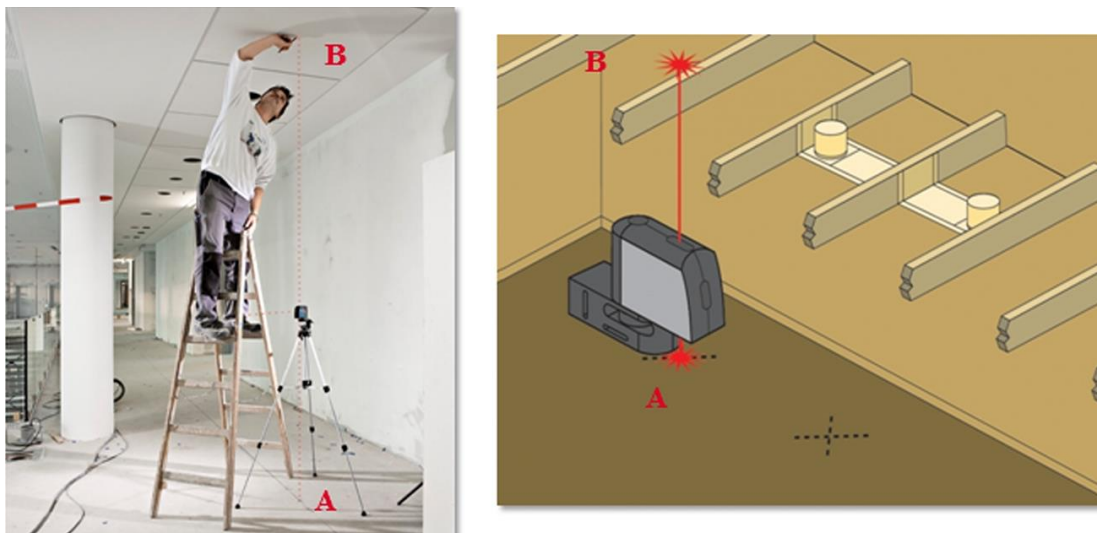


Рисунок 5.19 – Перенос точек с пола на потолок

Проверка вертикалей (рис. 5.20). С помощью точечного лазера можно проверить правильность установки дверной коробки или окна при монтаже.

Технология разметки:

1. Установить GPL 3 Professional рядом с проверяемой плоскостью.
2. Включить GPL 3 Professional.

3. Измерить расстояние А в точке относительно близкой к GPL 3 Professional и записать его.

4. Измерить расстояние В в точке подальше от GPL 3 Professional и записать его.

Примечание: чем больше расстояние между 2 точками измерения, тем больше точность.

5. Сравнить расстояние А и расстояние В. Если расстояние А равно расстоянию В, то плоскость вертикальна. Если расстояние А не равно расстоянию В, то нужна корректировка.



Рисунок 5.20 – Проверка вертикалей нивелиром GPL 3 Professional

Горизонтальное выравнивание (нанесение базисной линии) (рис.5.21)

С помощью точечного нивелира возможно выполнить и горизонтальное выравнивание. Например, таким образом можно произвести разметку под розетки или проверить правильность установки подоконников в одной плоскости и т.д.

Технология разметки:

1. Необходимо отрегулировать высоту нивелира, с использованием универсального держателя или штатива так, чтобы горизонтальный луч соответствовал нужной точке (точка А).

2. Повернуть прибор вокруг оси штатива (держателя): луч укажет в точку В, которая будет находиться в одной плоскости с точкой А.

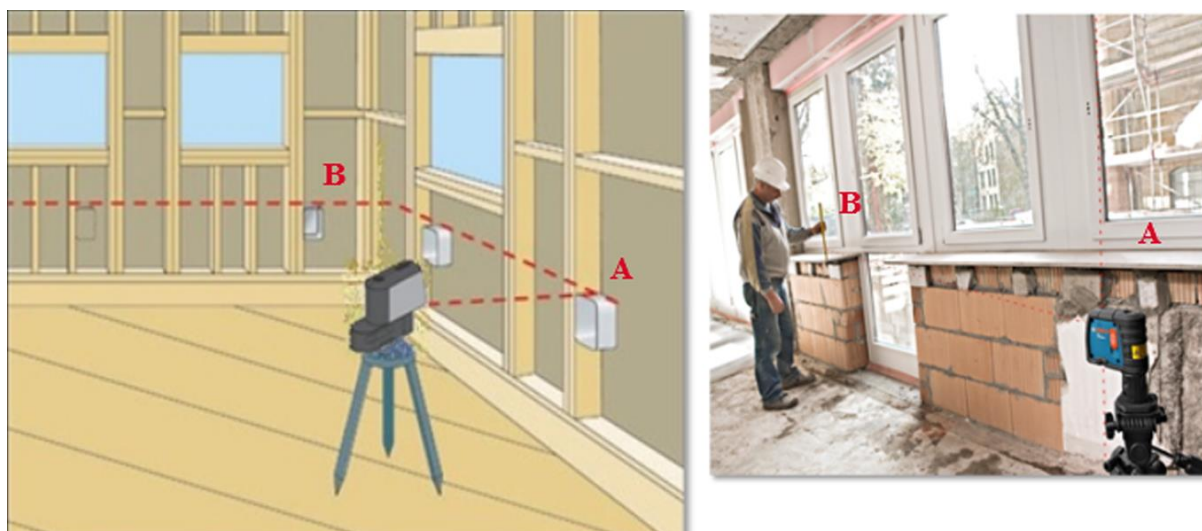


Рисунок 5.21 – Выравнивание – горизонтальная плоскость

Выравнивание прямых углов – использование горизонтальных отметок под 90° (рис. 5.22)

Технология разметки:

1. Установить GPL 3 Professional в углу 2 плоскостей, которые должны быть под прямым углом.
2. Включить GPL 3 Professional
3. Измерить расстояние А в точке относительно близкой к GPL 3 Professional и записать его.
4. измерить расстояние В в точке подальше от GPL 3 Professional и записать его.

Примечание: чем больше расстояние между 2 точками измерения, тем больше точность.

5. Сравнить расстояние А с расстоянием В.
6. Если расстояние А равно В, выполнить то же самое с другими отметками Y и Z.
7. Если расстояние А не равно В, необходимо регулировать положение GPL 5 Professional до тех пор, пока расстояние А не станет равно В. После этого выполнить то же самое для Y и Z.

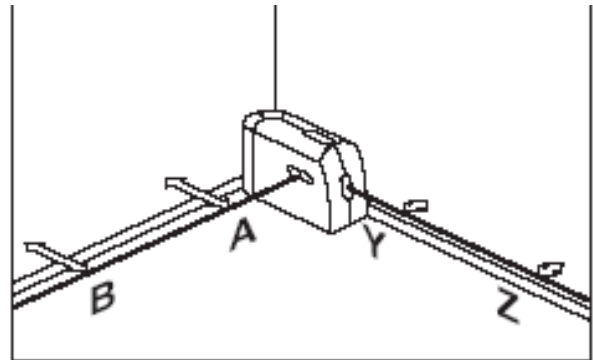


Рисунок 5.22 – Выравнивание прямых углов при укладке кирпича

5.2.4 Системные принадлежности для точечных лазерных нивелиров

Для *точечных лазеров* доступны следующие *системные принадлежности* – *штативы и поворотный стол (выравнивающая пластина)*, на котором может быть установлен лазер. Поворотный стол должен быть вручную выровнен в горизонтальной плоскости только один раз, и после того, как это будет точно выполнено, лазер можно разворачивать без дальнейшей коррекции. Чтобы отклонить лазерный луч на 90° или одновременно проецировать два луча с углом 90° между ними, может быть использована *равноугольная* или *двухлучевая призма*.

Призма используется для отклонения пучка света или лазерного луча. Различают:

- *равноугольная призма;*
- *двухлучевая призма.*

Равноугольная призма: простая отклоняющая призма отражает свет или лазерный луч на 90° .

Двухлучевая призма: двухлучевая призма содержит расщепитель луча, который позволяет одной половине светового или лазерного луча проходить прямо вперед, а другую половину отклоняет на 90° (рис. 5.23). Таким образом можно, например, выполнять наведение на вертикальную измерительную точку, одновременно проецируя горизонтальный луч.

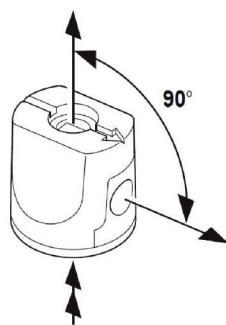


Рисунок 5.23 – Двухлучевая призма

Лазерный нивелир GPL 3 Professional штатно комплектуется *многофункциональным держателем (рис. 5.24)*, который обеспечивает вращение прибора вокруг вертикальной оси на 360° и продольное перемещение в пределах 35 мм.

Многофункциональный держатель позволяет реализовать различные варианты крепления прибора: *встроенным магнитом, ремнем, винтами непосредственно к стене или на штатив.*

Традиционно в приборах этого класса используется резьбовое соединение $1/4"$. Штатный многофункциональный держатель может быть использован и в качестве переходника при креплении прибора на штативы с резьбой $5/8"$.

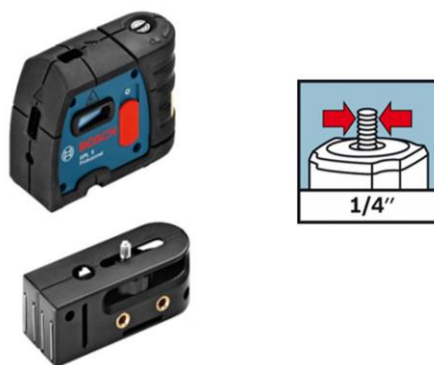


Рисунок 5.24 – Лазерный точечный нивелир GPL 3 Professional с многофункциональным держателем

Эффективность и удобство работы с прибором можно существенно повысить, если использовать системные принадлежности Bosch: *строительный штатив BS 150 Professional, телескопическую штангу BT 350 Professional и универсальный держатель BM 1 Professional.*

Надёжный и лёгкий, всего 1 кг, алюминиевый **строительный штатив Bosch BS 150 Professional** (рис. 5.25) с поворотной платформой, в сложенном состоянии очень компактен.

Раздвижные ножки и дополнительный подъёмный механизм позволяют проводить точную регулировку высоты в пределах от 52 до 147 см над уровнем пола.

Обрезиненные ножки штатива не скользят и щадят напольное покрытие в помещении.



Рисунок 5.25 – Строительный штатив BS 150 Professional

Очень востребованный аксессуар – **телескопическая штанга BT 350 Professional** (рис. 5.27).



Рисунок 5.27 – Телескопическая штанга BT 350 Professional

Штанга устанавливается в распор между полом и потолком в помещениях с высотой до 3,5 метров, и может смело использоваться после чистовой отделки потолка без риска повреждения.

Подвижный крепёжный узел имеет в своей основе «быструю» струпцину. Он разборный: угловой элемент может использоваться для крепления прибора к стене с помощью шурупа.

Преимущества телескопической штанги BT 350 Professional:

- *простое управление и надёжность крепления линейного и точечного лазера;*
- *простой и быстрый монтаж;*
- *высокая универсальность благодаря держателю и металлическому уголку;*
- *надёжная и стабильная алюминиевая конструкция;*
- *простое крепление линейных и точечных лазеров;*
- *также идеально подходит для использования в комбинации с универсальным держателем BM 1 Professional.*

Технические характеристики телескопической штанги BT 350 Professional приведены в таблице Г. _ приложения Г.

Универсальный держатель BM 1 Professional (рис. 5.26) может использоваться со всеми измерительными приборами Bosch с резьбой 1/4".



Рисунок 5.26 – Универсальный держатель BM 1 Professional

За счет винтового механизма в BM 1 Professional обеспечивается возможность точной регулировки высоты прибора, что востребовано при проведении монтажных работ с применением мишени. Эта функция крайне полезна также при работах по монтажу подвесных или натяжных потолков.

Конструкция BM 1 Professional обеспечивает не только настенное крепление с помощью шурупов или магнитов к стальному каркасу, но и поз-

воляет использовать его как мини-штатив, для чего предусмотрены две раскладные ножки.

Преимущества универсального держателя BM 1 Professional:

- универсальное для линейных и точечных лазеров;
- гибкий монтаж держателя, например, с помощью шурупов, магнитов или на штативе;
- благодаря скобе BM1 оптимально подходит для потолочных работ;
- регулировка высоты с фиксацией для точного выравнивания;
- простое крепление лазера;
- идеален для использования в комбинации с телескопической штангой BT 350 Professional;
- возможность использования в качестве напольного штатива с выдвижными опорными ножками.

Лазерная мишень и очки для наблюдения за красным лазерным лучом (рис. 5.28) имеют красный цвет. Очки предназначены только для работы с нивелиром.



5.2.5 Закрепляющий материал 5

I. Выберите один правильный ответ и обведите:

1. Диапазон измерения точечным лазерным нивелиром при нормальном освещении составляет:

- а) 30-50 м;
б) 60-80 м;
в) 90-110 м.

Ответ:

2. Телескопическая штанга ВТ 350 Professional может устанавливаться враспор между полом и потолком в помещениях с высотой до:

- а) 3,5 м; б) 4,5 м;
в) 5,5 м.

Ответ:

II. Продолжите предложение:

1. Приборы для ручного нивелирования называются _____.

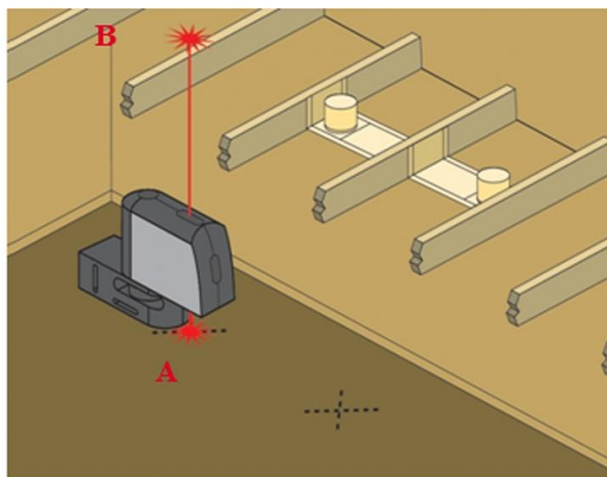
2. Лазерная мишень и очки для наблюдения за красным лазерным лучом. имеют цвет.

III. Дополните предложение недостающей информацией:

1. Самонивелирующиеся профессиональные точечные лазеры используются для переноса точных _____ углов _____ помещений.

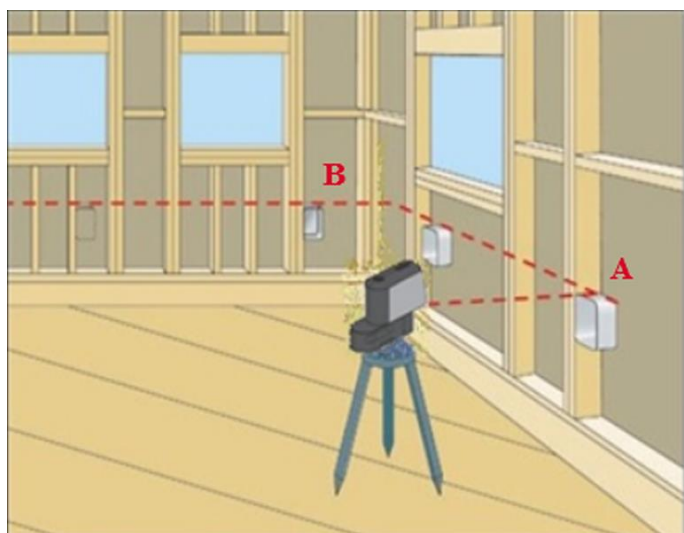
IV. Работа с рисунком:

1. Изучите рисунок и подпишите название технологической разметки.



Технологическая разметка: _____

2. Изучите рисунок и напишите последовательность технологических операций нанесения базисных линий.



№ последовательности	Технологический процесс
	Отрегулировать высоту нивелира с использованием штатива
	Отметить точку A
	Повернуть штатив вокруг оси штатива
	Отметить точку B

3. Изучите рисунок и напишите представленные принадлежности для GPL 3 Professional:



Рисунок – Принадлежности для GPL 3 Professional

5.3 Линейные лазерные нивелиры

5.3.1 Модуль 6 «Построители плоскостей»

Учебный материал 6

5.3.1.1 Общие сведения

В сегменте измерительной техники Bosch есть класс приборов, называемых *лазерными построителями плоскостей*.



Рисунок 5.29 – Применение построителей плоскостей

Мы живем в прямоугольном мире. Большинство направлений в современных жилых и производственных зданиях являются ровными прямыми линиями, а большинство поверхностей – плоскостями (*рис. 5.30*). Так, например, коридоры обычно делают прямыми, стыки обоев и кафельной плитки – также прямые. Стены, полы, потолки и двери – обычно плоскости.

Кроме того, большая часть этих прямых и плоскостей пересекается не под произвольными углами, а под одним углом, а именно – прямым. Так, стены и пол пересекаются под прямым углом, дверные проемы и окна имеют прямоугольную форму, да и в большей части современной корпусной мебели редко используются какие-либо углы, кроме прямых.

Еще одной характерной особенностью современных зданий является то, что большая часть плоскостей должна быть ориентирована строго верти-

кально или строго горизонтально. Так полы обычно стараются делать строго горизонтальными, стены – вертикальными.

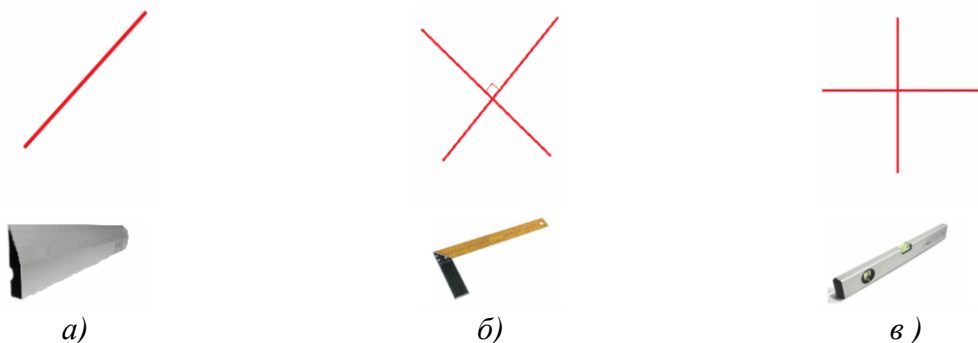


Рисунок 5.30 – Прямоугольный мир

При разметке во время строительства и ремонта возникают три задачи (рис. 5.31):

1. Получение ровных прямых линий.
2. Получение прямых углов.
3. Получение вертикальных и горизонтальных направлений.

Для решения этих задач придумано множество простых приборов. Для прямых линий – линейки и правила. Для прямых углов – угольники, для вертикалей и горизонталей – отвесы и уровни.



а – получение ровных прямых линий; б – получение прямых углов; в – получение вертикальных и горизонтальных направлений

Рисунок 5.31 – Задачи, решаемые при разметке по строительству и ремонту

Однако, с развитием лазерных технологий появилась возможность создать прибор, который может заменить все эти многочисленные инструменты и выполнять их функции как по отдельности, так и одновременно. Таким прибором является **лазерный построитель плоскостей**.

Линейный лазерный нивелир (построитель плоскостей) (рис. 5.32) используется для нанесения разметки в помещениях. С его помощью происходит построение горизонтальных и вертикальных лазерных плоскостей. Лазерные построители плоскостей широко применяются для ремонтных работ. Эти приборы имеют достаточно высокую степень точности.

Основное отличие лазерных построителей (нивелиров) от оптических нивелиров заключается в **возможности увидеть построенную рабочую плоскость**.

Эти приборы успешно используются при разбивочных и монтажных работах на строительных участках, для контроля и монтажа различного оборудования, для разметки и задания направлений, монтаже стен и подвесных потолков, выравнивании полов, укладке плитки, для автоматизации ландшафтных работ и множестве других случаев.

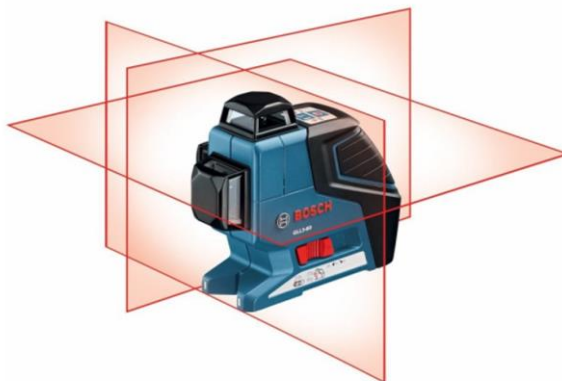


Рисунок 5.32 – Лазерный построитель плоскостей

Лазерный луч всегда распространяется строго по прямой. Поэтому, между источником и видимой точкой всегда будет прямая линия. Если же из круглого в сечении лазерного луча сделать луч, который будет очень тонким в одном направлении, но очень широким в другом, то вместо точки проецироваться будет линия (рис. 5.33). И, как и в предыдущем случае, между источником и любой точкой этой линии всегда будет прямая.

Этим свойством можно пользоваться для решения *первой задачи* – построения ровных прямых линий.

Если же установить второй излучатель строго под углом 90° , то можно решить и *вторую задачу* – построение прямых углов.

И наконец, если установить лазеры не жестко, а закрепить их на отвесе, мы сможем решить и *третью задачу* построения горизонтальных и вертикальных направлений.

Из сказанного выше логично вытекают три основные режимы работы построителей плоскостей.

Вращая точечный нивелир вокруг оси штатива, можно, например, проверить взаимную разметку подоконников или провести разметку под розетки. Понятно, что, по сути, это – построение горизонтальной плоскости, но очень кропотливое и трудоёмкое. Удобнее, если прибор нарисует на стене горизонтальную линию сам. Именно для этих целей и был создан отдельный класс приборов, называемый «построителями плоскостей» или «лазерными нивелирами».

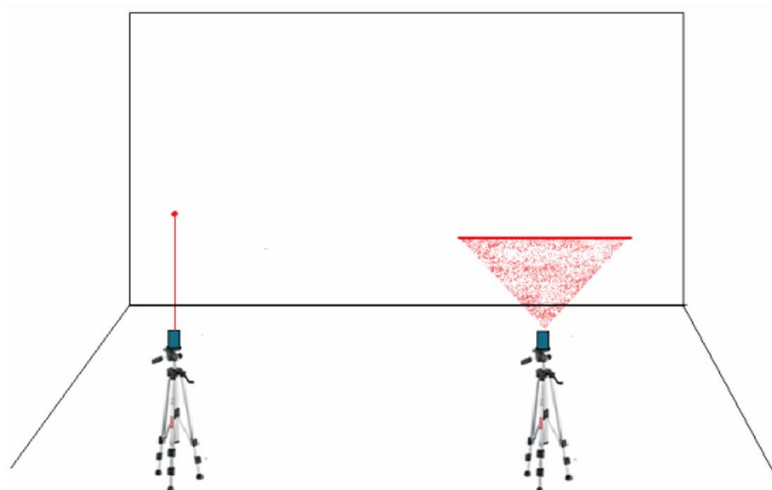
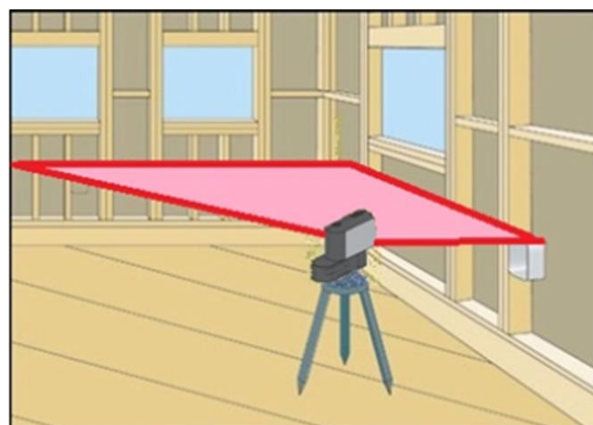


Рисунок 5.33 – Распространение лазерного луча

Основная задача построителей плоскостей – отображение прямых световых линий на различные поверхности. В процессе строительства пользователь может использовать эти линии как базовый уровень для выполнения различных задач (рис. 5.34).



а)



б)

а, б – горизонтальное выравнивание (разметка под розетки)

Рисунок 5.34 – Применение построителей плоскостей

Принцип маятника

В природе единственным строго выдерживаемым направлением является вертикаль. В качестве простейшего прибора для определения вертикали применяется механический отвес – грузик, закреплённый на нити (рис. 5.35а).



В современных лазерных приборах сила земного притяжения воздействует на маятник с закреплённым на нём лазерным диодом и оптической системой, состоящей из линз, призм или зеркал (рис. 5.35б).

Оптическая система формирует одну горизонтальную и одну или две (в зависимости от модели) вертикальные лазерные плоскости. В зависимости от своих потребностей, пользователь имеет возможность выбирать режим работы прибора.

Маятник снабжен магнитным демпфером колебаний, что ускоряет процесс успокоения при начале работы.

Для обеспечения сохранности маятника в процессе транспортировки он механически фиксируется.

В лазерных нивелирах Bosch используются лазерные диоды с длиной волны 635 нм. Это лазер красного цвета. Выбор таких диодов обусловлен хорошей видимостью красного лазерного луча для человеческого глаза, стабильностью параметров диодов, их распространенностью и доступностью.

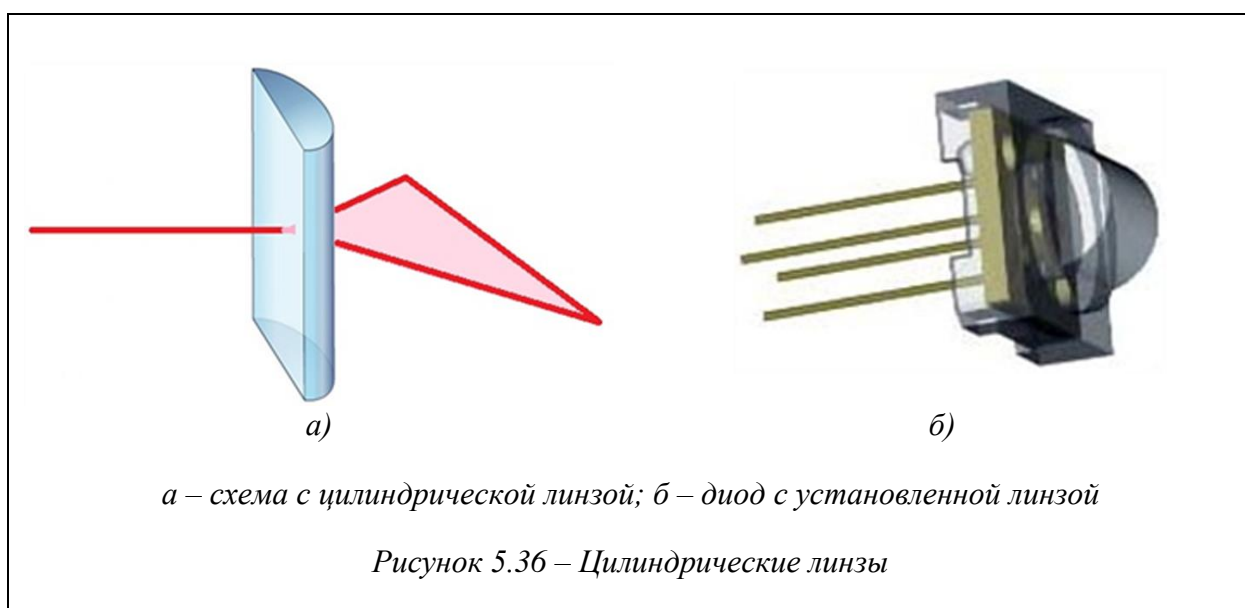
Внимание! Применяемые лазеры относятся ко второму класс опасности. Не смотря на то что использование лазеров этого класса считается в целом безопасным, инструкция по эксплуатации запрещает направлять луч на людей, животных и себе в глаза.

Для получения лазерной плоскости в приборах могут использоваться две разные оптические схемы:

- с цилиндрической линзой;
- с зеркальным конусом.

Наиболее популярна оптическая схема с цилиндрической линзой (рис.5.36).

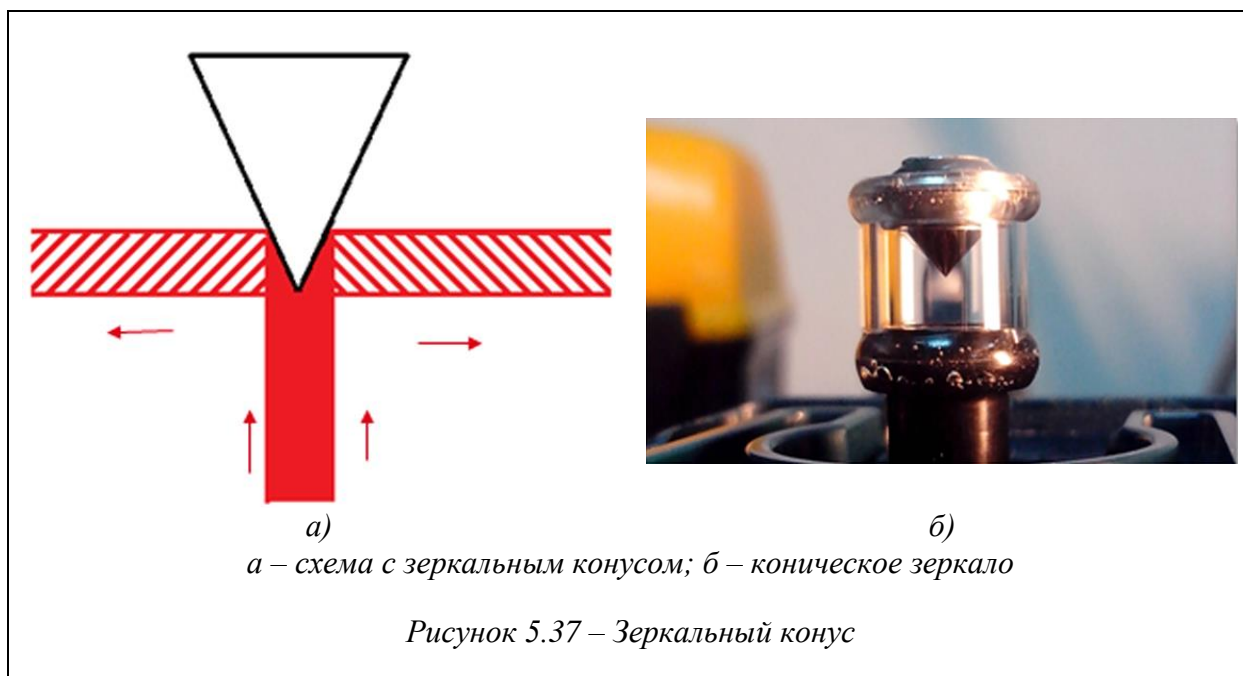
При прохождении через цилиндрическую линзу круглый в сечении световой пучок трансформируется и на выходе получается лазерная «плоскость», толщина которой совпадает с изначальным диаметром пучка, а ширина зависит от свойств линзы. Приборы, выполненные по такой схеме, дешевле в производстве и проще в юстировке, а недостатком такого исполнения является ограниченный угол расширения лазерной плоскости.



Во второй схеме используется зеркальный конус (рис.5.37).

Лазерный луч попадает строго на острие конуса и, отражаясь от его поверхности, образует круговую лазерную плоскость. Такое решение хорошо тем, что угол лазерной плоскости составляет 360° , но эта схема сложнее и дороже в производстве.

Кроме того, для обеспечения равномерной яркости требуются более мощные диоды.



Основные технические характеристики построителей плоскостей:

- **важнейшим параметром построителей плоскостей является количество лучей.** В линейке построителей Bosch есть приборы с 2 и 3 лучами;
- **второй по важности параметр – это угол расхождения лазерной плоскости.** От него зависит, на сколько длинной будет отображаемая линия. В линейке инструментов Bosch есть приборы с углами расхождения от 120° до 360° ;
- **диапазон самонивелирования.** Это диапазон, в котором маятник будет выполнять свои функции, и, по сути, максимально допустимый уклон поверхности, на которой прибор сможет самонивелироваться ($\pm 4^\circ$);
- **время самонивелирования** – время, за которое прекращаются колебания маятника, и прибор приходит в рабочее состояние (менее 4 с);
- **рабочий диапазон** – это дальность, на которой лазерная линия продолжает быть видимой или обнаруживаемой приёмником. На практике этот диапазон зависит не только от технических параметров прибора, но и от внешних условий, например, от освещения и запыленности воздуха. Опыт эксплуатации лазерных нивелиров свидетельствует, что человеческий глаз различает лазерную плоскость на расстоянии 15-20 м. Заявленный рабочий диапазон в 50-80 м реализуется за счет импульсного режима работы нивелира и применения специального приёмника.
- **защита от внешних воздействий.** Построители плоскостей Bosch имеют класс защиты IP 5X или IP 54. Первая «5» означает защиту от пыли: «пыль, попавшая в корпус, не нарушает работу прибора», X обо-

значает, что прибор не проходил сертификацию на защиту от воды, а «4» обозначает защиту от водяных брызг;

- **точность нивелирования** для линейных лазеров Bosch от 0,2 до 0,3 мм/м.

Точность нивелирования исчисляется в мм на метр и одинакова как в продольной, так и в поперечной плоскостях.

Линейка нивелиров состоит из 6 моделей.

Их основные различия в следующем:

1. Количество проецируемых лазерных плоскостей 2 или 3;
2. Формируемые лазерные плоскости могут быть замкнутые (360°) или незамкнутые;
3. Приборы имеют различную дальность действия и способность работать с приёмником.

Таким образом, широкая линейка профессиональных построителей плоскостей от Bosch отвечает всем разнообразным потребностям пользователей как в плане функционала, так и по удобству использования.

Открывает модельный ряд **построитель плоскостей GLL 2 Professional** (рис. 5.38). Это простой базовый инструмент с функцией самонивелирования. Лучей у этого прибора 2, точность нивелирования 0,3 мм/м, класс защиты IP 5X. Дальность действия – до 10 м в зависимости от освещённости помещения.

К особенностям *GLL 2 Professional* можно отнести *управление одной кнопкой*. В комплект поставки входит многофункциональный держатель, который обеспечивает вращение прибора вокруг вертикальной оси на 360° и продольное перемещение в пределах 35 мм. Многофункциональный держатель позволяет реализовать различные варианты крепления прибора, как-то встроенным магнитом, ремнем, винтами непосредственно к стене или на штатив.



Построитель плоскостей GLL 2-15 Professional. Новая модель лазерного нивелира GLL 2-15 **Professional** (рис. 5.39) сохранила такие же компактные размеры, как и модель лазерного нивелира GLL 2 Professional, при этом улучшены показатели дальности. Новинка способна точно отображать четкую линию на расстоянии до 15 м. Воплощена опция отображения линий на выбор: горизонтальная, вертикальная или перекрестные лучи.

Лазерный построитель плоскостей GLL 2-15 Professional способен быстро, в считанные секунды после включения, нивелировать неровности установки прибора в диапазоне $\pm 4^\circ$, отобразить и зафиксировать четкую линию на плоскости. Прорезиненный корпус лазерного уровня, улучшенная эргономика прибора позволяет комфортно работать и защищает нивелир от механического воздействия.



Рисунок 5.39 – Построитель плоскостей GLL 2-15 Professional

Построитель плоскостей GLL 2-50 Professional (рис. 5.40) строит горизонтальную и вертикальную плоскости, с приёмником LR 2 может работать на дистанции до 50 метров, имеет точность нивелирования 0,3 мм/м, класс защиты IP 54. Нужно отметить, что при включении режима работы с приёмником визуальная яркость луча незначительно падает.



Построитель плоскостей GLL 3-50 Professional (рис. 5.41) – новый прибор в линейке линейных нивелиров Bosch. Его особенности работы:

1. Три плоскости, вертикальная плоскость «заброшена за спину» для обеспечения возможности работы на потолке.

2. Лазерный отвес (надир) для переноса точек. Зенит находится в точке пересечения вертикальных плоскостей.

3. Прибор оснащен специальным микроштативом новой конструкции. GLL 3-50 Professional фиксируется на штативе защёлкой, что обеспечивает более удобную и быструю фиксацию в сравнении с винтовым механизмом. Штатив имеет регулируемые по высоте ножки, обеспечивающие удобную работу с отвесом. Присутствует и поворотный механизм с лимбом и микро-винтом для точной регулировки угла поворота прибора.



Верхнюю планку в линейке построителей плоскостей Bosch занимают **GLL 2-80 P Professional** и **GLL 3-80 P Professional**.

Эти нивелиры *обеспечивают построение двух или трёх плоскостей* соответственно. Важнейшей особенностью приборов является то, что лазерные плоскости, создаваемые ими, имеют полный охват на 360°.

Пересечение вертикальных плоскостей при использовании GLL 3-80 Professional дают точки зенита-надира и могут использоваться в качестве отвеса.

Благодаря мощным диодам рабочий диапазон нивелиров (в диаметре) увеличен *до 40 м без приёмника* и *до 80 м с приёмником LR 2*.

Точность прибора 0,2 мм/м; класс защиты IP 54.

5.3.1.2 Построитель плоскостей GLL 3-80 P Professional

Построитель плоскостей GLL 3-80 P Professional (рис. 5.42) – это профессиональный прибор для быстрой, комфортной и эффективной работы как в помещениях, так и на улице. Его можно *использовать для укладки плитки, монтажа труб, установки мебели или подвесных конструкций, и решения целого ряда других задач бытового, так и профессионального направления*. Линейный лазерный нивелир GLL 3-80 P проецирует три яркие взаимно перпендикулярные плоскости: одну горизонтальную и две вертикальные линии в диапазоне 360°, что позволяет полностью перекрыть рабочими плоскостями всё помещение, при этом в месте пересечения плоскостей образуются кресты (впереди, сзади, слева, справа и в зените). Это очень удобно при выполнении одновременной маркировки, а также выравнивания и нивелирования внутри помещений. Рабочий диапазон измерений составляет 20 метров, с приемником эта цифра увеличивается до 80 метров.

Точность построения плоскостей не превышает 0,2 мм на один метр рабочего расстояния, что является одним из лучших показателей в этой ценовой категории.

Встроенная система самовыравнивания позволяет не тратить время на кропотливую установку уровня. Достаточно лишь «на глаз» установить прибор на горизонтальной поверхности, и если уклон не превышает диапазон действия компенсатора ($\pm 4^\circ$), то система самовыравнивания автоматически установит лазер по уровню при включении, и будет следить за его состоянием.

Если самовыравнивающийся лазерный уровень отклонится более чем на допустимое значение, раздастся звуковой сигнал и лазерные лучи начнут мигать, что предотвратит пользователя от ошибочной разметки. Мембранные кнопки позволяют переключать режимы работы. При выключении прибора компенсатор автоматически блокируется, однако можно проецировать лучи и при выключенной системе самовыравнивания, что позволяет отстраивать наклонные плоскости, например, для установки лестниц или декоративной разметки.



Преимущества построителя плоскостей GLL 3-80 P Professional:

- **компактный** многофункциональный линейный лазерный нивелир для любых работ внутри помещений;
- **универсальность**; безграничные возможности применения: одна горизонтальная и две вертикальных линии в диапазоне 360°;
- **самонивелирующийся** (4° за 4 с), высокоточный ($\pm 0,2$ мм/м) инструмент с дальностью действия в комплекте с приёмником до 80 м (в диаметре);
- **удобный в использовании и исключительно прочный (IP 54)**;
- **небольшие габариты** и малый вес (всего 0,75 кг) - для удобного пользования;
- **резьба под штативы 1/4" и 5/8"** - для использования с различными приспособлениями;
- при невозможности самовыравнивания прибор извещает пользователя миганием лазерных лучей и **звуковым сигналом**;
- **независимость от наличия электросети** на объекте, что очень удобно;
- **комфортная эксплуатация**, нескользящее покрытие корпуса;
- **удобная мембранная клавиатура** на верхней панели инструмента;
- **магнитное универсальное крепление**, при помощи которого можно закрепить инструмент на металлической поверхности.

Для работы с приёмником LR 2 Professional линейный лазерный нивелир GLL 3-80 P Professional оснащён импульсной функцией.

Технические характеристики построителя плоскостей GLL 3-80 P Professional

Тип лазера (лазерный диод)	640 нм, < 1 мВт
Класс лазерного излучения	2
Диапазон работы компенсатора (диапазон самонивелирования), °	± 4
Время нивелирования, с	4
Источники питания (батарейки)	3 x 1,5 В LR03 (AAA)
Максимальное время работы в 1-лучевом режиме, час.....	18
Рабочий диапазон (в диаметре) без приемника, м	20
Рабочая температура, °С	от –10 до +40
Температура хранения, °С	от –20 до +70
Относительная влажность воздуха не более, %	90
Длина, мм	159
Ширина, мм	75
Высота, мм	141
Проекция	3 линии 360°
Степень защиты	IP 54

5.3.1.3 Системные принадлежности для построителей плоскостей

В комплект лазерного нивелира GLL 3-50 P Professional входят дополнительные аксессуары, которые повышают удобство работы с прибором, такие как *приёмник лазерного излучения LR 2 Professional*, *строительный штатив BS 150 Professional* или *универсальный держатель* (многофункциональное настенное крепление) *BM 1 Professional*.

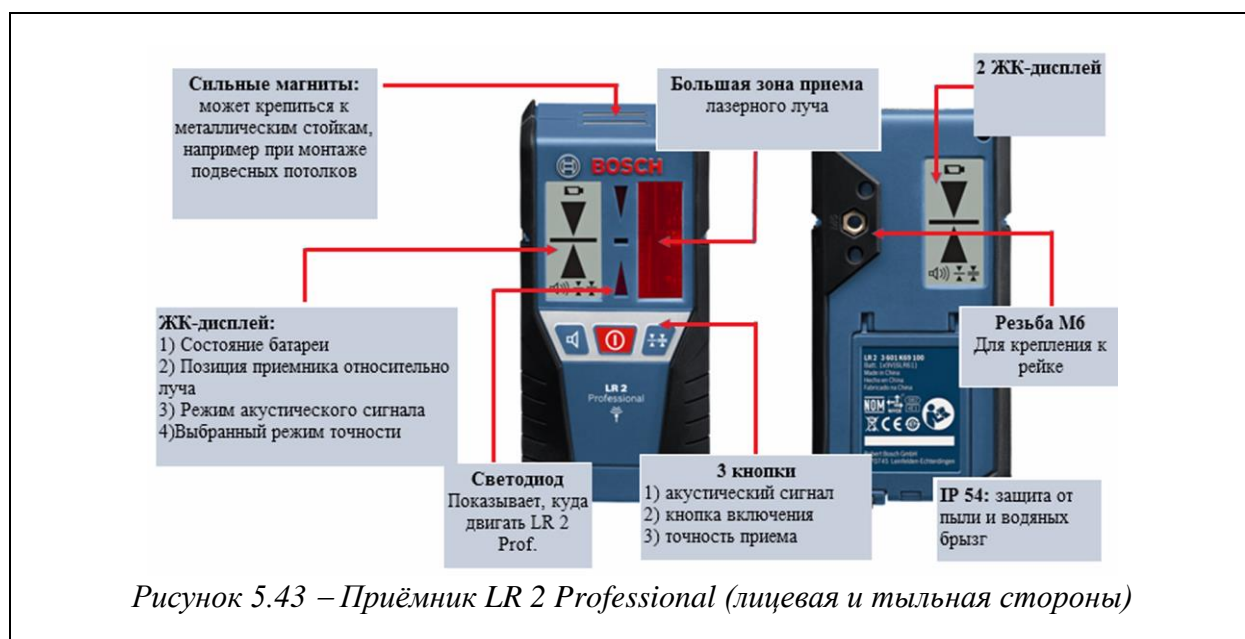
Для лазерных построителей плоскостей Bosch применяется компактное дополнительное оборудование – **приёмник LR 2 Professional**.

Стоит отличать его от *приёмника LR 1*, который *предназначен* для работы только с *ротационными нивелирами*. Эти приборы **не взаимозаменяемы**.

Если нужно работать на *больших расстояниях* порядка *нескольких десятков метров* или на строительной площадке имеются *неоптимальные условия по освещённости или запыленности*, то для работы с построителем плоскостей требуется **приёмник LR 2 Professional** (рис. 5.43).

Красный прямоугольник на корпусе прибора – это чувствительный сенсор, способный обнаруживать лазерное излучение. Информация, которую получает сенсор, отображается на двухстороннем дисплее. Дисплеи расположены на передней и задней стенках прибора, что позволяет работать с приёмником в любом положении. На дисплее символически отображается направление, в котором необходимо двигать приемник, чтобы идеально совместить его с проецируемой лазерной плоскостью. На боковых гранях прибора есть метки-прорези, по которым можно осуществить разметку. В приёмнике есть два режима точности. *Один – более грубый* – для тех применений, где в повышенной точности нет необходимости, и *второй режим, более*

точный. В режиме повышенной точности для того, чтобы точно выставить приёмник, требуется несколько больше времени и усилий.



Для работы с приёмником строитель плоскостей должен обладать импульсным режимом, который необходимо активировать.

Таким режимом обладают все построители плоскостей, начиная с *GLL 2-50 Professional* и выше.

Особенности приемника

1. Контроль работы

Дисплей, светодиоды и звуковые сигналы отображают основные показатели работы прибора.



2. Удобное управление

При помощи понятных кнопок производится включение, настройка точности измерения, звукового сигнала.



3. Надежность

Прибор заключен в водонепроницаемый и пылезащищенный корпус.



Технические характеристики приемника LR 2 Professional

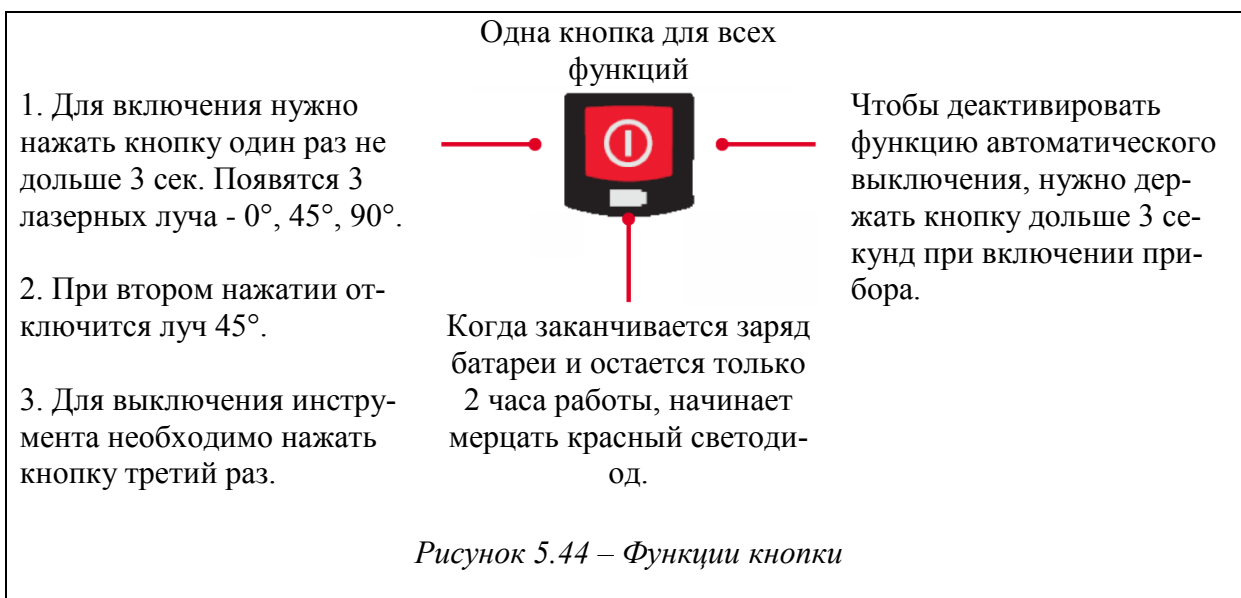
Дальность действия, м	5 – 50
Источники питания (батарейки)	1 x 9 В 6LR61 блок
Точность измерения (точно/грубо), мм	± 1 /± 3
Угол приема, °	90
Высота зоны приема, см	4
Продолжительность работы с 9 V батареей, часов	30
Длина, мм	74
Ширина, мм	41
Высота, мм	150
Вес (со стандартными батареями), кг, приблизительно	0,2
Степень защиты	IP 54

5.3.2. Модуль 7 «Лазерные нивелиры для выравнивания керамической плитки»

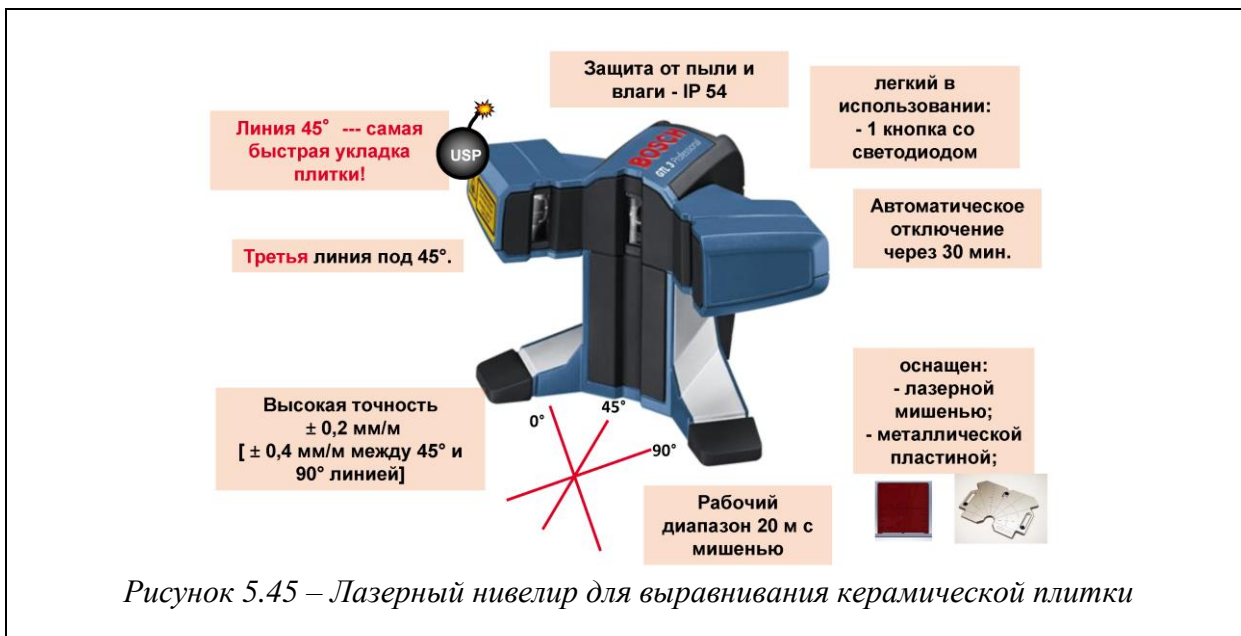
Учебный материал 7

5.3.2.1 Лазерный нивелир для укладки керамической плитки

Технология работы с нивелиром. Все функции выполняются одной кнопкой (рис. 5.44):



Внешний вид лазерного нивелира для выравнивания керамической плитки GTL 3 Professional изображен на рисунке 5.45.



Технические характеристики лазерного нивелира GTL 3 Professional

Тип лазера (лазерный диод)	635 нм, < 1 мВт
Класс лазерного излучения	2
Автоматическое отключение после, минут	30
Дискретность отсчета горизонтального круга (диап. 0–90°), мм/м	± 0,2
Источники питания (батарейки)	4 x 1,5-V-LR6 (AA)
Продолжительность работы с 2 линиями, час, макс.	18
Продолжительность работы с 3 линиями час, макс.	12
Рабочий диапазон, м	20
Рабочий диапазон с отражающей пластиной (лазерной мишенью), м	20
Рабочая температура, °С	-10 ... +50
Температура хранения, °С	-20 ... +70
Длина, мм	157
Ширина, мм	102
Высота, мм	98
Вес, кг, приблизительно	0,5
Проекция	3 линии
Степень защиты	IP 54

Преимущества GTL 3 Professional:

- быстрая укладка керамической плитки благодаря дополнительному лазерному лучу под углом 45°;
- дополнительно к двум лучам под 90° проецирует третий под углом 45° для точного и быстрого выравнивания при укладке настенной и напольной плитки;
- высокая точность – 0,2 мм/м;
- компактная и лёгкая конструкция для оптимального удобства использования;
- правильная планка для обеспечения оптимальной устойчивости при выполнении работ на неровном полу и для крепления на стене;
- проецирует хорошо видимые лазерные лучи внутри помещений.

5.3.2.2 Область применения и виды выполняемых работ

Лазерный нивелир GTL 3 Professional предназначен для всех специалистов, занимающихся отделочными, сантехническими, столярно-плотничными, монтажными (электроосветительными) работами.

Спектр применений:

- укладка плитки/камня;
- внутренняя обшивка, облицовка;
- стенная арматура;
- поклейка обоев, работа по шаблону;

- плотничные работы;
- установка розеток;
- осветительные приборы;
- стенные перегородки;
- проверка прямых углов.

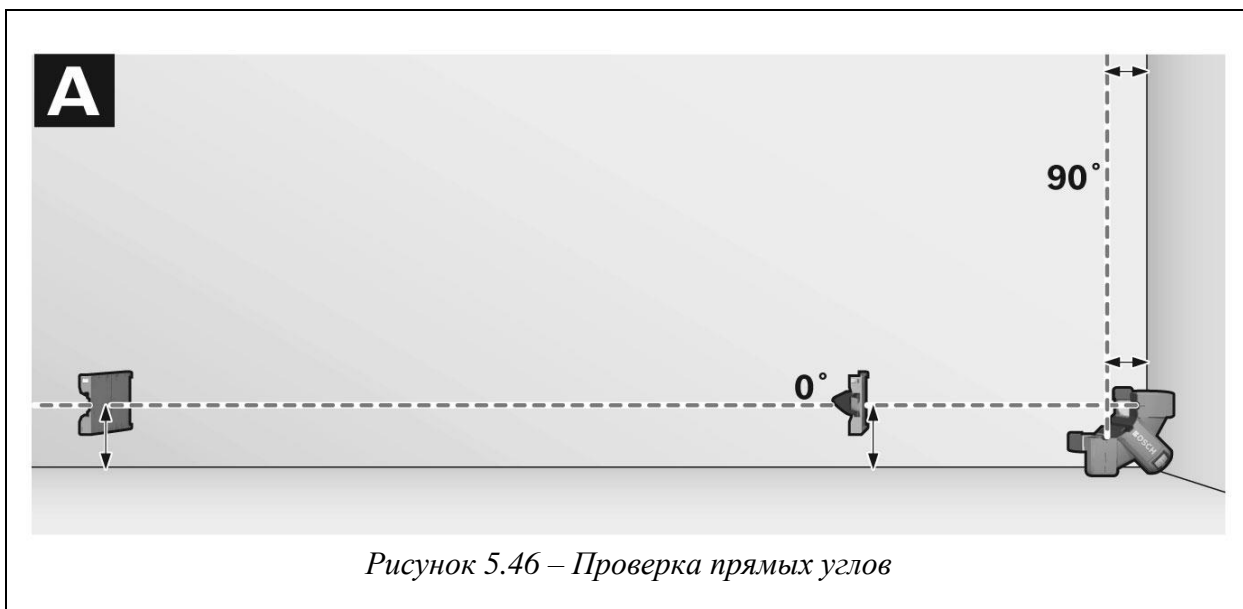
Любой специалист, работающий в монтаже или отделке, например, электрики, сантехники, плотники, укладчики, не имеющий линейного или точечного лазера, может использовать в качестве замены лазерный нивелир GTL 3 Professional.

Виды измерений с использованием лазерного нивелира GTL 3 Professional

Проверка прямых углов (рис. 5.46)

Производится перед началом укладки плитки

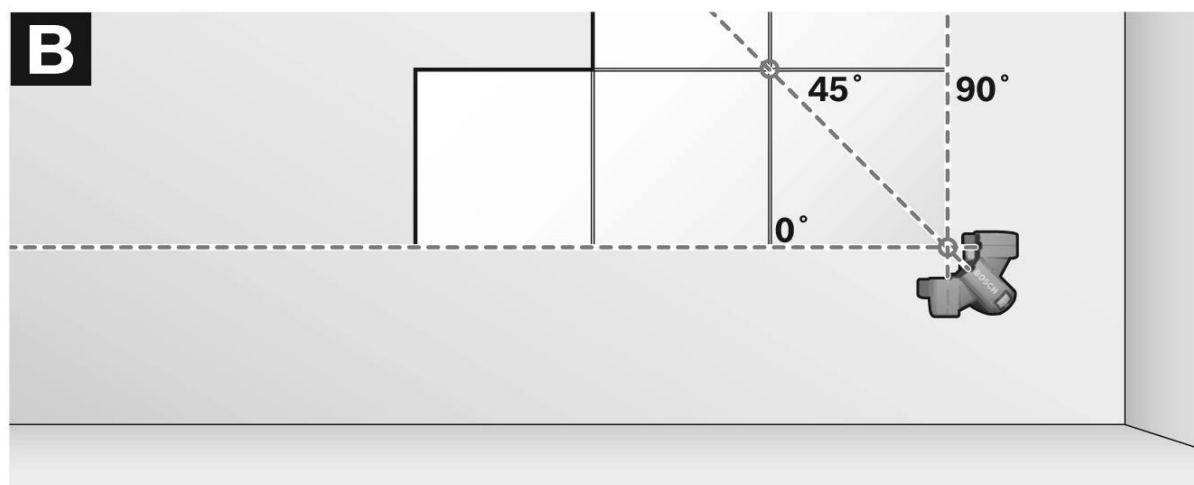
- GTL 3 Professional устанавливается в углу, который нужно проверить;
- 0° луч должен быть параллелен базовой линии (например, стене);
- лазерная мишень помогает найти луч. С помощью измерительного прибора проверяют, одинаковые ли расстояния до 0° линии в разных точках. Расстояния между 90° линией и стеной также должны быть одинаковыми.



Укладка плитки под прямым углом (рис. 5.47)

- GTL 3 Professional устанавливается в исходном пункте для укладки плитки. Часто плиточники выбирают середину комнаты или дверь;
- один угол первой плитки должен быть выровнен по точке пересечения 3 (2) лучей. 0° и 90° лучи идут вдоль сторон этой плитки;

- 45° луч дает дополнительную базовую линию для выравнивания плитки.



а)



б)

а – GTL 3 Professional позволяет определить, как пойдет плитка; б – становится намного проще определить правильные места стыков на полу и на стене

Рисунок 5.47 – Укладка плитки под прямым углом

Укладка плитки по диагонали (рис.5.48)

- GTL 3 Professional устанавливается в исходном пункте для укладки плитки. Часто плиточники выбирают середину комнаты или дверь;
- одна сторона первой плитки должна быть выровнена по 45° лучу;
- 0° и 90° лучи дают дополнительные базовые линии для плиток, которые идут к ним по касательной.

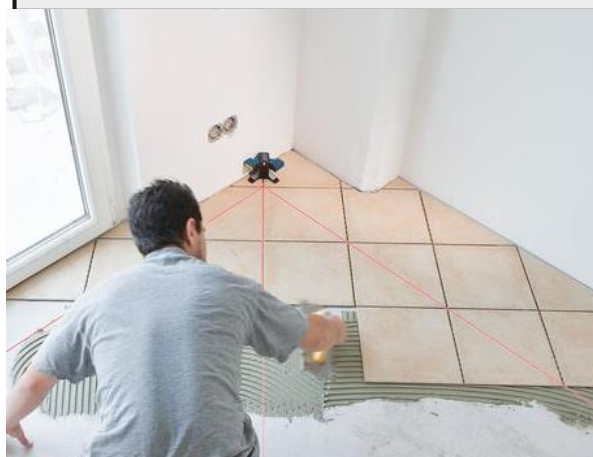
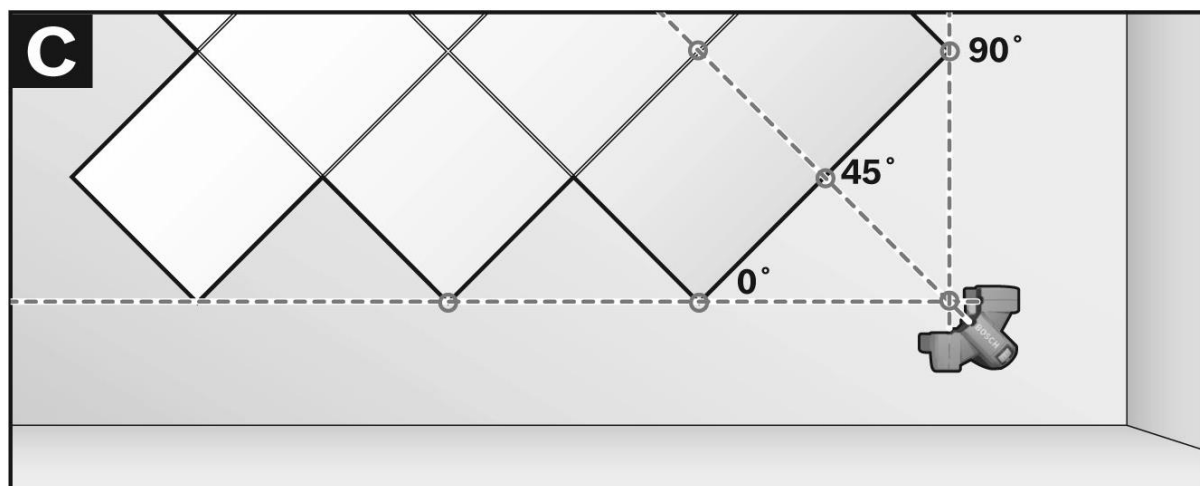


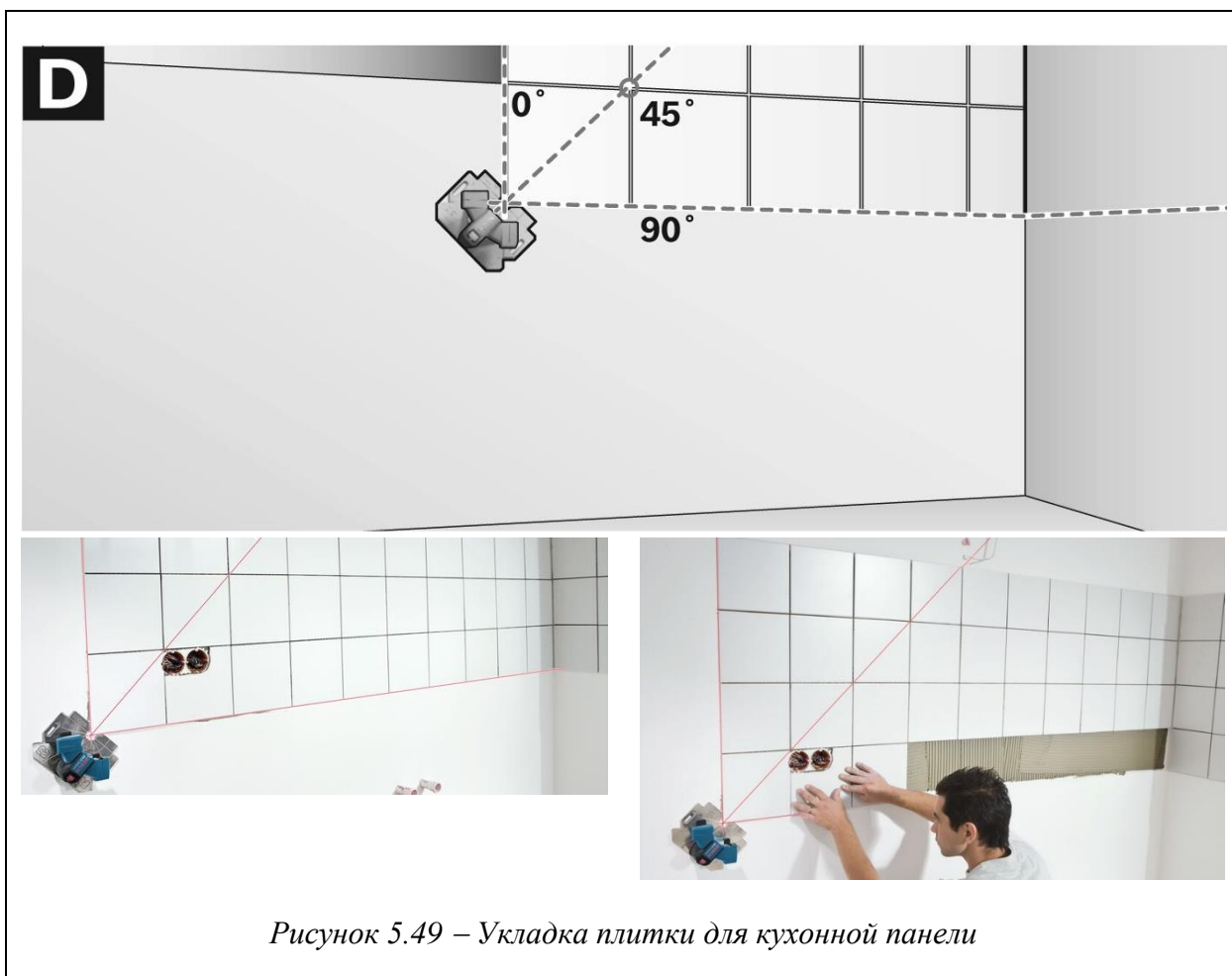
Рисунок 5.48 – Укладка плитки по диагонали: GTL 3 Professional движется за плиточником, так как он продолжает укладку плитки по диагонали. Таким образом 3 луча всегда хорошо видны

Укладка плитки для кухонной панели (рис.5.49)

- металлическая пластина крепится на стене с помощью шурупов, как показано на картинке. Она должна быть ровной, так как GTL 3 Professional не самовыравнивающийся!

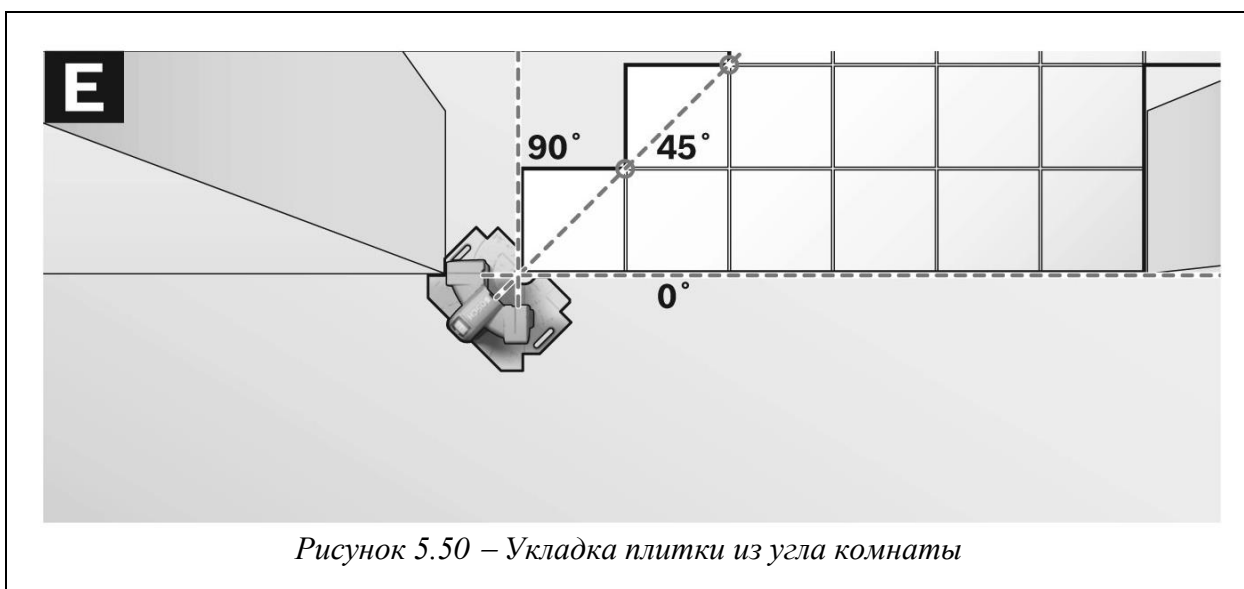
Установка GTL 3 Professional на металлической пластине дает следующее:

- а) 0 и 90° лучи выровнены по линиям на пластине;
- б) пересечение 3 (2) лучей в полукруге, вырезанном в пластине;
- в) 3 луча являются базовыми линиями для укладки плитки.



Нивелир GTL 3 Professional позволяет перенести места стыков с левой стены на правую. 3 базовые линии служат для специалиста хорошим ориентиром.

Укладка плитки из угла комнаты (рис.5.50)



- металлическая пластина также может быть использована для укладки плитки из угла, например, от двери;
- металлическая пластина ставится к одной стороне двери и позволяет пользователю укладывать плитку, ориентируясь на дверной проем.

5.3.2.3 Системные принадлежности для GTL 3 Professional

Стандартные принадлежности – металлическая пластина (рис. 5.51)

- Обеспечивает дополнительную устойчивость при работе с GTL 3 Professional на неровных поверхностях.
- Линии, вырезанные на пластине, помогают класть плитку под разными углами: 0° ; $11,25^\circ$; $22,5^\circ$; 45° ; $67,5^\circ$; 90° . Для этого нужно расположить GTL 3 на пластине таким образом, чтобы лучи соответствовали линиям.
- Может крепиться к стене для укладки настенной плитки, например, на кухне.

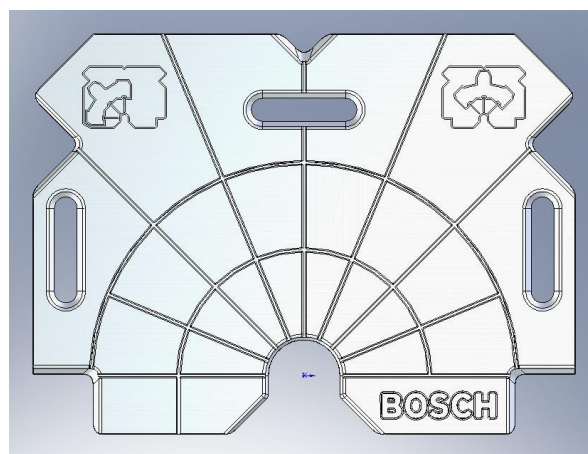
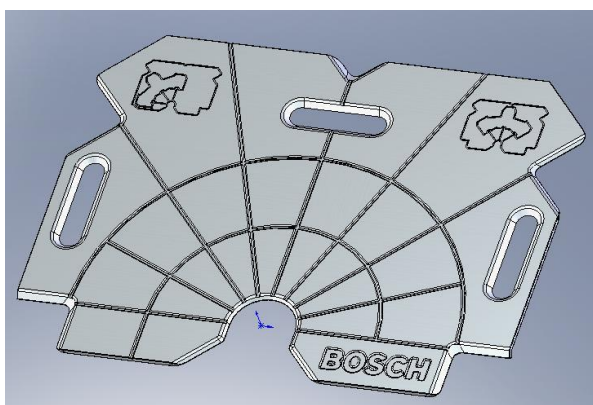


Рисунок 5.51 - Металлическая пластина для GTL 3 Professional

5.3.3 Модуль 8 «Лазерные нивелиры для проверки ровности полов»

Учебный материал 8

5.3.3.1 Лазерный нивелир для проверки ровности полов

Измерительный прибор *GSL 2 Professional* первый в мире лазерный нивелир, предназначенный для проверки ровности поверхности пола внутри помещений (рис. 5.52).



Рисунок 5.52 – Построитель плоскостей *GSL 2 Professional*

Лазерный построитель плоскостей (поверхностный лазер) *GSL 2 Professional* – является оптимальным инструментом для любых работ, связанных с обработкой пола (проверка ровности, стяжка, заливка и так далее). Он один способен заменить лазерный нивелир или жидкостный уровень, при этом качество и скорость выполнения работ будет намного выше. Этим прибором можно очень быстро и точно проверить ровность поверхности, используя для этого всего один инструмент. Вращающаяся на 360° головка построителя плоскостей *GSL 2 Professional* проецирует лазерный луч, который движется по полу, и в месте неровности расходится на два луча. Это позволяет пользователю не только установить факт неровности пола, но и очень быстро и максимально точно локализовать неровность и определить ее характер. Для этого в комплекте с прибором находится *визирная марка* – специальная отражающая пластина с угловой штриховкой. Нужно установить визирную марку в месте расхождения лучей – и в зависимости от того, в какую сторону от-

клонится линия, можно определить бугор на поверхности, или впадина. Точность отображения неровности определяется по простому принципу: *одна непрерывная линия – ровно, линия разделяется – неровно.*

Лазерные лучи превосходно видны в помещении на расстоянии до 10 м, а отражающая пластина позволяет работать в радиусе 20 м.

Лазерный построитель плоскостей GSL 2 Professional очень прост в эксплуатации и обслуживании, и не требует для работы специальных навыков. Простота обслуживания и удобство в использовании благодаря дистанционному управлению: прибор нужно только достать из кейса, включить его и установить контрольную высоту. Система самовыравнивания автоматически установит горизонтальный уровень, после чего лазерная головка начнет вращение, сканируя поверхность.

Лазерный построитель плоскостей GSL 2 Professional может работать в одном из трёх режимов:

1. *Режим быстрого сканирования* – для быстрого анализа поверхности;
2. *Режим замедленного сканирования* – для более точного выявления всех неровностей;
3. *Пошаговый режим* – для тщательного сканирования и локализации неровностей.

Технические характеристики нивелира GSL 2 Professional

Тип лазера (лазерный диод)	635 нм, < 5 мВт
Класс лазерного излучения	3R
Диапазон автоматического нивелирования (диапазон самонивелирования), °	± 4
Время нивелирования не более (время нивелирования), с	5
Источники питания (Li-Ion аккумулятор), В	10,8
Время работы, час, макс.	15
Рабочий диапазон без приемника, м	10
Рабочий диапазон с отражающей пластиной, м	20
Точность нивелирования, мм/м	±0,3
Рабочая температура, °С	от –10 до +50
Температура хранения, °С	от –20 до +70
Относительная влажность воздуха не более, %	90
Длина, мм	215
Ширина, мм	170
Высота, мм	200
Вес, кг, приблизительно	2,0
Проекция	2 линии
Степень защиты	IP 54

5.3.3.2 Системные принадлежности для GSL 2 Professional

К системным принадлежностям для лазерного нивелира для проверки ровности полов относятся:

- кейс L-BOXX;
- очки для наблюдения за лазерным лучом (цвет красный);
- пульт ДУ (дистанционного управления) RC 2 Professional (рис. 5.53);
- визирная марка (рис. 5.54);
- стандартное зарядное устройство Li-Ion AL 1115 CV;

Пульт ДУ RC 2 Professional. Для достижения максимальной эффективности работы рекомендуется применять GSL 2 Professional в комплекте с пультом дистанционного управления RC 2 Professional, с которым работать становится еще удобнее. В этом случае преимущество состоит в том, что можно свободно передвигаться по помещению, перемещать и устанавливать отражающую пластину, управляя прибором дистанционно и выбирая режим сканирования.

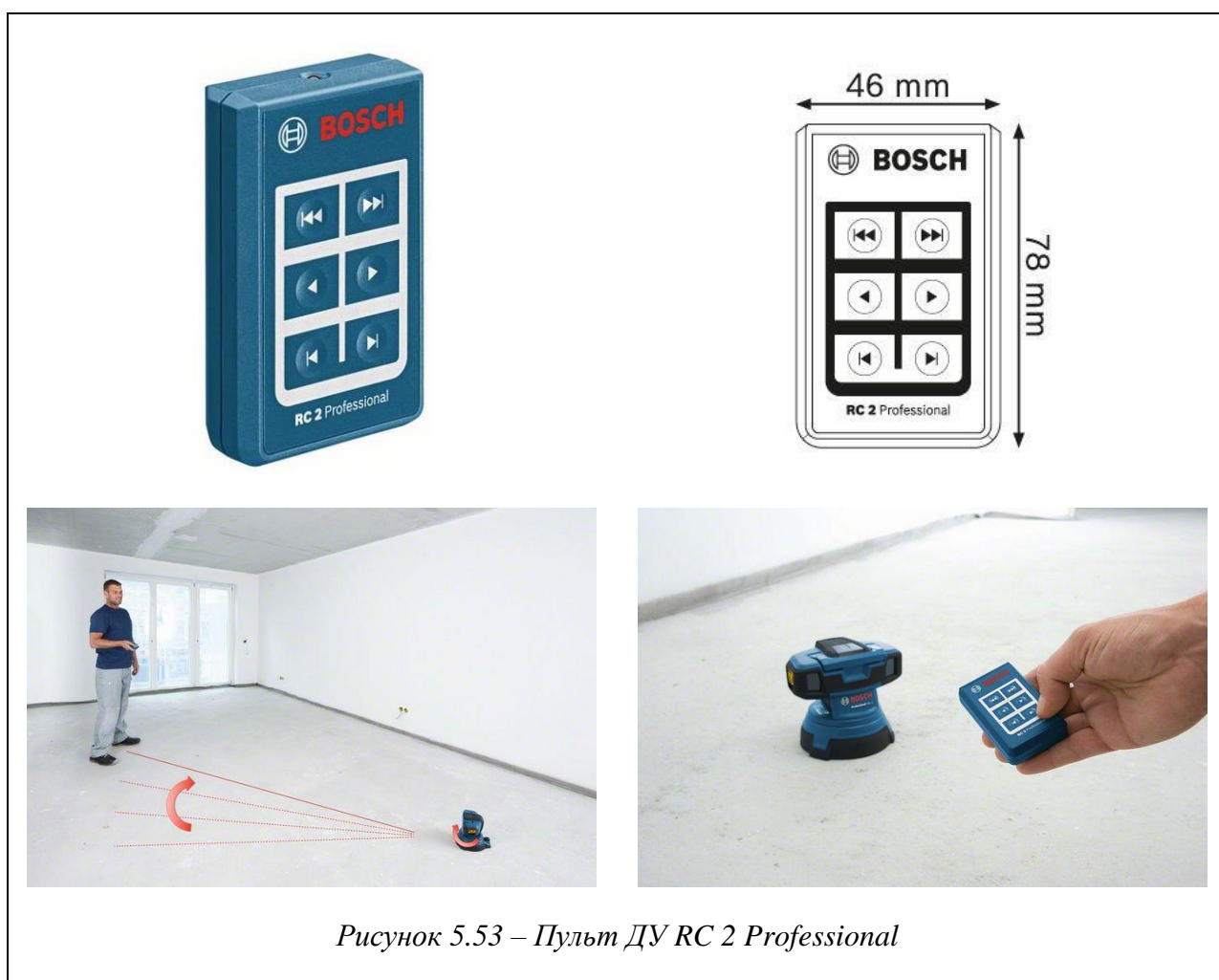


Рисунок 5.53 – Пульт ДУ RC 2 Professional

Преимущества RC 2 Professional:

- широкая область применения благодаря принадлежностям;
- практичный пульт ДУ для работ внутри помещений с дальностью действия 20 м;

- *управление с тремя ступенями скорости для быстрого, медленного и пошагового смещения.*

Технические характеристики RC 2 Professional

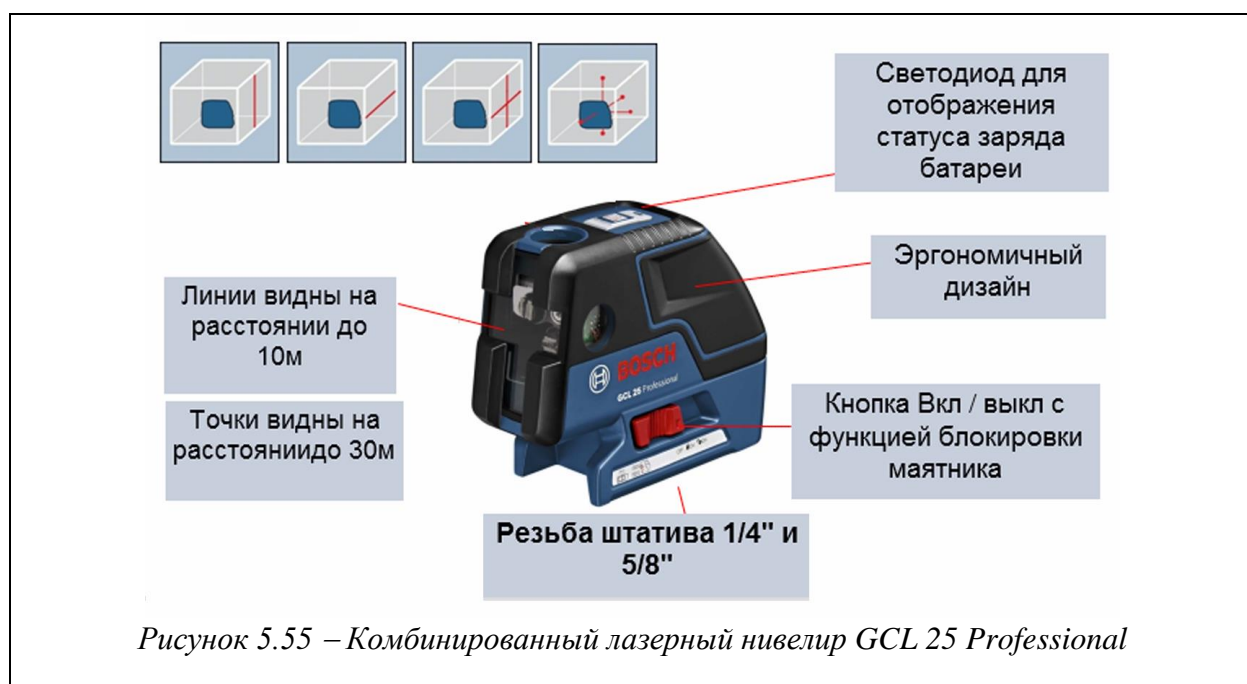
Дальность действия, м	20
Источник питания (батарейки)	3 x 1,5 В LR03 (AAA)
Вес, г	69
Класс защиты	5X



Рисунок 5.54 – Работа с визирной маркой

5.3.2.1 Комбинированный лазерный нивелир GCL 25 Professional

В конце 2012 года на рынок вышел новый прибор *GCL 25 Professional* – комбинированный лазерный нивелир (рис. 5.55). В нём функционал 5-точечного лазерного нивелира дополнен возможностью строить горизонтальную и вертикальную плоскости. Это нововведение существенно расширило область применения прибора: в нём совмещены возможности точечного лазерного нивелира и построителя плоскостей.



Особенности инструмента. Измерительный инструмент GCL 25 Professional предназначен для использования в качестве отвесов и для определения и проверки горизонтальных и вертикальных линий.

Комбинированный лазерный нивелир GCL 25 Professional отличается тем, что в нем комбинированы два нивелира – *линейный построитель плоскостей* с 2 плоскостями и *точечный* с 5 лучами. Он проецирует вертикальную и горизонтальную линии, перекрещивает их и выпускает 5 точек в разные стороны. Таким образом, пользователю доступен как функционал линейного лазера, так и все преимущества точного точечного лазера.

Прибор работает от алкалиновых батарей, которые можно перезаряжать, не извлекая из нивелира, и менять в случае истечения срока годности.

Рабочий диапазон прибора GCL 25 Professional в режиме построителя плоскостей – до 10 метров, в режиме точечного лазера – до 30 метров.

Комбинированный лазерный нивелир GCL 25 Professional – компактный инструмент с эргономичным дизайном, высокого класса и широко используется в строительстве.

Технические характеристики GCL 25 Professional

Тип лазера (лазерный диод)	635 нм, < 1 мВт
Класс лазерного излучения	2
Диапазон автоматического нивелирования (диапазон самонивелирования), °	± 4
Время нивелирования не более (время нивелирования), с	4
Источники питания (батарейки)	4 x 1,5-V-LR6 (AA)
Время работы, час, макс.	30
Рабочий диапазон:	
– лазерные линии, м	10
– горизонтальные точечные лучи, м	30
– точечный луч вверх, м	10
– точечный луч вниз, м	5
Точность нивелирования:	
– лазерные линии и горизонтальные точечные лучи, мм/м	±0,3
– вертикальные точечные лучи, мм/м	±0,5
Продолжительность работы в зависимости от режима работы:	
– режим работы с перекрестными и точечными линиями, час ...	12
– 5-точечный-режим, час	24
– линейный режим, час	30
Резьба для штатива	1/4", 5/8"
Рабочая температура, °C	-10 ... +50
Температура хранения, °C	-20 ... +70
Относительная влажность воздуха не более, %	90
Длина, мм	155
Ширина, мм	56
Высота, мм	118
Вес, кг, приблизительно	0,6
Проекция	2 линии / 5 точек
Степень защиты	IP 54

5.3.4.2 Системные принадлежности для GCL 25 Professional:

- кейс *L-BOXX 136*;
- очки для наблюдения за лазерным лучом (цвет красный) – улучшают видимость красного лазерного луча и облегчают выполнение работ при неблагоприятных условиях освещения;
- строительный штатив *BS 150 Professional*;
- телескопическая штанга *BT 350 Professional* (для *BM 1 Professional*);
- универсальный держатель *BM 1 Professional*;

5.3.4.3 Закрепляющий материал 6-9

I. Выберите один правильный ответ и обведите:

1. При эксплуатации лазерного нивелира для выравнивания керамической плитки GTL 3 Professional все функции выполняются кнопками:

- а) одной;
- б) двумя;
- в) автоматически.

Ответ:

2. Отражающая пластина построителя плоскостей GSL 2 Professional для проверки ровности пола позволяет работать в радиусе:

- а) 20 м;
- б) 30 м;
- в) 40 м.

Ответ:

3. Рабочий диапазон комбинированного лазерного нивелира GCL 25 Professional в режиме точечного лазера составляет до:

- а) 30 м;
- б) 40 м;
- в) 50 м.

Ответ:

II. Дополните предложение недостающей информацией:

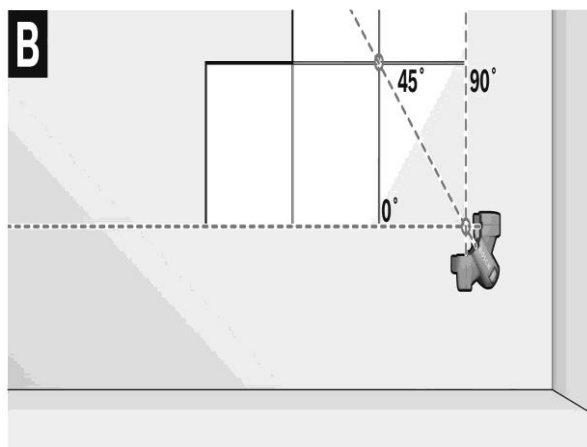
1. К стандартным принадлежностям лазерного нивелира для укладки керамической плитки GTL 3 Professional относится _____ пластина, обеспечивающая дополнительную _____ при работе на неровных поверхностях.

2. Вращающаяся на 360° головка построителя плоскостей GSL 2 Professional проецирует _____ луч, который движется по полу, и в месте неровности пола расходится на _____ луча.

3. В лазерном нивелире GCL 25 Professional комбинированы два нивелира – _____ с _____ плоскостями и _____ с _____ лучами.

III. Работа с рисунком:

1. Изучите рисунки под А, Б и подпишите технологический способ укладки плитки с использованием лазерного нивелира GTL 3 Professional.



А) технология укладки плитки под _____ углом



Б) технология укладки плитки _____

IV. Продолжите предложение:

1. Для определения неровности пола лазерным нивелиром GSL 2 Professional применяется специальная отражающая пластина с угловой штриховкой – _____.

5.3.5 Модуль 10 «Ротационные лазерные нивелиры»

Учебный материал 10

В процессе проведения различных строительно-монтажных работ постоянно возникает необходимость выравнивания больших площадок, переноса точек на значительные расстояния, разметки потолков, стен и различных коммуникаций. Традиционно для этих целей используются оптические нивелиры. С развитием современных технологий пользователи получили в свое распоряжение новый класс приборов – ***ротационные лазерные нивелиры***.

С применением этих приборов значительно повышается эффективность работы, экономится время, а пользователь может быть уверен в точности проведенных работ.

Ротационные лазерные нивелиры позволяют решать сложные строительные задачи, такие как:

- ***получение горизонтальных направлений*** – необходимо в процессе выравнивания площадок под фундаменты, а также при их заливке, определении перепадов высот, проведении ландшафтных и отделочных работ. Для этого формируется горизонтальная базовая плоскость, относительно которой могут быть выровнены все объекты и рабочие плоскости, например, плоскость пола;
- ***получение вертикальных направлений*** – необходимо при возведении зданий, конструкций, стен и перегородок;
- ***получение прямых линий*** – актуально при прокладке различного рода коммуникаций, а также при разметке и планировании помещений;
- ***получение прямых углов***. В случае необходимости планирования и строительства стен или перегородок возможно контролировать не только прямые линии стен, но и углы их установки.
- ***проверка соосности***, если возникает необходимость монтажа конструкции по одной линии.

Ротационный лазерный нивелир, в отличие от построителя плоскостей, ***не рассеивает луч***, а образует вертикальную или горизонтальную плоскость путём вращения светового пучка. По сути, это точечный лазер, в котором луч вращается вокруг своей оси. Благодаря такому решению, а также увеличенной мощности диода, разработчики добились большой дальности действия устройства в радиусе до 250 метров (с приёмником), что позволяет его успешно использовать при нивелировочных работах на больших открытых площадках.

В природе единственным строго выдерживаемым направлением является ***вертикаль***. В качестве простейшего прибора для определения вертикали

В ротационном лазере сила земного притяжения воздействует на три высокоточных датчика, на основании данных которых шаговые сервомоторы осуществляют точное позиционирование рабочей части с закреплённым на ней лазерным диодом и оптической системой.

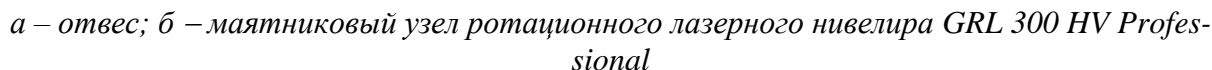


Рисунок 5.56 – Принцип маятника

Внимание! Применяемые лазеры могут относиться ко второму или третьему классу опасности. Несмотря на то, что использование лазеров этого класса считается в целом безопасным, инструкция по эксплуатации нивелиром запрещает направлять лазерный луч на людей, животных и себе в глаза.

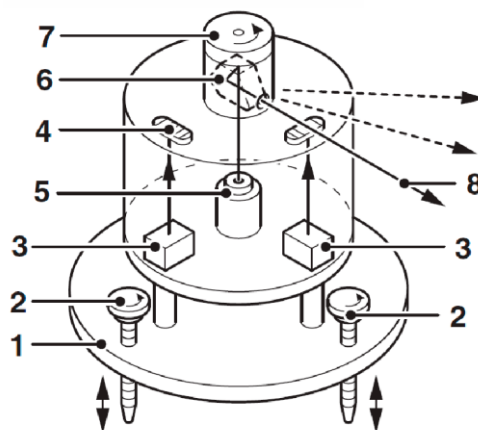
1. Ротационные лазерные нивелиры с нивелированием вручную и вращением.

- ## 2. Ротационные лазерные нивелиры с автоматическим нивелированием и вращением.

5.3.5.1 Ротационный лазерный нивелир с ручной нивелировкой

Для монтажных работ с *последовательным вертикальным проектированием измерительных точек* рекомендуется использовать ротационный лазер, установленный на специальном штативе или ровном горизонтальном основании.

Устройство ротационного лазерного нивелира с ручной нивелировкой показано на рисунке 5.57.



1 – нивелирующая платформа (диск, тарелка); 2 – нивелирные винты со смещением 90° ; 3 – датчики положений со смещением 90° ; 4 – индикатор положений (светодиодные индикаторы); 5 – лазерный модуль; 6 – направляющая призма; 7 – двигатель; 8 – лазерный луч

Рисунок 5.57 – Ротационный лазерный нивелир с ручной нивелировкой

Полупроводниковый лазер установлен в вертикальном цилиндрическом корпусе вместе с устройством оптической фокусировки и электронным генератором и прочно закреплен в корпусе прибора. Оптическая призма для управления лазерным лучом расположена по оси лазерного элемента и управляется с помощью небольшого электродвигателя. Пользователь может настроить число оборотов двигателя, а также характеристики последовательного передвижения призмы для проецирования лазерного луча в виде прямой линии. В качестве отклоняющей призмы используется *пентапризма* для отклонения лазерного луча под углом 90° или разделения одного луча на два отдельных (рис. 5.58). Основное преимущество призм заключается в передаче преломляемого луча точно под прямым углом к входящему лучу.

Корпус прибора закрепляется на *нивелировочной платформе (тарелке)* с помощью трех *опорных консолей*. Для выравнивания прибора пользователь может настроить высоту каждой опорной консоли. *Точность* процесса выравнивания контролируется *посредством* нескольких *светодиодов*, что упрощает процесс настройки. В качестве *эталонной точки* для настройки по

горизонтали служит *электрооптический датчик* положения, прочно закрепленный в корпусе прибора и соединенный с лазерным элементом механическим креплением. *Точность выравнивания* зависит от тщательности предварительной ручной настройки измерительного прибора с контролем с помощью датчика положения. Ротационный нивелир отличается более высокой точностью настройки по сравнению с точечным лазером.

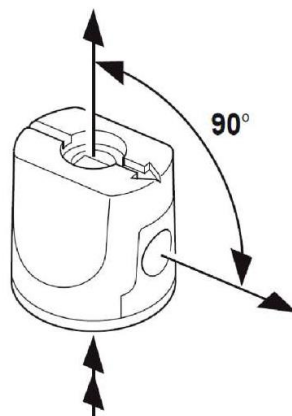


Рисунок 5.58 – Двухлучевая призма

Ротационные лазерные нивелиры с ручной настройкой являются экономичными приборами для точной передачи измерительных точек. Данные устройства используются для проведения измерительных работ средней сложности. При изменении положения лазера необходимо выполнить повторную ручную настройку прибора. *Диапазон измерения* при нормальном освещении составляет 50 м. В зависимости от степени освещенности измерительного объекта для индикации лазерного луча необходимо использовать специальные очки для наблюдения за лазерным лучом, визирную марку или специальный приемник для лазерного луча.

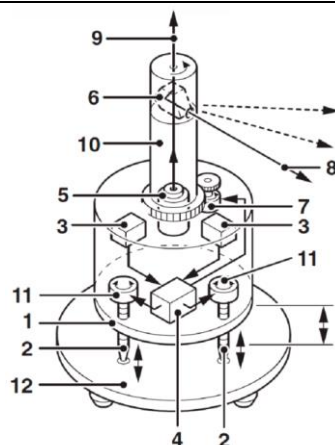
Окончательная настройка ротационного лазера производится вручную, при этом *точность нивелировки можно настроить с помощью соответствующих светодиодных индикаторов на корпусе прибора*. Параметры ротации настраиваются благодаря наличию специальных элементов управления на корпусе лазера, угол настройки контролируется специальным оптическим индикатором.

5.3.5.2 Ротационный лазерный нивелир с автоматической нивелировкой

Функциональные характеристики *ротационного лазера с автоматической нивелировкой* сходны с характеристиками ротационного лазера с ручной нивелировкой. Исключение составляет дополнительная функция автоматиче-

ского выравнивания в пределах определенного диапазона значений – примерно $\pm 6^\circ$ по горизонтали или вертикали. Приборы этого класса снабжены пультом дистанционного управления, что вместе с функцией автоматической настройки позволяет в значительной степени повысить комфорт управления.

Устройство ротационного лазерного нивелира с автоматической нивелировкой показано на рисунке 5.59.



1 – нивелирующая платформа (диск); 2 – нивелирный винт; 3 – датчики положений со смещением 90° ; 4 – процессор; 5 – лазерный модуль; 6 – направляющая призма с устройством для разделения лазерного луча; 7 – роторный двигатель для направляющей призмы; 8 – горизонтальный лазерный луч; 9 – вертикальный лазерный луч; 10 – полый вал для направляющей призмы; 11 – нивелирные моторы со смещением 90° ; 12 – платформа для закрепления корпуса прибора

Рисунок 5.59 – Ротационный лазерный нивелир с автоматической нивелировкой

Полупроводниковый лазер установлен в вертикальном цилиндрическом корпусе вместе с устройством оптической фокусировки и электронным генератором и прочно закреплен в корпусе прибора. Оптическая призма для управления лазерным лучом расположена по оси лазерного элемента и управляется с помощью небольшого электродвигателя.

Лазерный луч преломляется по горизонтали и (или) проецируется вверх по вертикали с помощью отклоняющей призмы с углом вращения 90° .

Поворотная призма приводится в движение посредством пустотелого вала с возможностью вертикального проецирования лазерного луча. Если вместо призмы с углом поворота 90° использовать призму для разделения лазерного луча, то прибор проецирует луч одновременно по вертикали и горизонтали. Лазерный элемент закрепляется в корпусе прибора на трех опорных консолях. Для автоматического выравнивания две опорные консоли снабжены функцией механизированной настройки. Серводвигатели управляются с помощью электронной регулирующей системы, которая принимает

эталонный сигнал по горизонтали от электрооптического датчика положения, прочно соединенного с лазерным элементом.

Пользователь может настроить число оборотов двигателя, а также характеристики последовательного передвижения призмы для проецирования лазерного луча в виде прямой линии.

Ротационный лазер с автоматической нивелировкой устанавливается на ровной горизонтальной поверхности или монтируется на специальном штативе. Окончательная *нивелировка прибора выполняется автоматически*. При произвольном смещении устройства на неровной поверхности *повторная нивелировка выполняется автоматически в пределах заданного диапазона*. Если отклонение превышает заданный показатель, прибор отключается.

После завершения процесса настройки устройство автоматически переходит в режим ротации.

Достоинства

Ротационный лазер с автоматической нивелировкой обеспечивает точный перенос измерительных точек и отличается высоким комфортом управления. Функция дистанционного управления обеспечивает высокую эффективность работ, так как измерительным прибором может управлять один человек. При изменении положения лазера повторная настройка выполняется автоматически. Диапазон измерения (в диаметре) при нормальном освещении составляет 100 м. В зависимости от степени освещенности измерительного объекта для индикации лазерного луча необходимо использовать специальные очки для наблюдения за лазерным лучом, визирную марку или специальный приемник для лазерного луча.

Режимы работы ротационных лазеров

Ротационные лазерные нивелиры снабжены режимами *точечного, линейного и ротационного (кругового) проецирования луча* (рис.5.60).

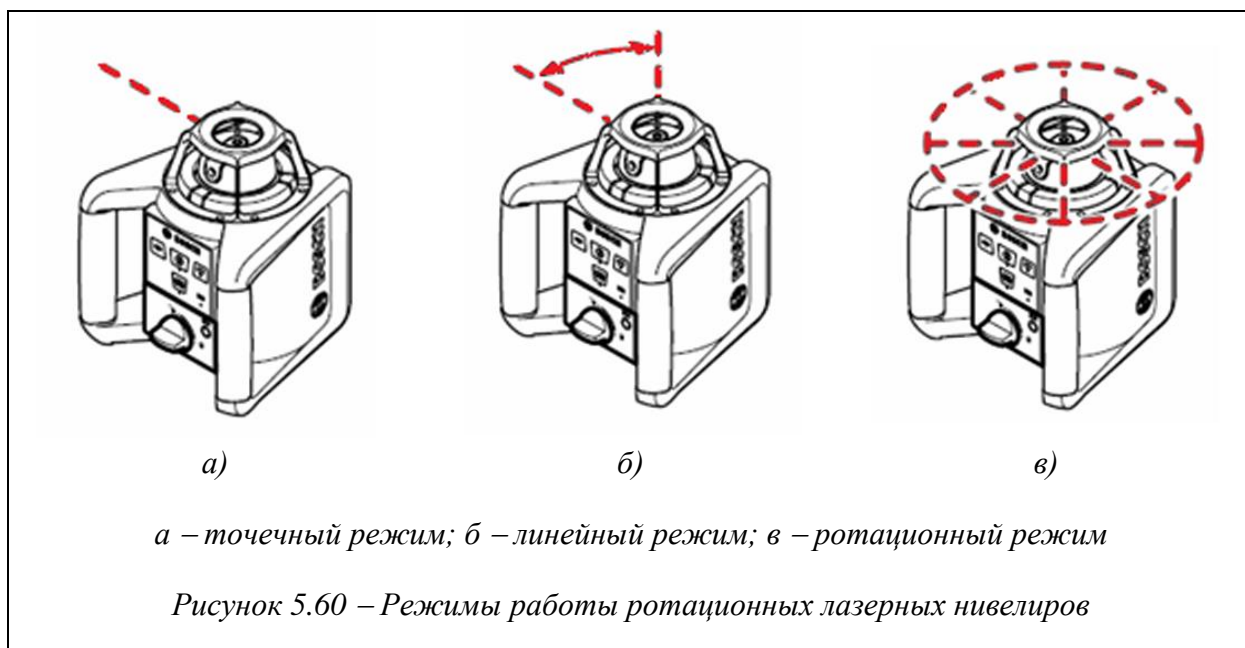
В ***точечном режиме*** прибор проецирует *одиночную точку* на измеряемую плоскость. В *точечном режиме* достигается наилучшая видимость лазерного луча. Этот режим удобно использовать, например, для переноса точек или проверки соосности.

В ***линейном режиме*** лазерный луч переходит от одной заданной точки к другой, что приводит к образованию *прямой линии* на измеряемую плоскость.

Лазерный луч перемещается в ограниченном секторе. Благодаря этому улучшается видимость лазерного луча по сравнению с ротационным режимом.

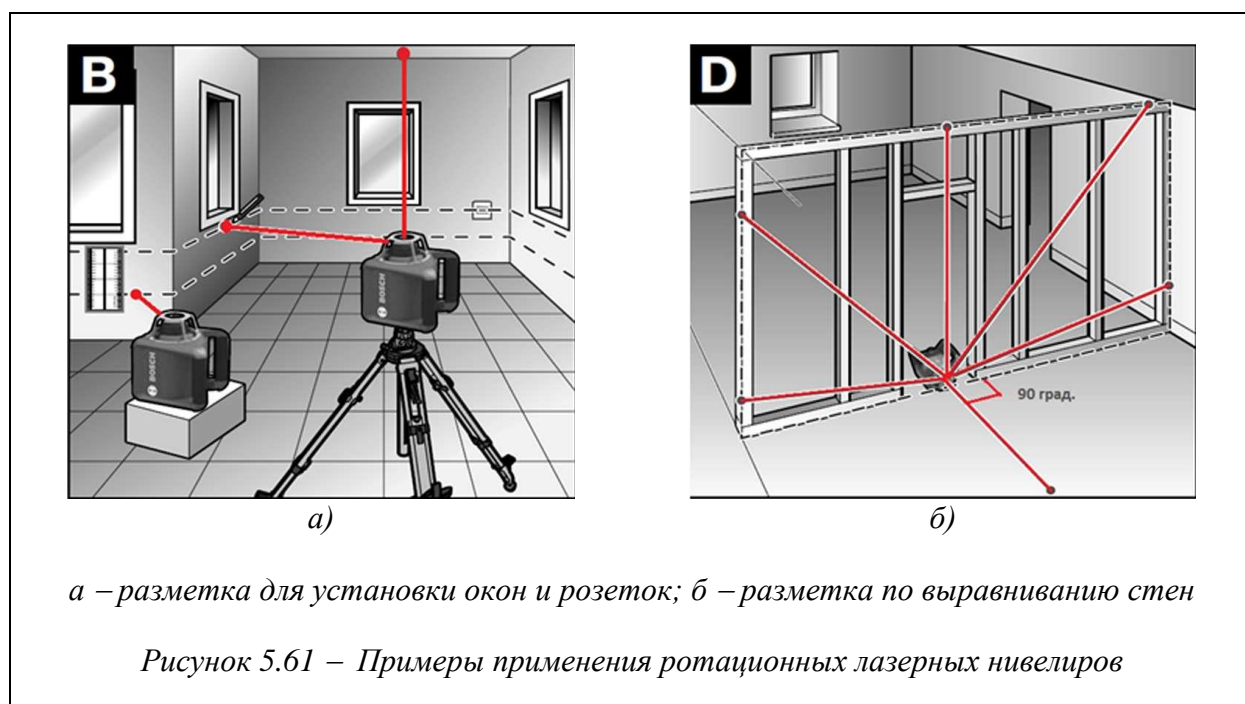
В ***ротационном режиме*** лазерный луч вращается под углом 360° вокруг вертикальной оси по принципу маяка, что позволяет проецировать *круговую линию* на измеряемую поверхность.

Этот режим в особенности рекомендуется при использовании лазерного приемника. Пользователь может устанавливать различную скорость вращения.



Благодаря таким рабочим режимам пользователь может выполнять весь спектр измерительных работ в строительной отрасли.

Основные примеры практического использования ротационного лазера схематически представлены на рисунке 5.61.



Оптическая система, состоящая из призм, формирует один горизонтальный и один вертикальный лазерные лучи. При вращении ротационной головки горизонтальный лазерный луч образует плоскость, а вертикальный используется в качестве отвеса (*рис. 5.61а*).

Некоторые модели позволяют использовать ротационные нивелиры и для построения вертикальной плоскости. Для этого прибор необходимо установить на его боковую поверхность (*рис. 5.61б*). В этом случае вертикальный луч используется как указатель угла в 90° к основной плоскости.

Функция предупреждения о сотрясениях

В процессе эксплуатации положение ротационного лазерного нивелира может быть случайно изменено, например, при сотрясении почвы от тяжёлой строительной техники. Для предотвращения ошибок в последующих измерениях инструмент оснащен *функцией предупреждения о сотрясениях* (функцией «антишок»). Она предотвращает самонивелирование прибора на изменившейся высоте, всегда укажет о смещении прибора в рабочем режиме при случайных толчках и вибрации, исключает ошибки и гарантирует всегда точный результат (*рис. 5.62*).

На некоторых нивелирах функция «антишок» включена по умолчанию, а на других её необходимо активировать перед началом работы.



Рисунок 5.62 – Функция предупреждения о сотрясениях

Основные характеристики ротационных лазерных нивелиров:

- **длина волны лазерного луча.** В зависимости от длины волны меняется цвет видимой точки;
- **класс лазера;**
- **диаметр рабочего диапазона инструмента с приёмником;**
- **точность нивелирования** показывает максимально допустимое отклонение лазерного луча от горизонта;

- **диапазон самонивелирования.** Это диапазон, в котором инструмент будет выполнять свои функции, и, по сути, максимально допустимый уклон поверхности, на которой прибор сможет самонивелироваться;
- **защита от внешних воздействий.** Ротационные нивелиры Bosch имеют класс защиты от IP 54 до IP 66. Первая «5» или «6» означает защиту от пыли: «пыль, попавшая в корпус, не нарушает работу прибора». Вторая цифра «4» обозначает защиту от водяных брызг и «6» говорит о том, что прибор предназначен для работы вне помещений.

В серии ротационных лазеров GRL от Bosch пользователь может найти оптимальные приборы для решения производственных задач. В зависимости от назначения в них уже включён набор всех необходимых функций. **GRL 300 HV/HVG Professional** ориентированы на работу *внутри помещений*. Они могут строить как *горизонтальную, так и вертикальную плоскости* и имеют функцию отвеса. На работу *вне помещений ориентирован GRL 400 H Professional*. Он имеет более высокую степень защиты от пыли и влаги, функция защиты от вибраций включена по умолчанию.

Таблица 5.1 – Основные характеристики ротационных лазерных нивелиров

Серия GRL	Внутри помещений GRL 300 HV/HVG Professional	Вне помещений GRL 400 H Professional
Горизонтальное и вертикальное самонивелирование	Горизонтальное и вертикальное	Горизонтальное
Точность	0,1 мм/м	0,08 мм/м
Режим сканирования и отвес	Требуется для работ внутри помещений	Не требуется для работ вне помещений
Рабочий диапазон (диаметр)	300 м (с приёмником)	400 м (с приёмником)
Прочность корпуса	Алюминиевый кожух	Ротационная головка дополнительно защищена стеклом
Защита от пыли и влаги	IP 54	IP 56
Функция защиты от вибрации	Функция защиты от вибрации должна быть включена пользователем	Функция защиты от вибрации всегда включена в режиме автоматического нивелирования

Более подробные технические характеристики ротационных лазерных нивелиров GRL 300 HV/HVG и GRL 400 H Professional приведены в таблицах Е.2 и Е.3 приложения Е.

5.3.5.2.1 Ротационный лазерный нивелир GRL 300 HV Professional

Ротационный лазер Bosch GRL 300 HV Professional позволяет легко и быстро выполнять измерения в вертикальной и горизонтальной плоскости. Его отличительная черта: *автоматическое вертикальное и горизонтальное выравнивание*, а также *перенос высоты или разметки пола и потолка*. Инструмент идеален для каменщиков, мастеров по внутренней отделке или сантехников для решения самых разных задач по нивелированию.

Главное преимущество нового лазера – простота в использовании. Для каждой функции предусмотрена отдельная кнопка с понятными даже не специалисту символами, а жидкокристаллические индикаторы информируют пользователя о режиме использования лазера и заряде батареи.

Диапазон самонивелирования в пределах 5° (8 %). *Красный ЖК-индикатор дает сигнал, когда самовыравнивание невозможно*. Точность измерений очень высока, а отклонения лазерного луча от идеальной линии составляют всего 0,1 мм/м. *При работе с приемником LR 1 Professional рабочий диапазон лазера составляет 300 м (в диаметре)*. Таким образом, прибор пригоден для использования вне помещений.

Функция предупреждения об ударе (функция «антишок») позволяет избежать погрешностей при измерениях: *если при использовании лазера по нему ударяют или он подвергается вибрациям, мешающим проведению измерений, то вращение лазера прекращается автоматически*. Кроме того, ЖК-индикатор, отображающий состояние прибора, переключается с зеленой на красную подсветку.

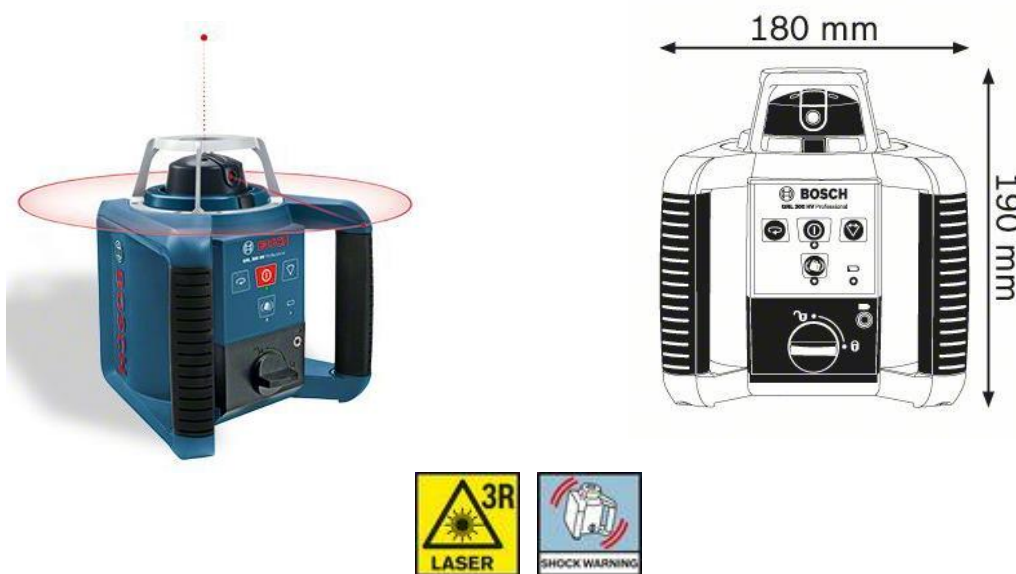


Рисунок 5.63 – Ротационный лазерный нивелир GRL 300 HV Professional

В GRL 300 HV Professional можно установить 3 скорости вращения для различной яркости: 150 об/мин, 300 об/мин и 600 об/мин при работе с приёмником LR 1 Professional.

Помимо режима вращения прибор может работать в *линейном или точечном режиме*, удобных для выполнения различных видов измерений. Рабочий диапазон в *точечном режиме* без использования лазерных очков или приёмника составляет (в радиусе) 30 м.

GRL 300 HV Professional может использоваться самостоятельно, со стенным держателем или штативом. Две удобные рукоятки с мягким покрытием облегчают установку лазера.

Прочный корпус лазера защищён от пыли и влаги (IP 54), поэтому при необходимости прибор можно использовать вне помещений. Благодаря металлическому корпусу лазер полностью сохраняет функциональность даже после падения с метровой высоты.

Пузырьковый уровень позволяет точно выровнять приёмник в вертикальном положении. Приёмник можно закрепить с помощью поставляемого в комплекте держателя на измерительной рейке. В прибор встроены два магнита для крепления к потолку.

Внимание! В данном приборе используется опасный для зрения лазер класса 3R. Попадание лазерного излучения на сетчатку глаза может привести к нарушению зрения.

Преимущества лазерного нивелира GRL 300 HV Professional:

- простое обслуживание благодаря одной кнопке на каждую функцию и интуитивно понятному дисплею;
- быстрая регулировка при горизонтальном и вертикальном использовании благодаря функции автоматического нивелирования 8 % ($\pm 5^\circ$);
- подключаемая функция защиты от вибрации исключает ошибки нивелирования даже при вибрациях и ударных нагрузках;
- точечный и линейный режимы, режим вращения для оптимальной видимости;
- высокая точность 0,1 мм/м;
- высокая прочность: сохраняет функциональность даже после падения с высоты 1 м;
- защита от пыли и водяных брызг IP 54;
- вертикальный и опорный лучи для быстрого выравнивания.

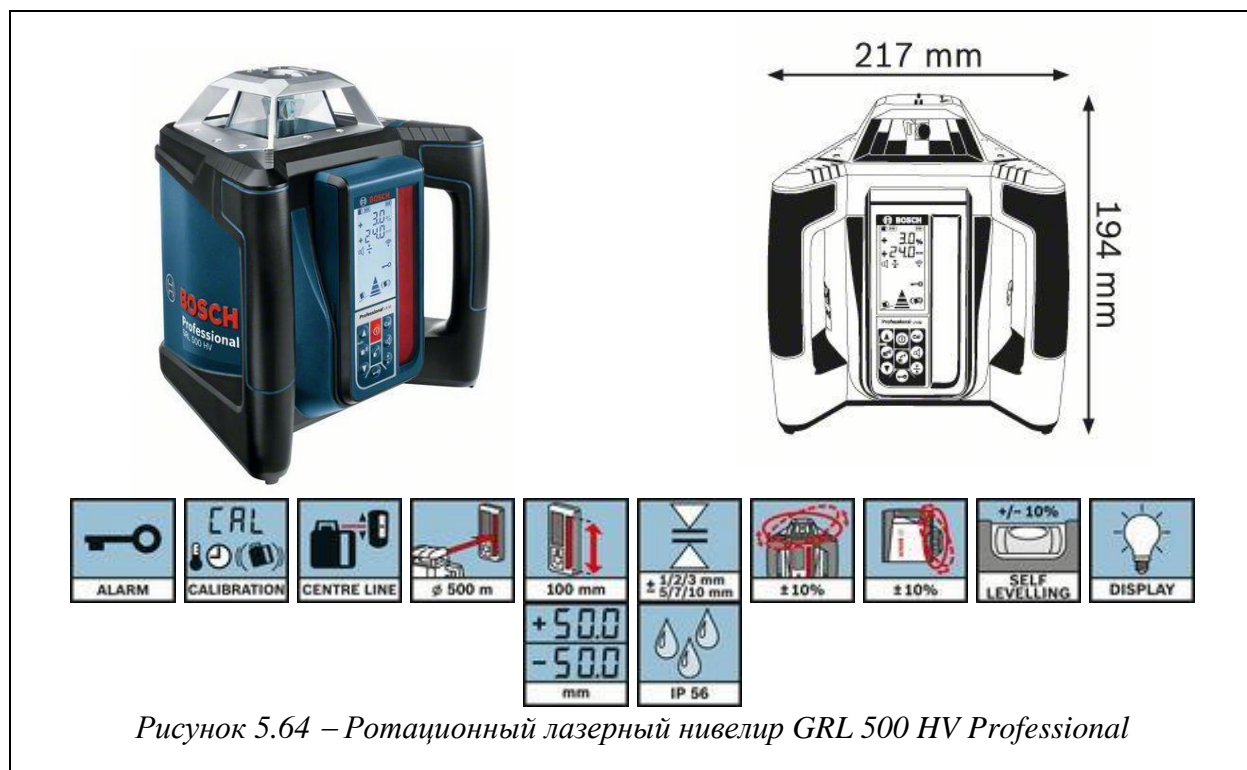
5.3.5.2 Ротационные лазерные нивелиры GRL 500 H/HV + LR 50 Professional

Первый ротационный лазерный нивелир с функцией защиты от кражи для любых нивелировочных работ (рис. 5.64).

Ротационные лазерные нивелиры (строительные лазеры) предназначены:

- GRL 500 H Professional – для определения и проверки точно горизонтальных линий;
- GRL 500 HV Professional – для определения и проверки точно горизонтальных линий, вертикальных линий, линий схода и отвесов.

Они предназначены для использования на открытом воздухе, но их можно использовать также и в помещениях.



Преимущества GRL 500 H/HV + LR 50 Professional:

- защита от кражи: сигнал тревоги срабатывает при перемещении GRL 500 H/HV во время работы без LR 50 Professional;
- синхронная зарядка: литий-ионные аккумуляторы обоих устройств заряжаются вместе в кратчайшие сроки;
- функция напоминания о калибровке: автоматически просигнализирует о необходимости калибровки;
- функция индикации относительной высоты: расстояние между лазерным лучом, находящимся на полосе приема, и центром приемника;
- функция наклона: точные значения угла наклона вводятся напрямую посредством клавиатуры LR 50 Professional;
- система предупреждения о наклоне: устраняет ошибки при нивелировании в случае вибраций или сотрясений;
- режим ожидания: увеличение времени работы наряду с сохранением всех настроек;

- кнопка *Centre Line*: автоматически центрирует лазерный луч по центру приемника и определяет значение угла наклона.

Лазерный приемник *LR 50 Professional* предназначен для быстрого нахождения вращающихся лазерных лучей и для дистанционного управления строительным лазером.

Лазерный приемник пригоден для работы внутри помещений и на открытом воздухе.

Технические характеристики ротационных лазерных нивелиров GRL 500 H/HV + LR 50 Professional приведены в таблицах Е.4 и Е.5 приложения Е.

Примеры практического применения ротационного лазерного нивелира GRL 500 HV + LR 50 Professional показаны на рисунке 5.65.



а)



б)



в)

а – работа с измерительной рейкой и приёмником; б – защита от кражи: сигнал тревоги срабатывает при перемещении GRL 500 H/HV во время работы без LR 50 Professional; в – установка приёмника на штатное место

Рисунок 5.65 – Применение ротационного лазерного нивелира GRL 500 HV + LR 50 Professional

5.3.5.3 Системные принадлежности к ротационным лазерным нивелирам

Для расширения областей применения и облегчения работы с измерительным прибором используются системные принадлежности. В программе принадлежностей от Bosch присутствует широкий ассортимент штативов, в том числе с подъёмным механизмом, держатели для настенного крепления лазерных приборов, телескопические штанги, измерительные рейки, всевозможные мишени и очки (рис. 5.66). Они существенно повышают удобство работы с приборами и позволяют в полной мере реализовать заложенные в них возможности.

К принадлежностям относятся:

- *строительный штатив BT 300 HD Professional (5/8" ");*
- *телескопическая штанга BT 350 Professional (для BM 1 Professional);*
- *измерительная рейка GR 500 Professional;*
- *держатель для LR 1 Professional;*
- *универсальный держатель BM 1 Professional;*
- *мишень (цвет серый);*
- *мишень (цвет красный) для улучшения видимости лазерного луча (для GRL 300 HV, GRL 400 H);*
- *очки для наблюдения за лазерным лучом (цвет красный) – улучшают видимость красного лазерного луча и облегчают выполнение работ при неблагоприятных условиях освещения;*
- *лазерный приёмник;*
- *пульт дистанционного управления;*

Мишени (отражательные пластины)

Лазерный луч сложно рассмотреть на матовых или темных поверхностях. Для более точной индикации лазерной точки при измерении на коротких или средних дистанциях рекомендуется использовать отражательную пластину.

Очки для наблюдения за лазерным лучом

При измерении в ротационном режиме с высокой скоростью или дальностью действия лазерный луч сложно рассмотреть без специальных приспособлений. Очки для наблюдения за лазерным лучом (не путать с защитными очками!) отфильтровывают общее освещение и, тем самым, улучшают видимость лазерного луча.

Приёмник лазерного излучения LR 1 (1G) Professional

При использовании лазера в ротационном режиме с высокой скоростью или дальностью действия лазерный луч сложно рассмотреть невооруженным глазом. В этом случае рекомендуется использовать специальный приёмник

с фототранзисторами для преобразования лазерного луча в электрический сигнал. Вспомогательный оптический и акустический индикатор служат для поиска и локализации лазерного луча на контролируемой поверхности.

Максимальная дальность и точность работы с ротационными лазерами достигается при использовании приёмника.



Для ротационных нивелиров применяется приёмник *LR 1* для красного и *LR 1G* для зеленого луча (рис. 5.67). Стоит отличать их от приёмника **LR 2 Professional**, который предназначен для работы только с линейными нивелирами (*GLL 2-50*, *GLL 2-80 P*, *GLL 3-50*, *GLL 3-80 P Professional*). Прямоугольник на корпусе прибора – это чувствительный сенсор, способный обнаруживать лазерное излучение.

Информация, которую получает сенсор, отображается на двухстороннем дисплее. Дисплеи расположены на передней и задней стенках прибора, что позволяет работать с приёмником в любом положении, не загораживая лазерный луч. Направление, в котором необходимо двигать приёмник, чтобы идеально совместить его с проецируемой лазерной плоскостью, будет показано на дисплее и сопровождаться характерными звуками.

В приёмнике есть два режима точности: *первый режим* – более грубый, когда в повышенной точности нет необходимости, и *второй режим* – более точный. В режиме повышенной точности для того, чтобы точно выставить приёмник, требуется несколько больше времени и усилий.

Для точной ориентации прибора в него встроен спиртовой уровень. На боковых гранях есть метки-прорезы, по которым можно осуществить разметку. Для работы с приёмником нивелир рекомендуется переводить в ротационный режим.

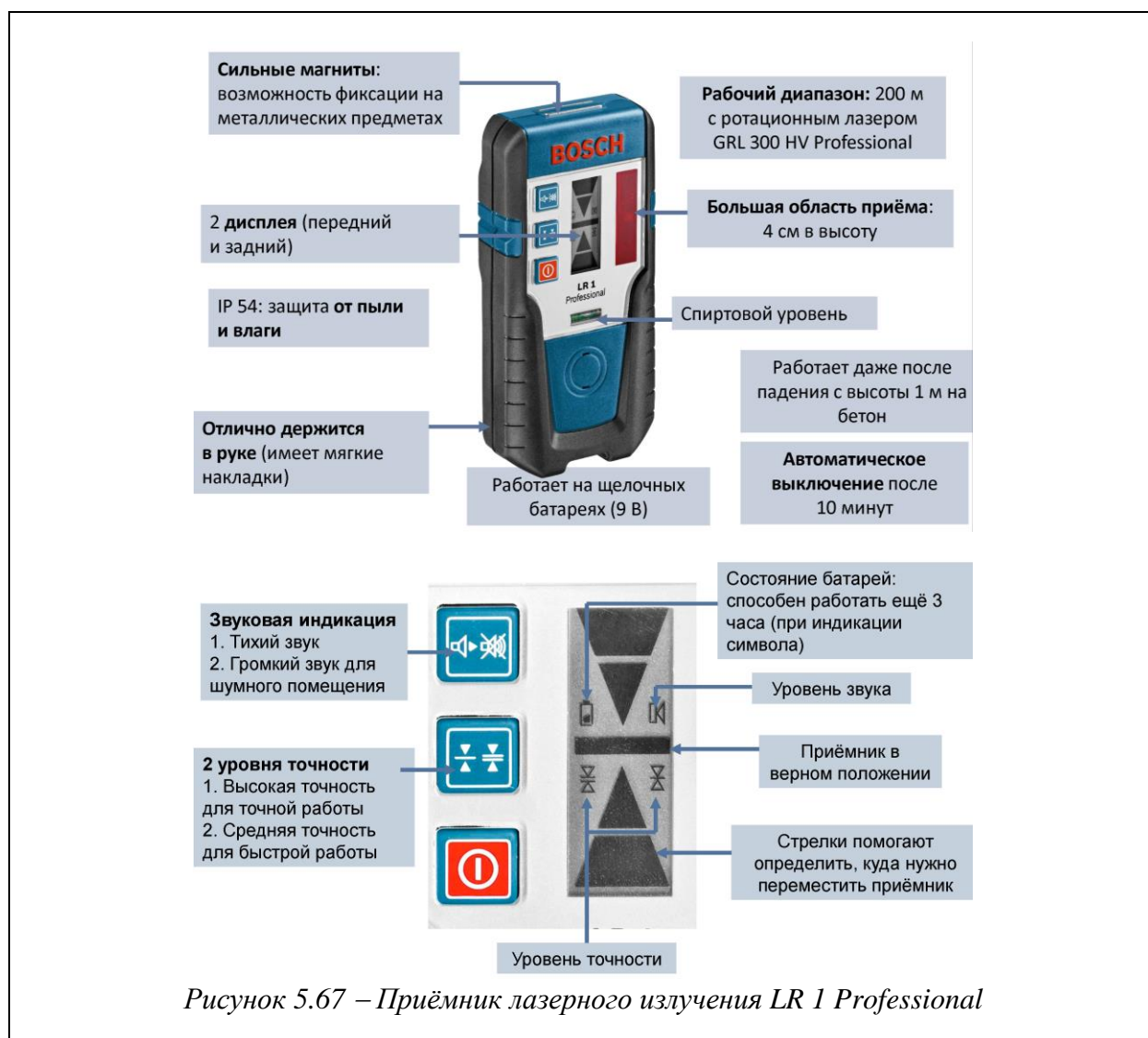


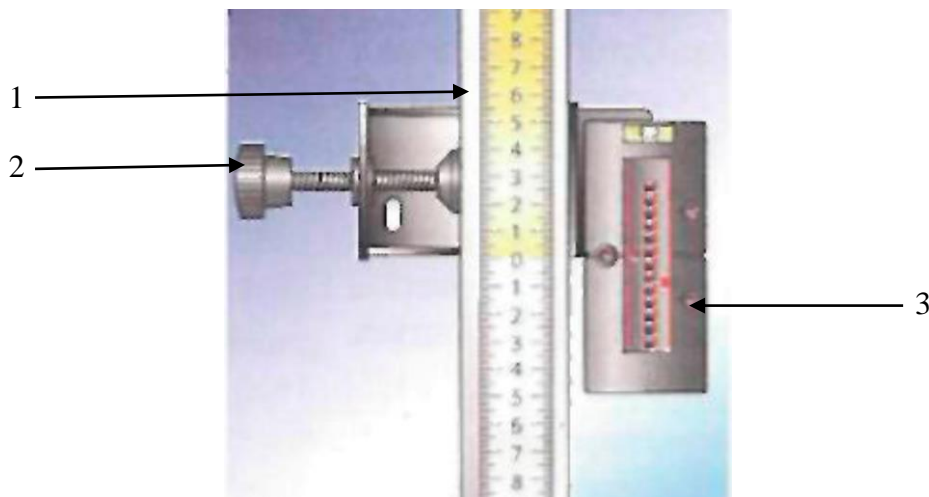
Рисунок 5.67 – Приёмник лазерного излучения LR 1 Professional

Измерительная рейка GR 500 Professional

Измерительная рейка (рис. 5.68) упрощает процесс переноса измерительных точек по горизонтали, а также может использоваться для закрепления приемников.

Рейку можно применять для любых измерений высот над уровнем земли с использованием моделей нивелиров GRL 400 H; GRL 300 HV; GRL 300 HVG; BL 200 GC; GOL 20 D; GOL 26 D Professional.

Рейка длиной 5 м состоит из 5 секций. Единицы измерения - м/см.

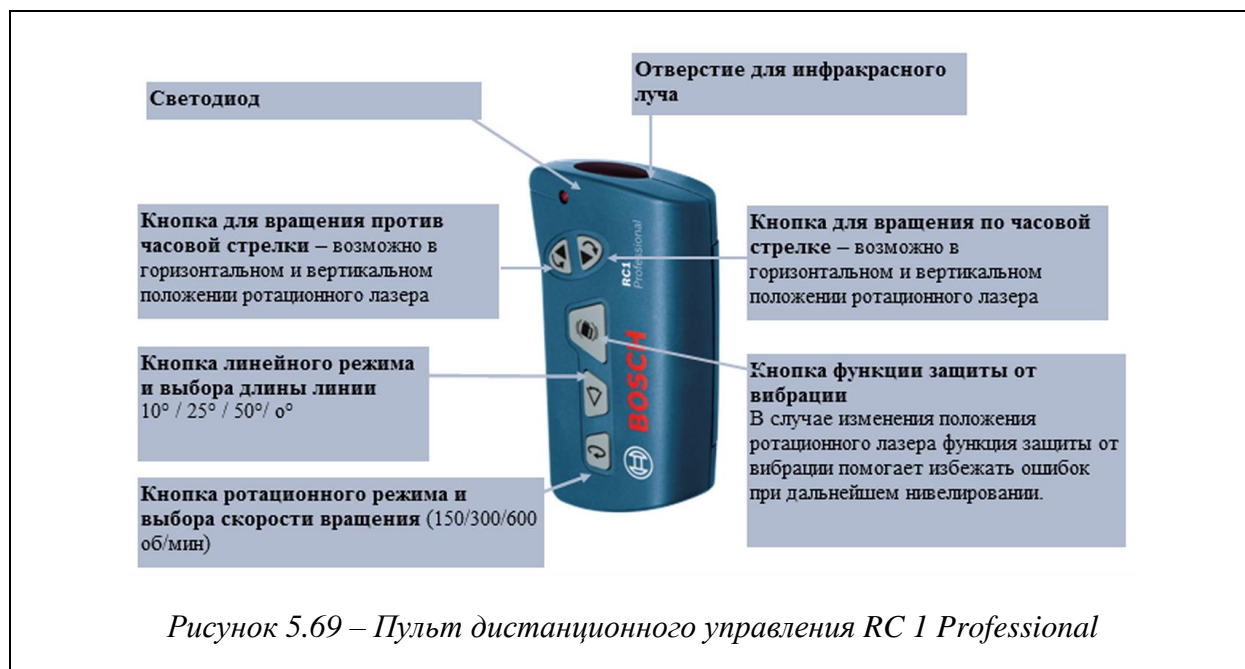


1 – измерительная рейка GR 500 Professional; 2 – держатель для LR 1 Professional (зажимное устройство для крепления приёмника к рейке); 3 – приёмник LR 1 Professional

Рисунок 5.68 – Измерительная рейка с приёмником

Пульт дистанционного управления RC 1 Professional

Часть ротационных нивелиров Bosch может использовать пульт дистанционного управления RC 1 Professional (рис. 5.69). Пульт позволяет управлять их основными функциями и облегчает процесс управления прибором, повышает эффективность и комфорт работы.



Используя пульт дистанционного управления, пользователь может переключать устройство из одного рабочего режима в другой удаленно и без посторонней помощи. Особенно эффективно использование пульта управления для последовательного передвижения измерительной точки в линейном режиме.

Пульт дистанционного управления RC 1 Professional применяется при работе с нивелирами моделей: GRL 300 HV/HVG Professional и GRL 400 H Professional.

5.3.5.4 Закрепляющий материал 10

I. Выберите один правильный ответ и обведите:

1. При нормальном освещении рабочий диапазон измерения (в диаметре) ротационным лазерным нивелиром с автоматической нивелировкой составляет:

- а) 100 м;
- б) 200 м;
- в) 300 м.

Ответ:

2. В ротационном режиме лазерный луч вращается под углом:

- а) 180°;
- б) 270°;
- в) 360°.

Ответ:

3. Ротационные лазерные нивелиры RL 500 H Professional и GRL 500 HV Professional использовать для работы на открытом воздухе и внутри помещений:

- а) нельзя;
- б) можно.

Ответ:

4. В ротационных нивелирах с использованием красного лазерного луча применяется приёмник лазерного луча:

- а) LR 1;
- б) LR 2;
- в) LR 1G.

Ответ:

II. Выберите несколько правильных ответов и обведите:

1. Для работы внутри и вне помещений используются ротационные лазерные нивелиры моделей:

- а) GRL 300 HV/HVG Professional;
- б) GRL 400 H Professional;
- в) GRL 300 HV Professional.

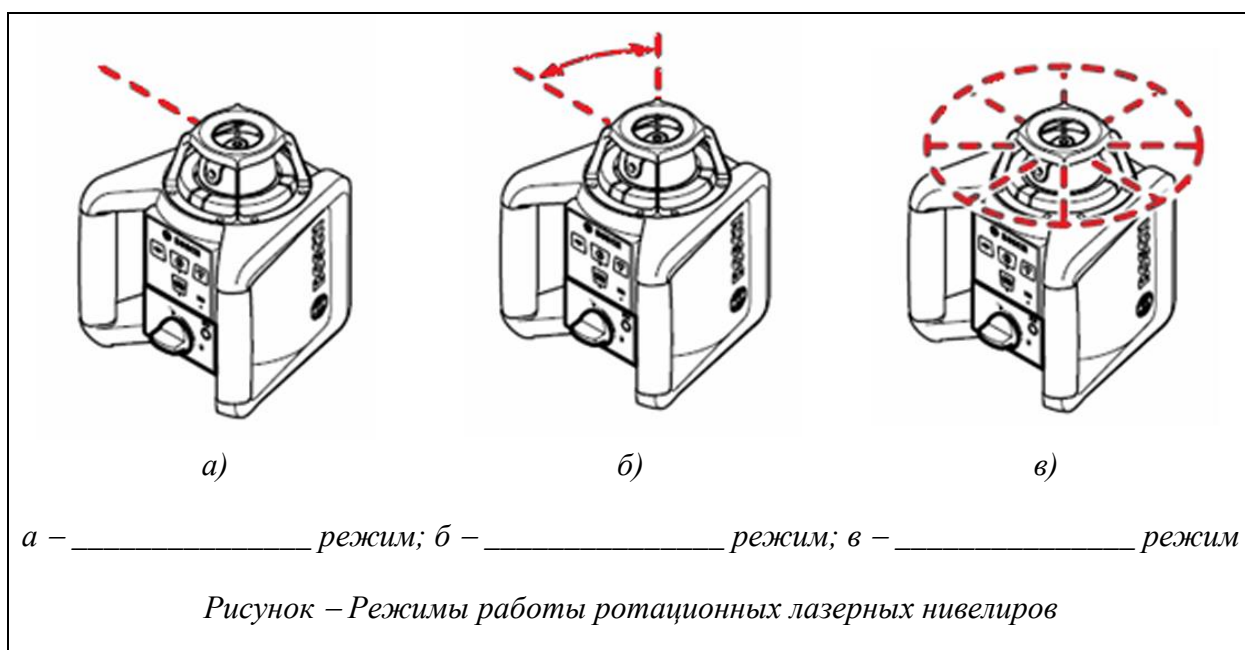
Ответ:

III. Дополните предложение недостающей информацией:


1. Используя пульт RC 1 Professional, можно переключать нивелир, находящийся _____, из одного рабочего _____ в другой.
2. Особенно эффективно использование пульта RC 1 Professional для последовательного передвижения измерительной точки в _____ режиме.






IV. Работа с рисунком:

1. Определите по рисунку режимы работы ротационных лазерных нивелиров и подпишите режимы под буквами а, б, в.

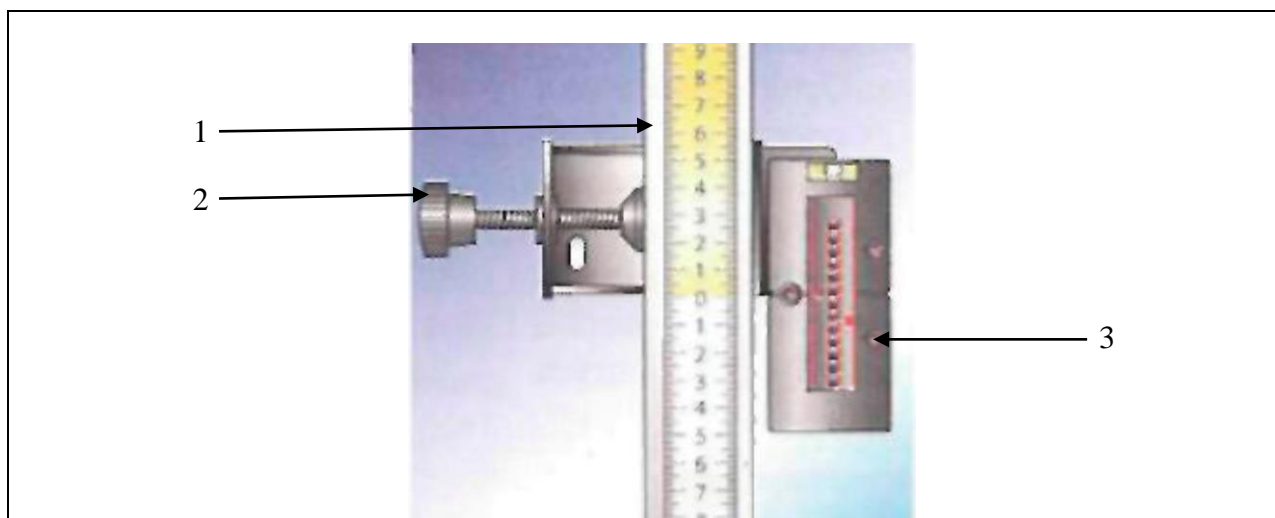


2. Определите по рисунку наименования системных принадлежностей ротационных лазерных нивелиров и подпишите в правой колонке таблицы.

Принадлежности	Наименование
	_____ BT 300 HD Professional

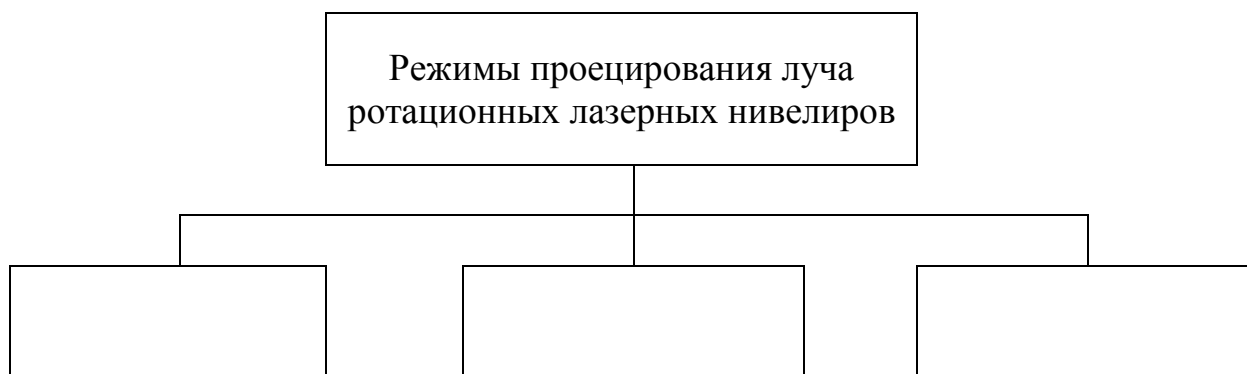
	_____ <i>GR 500 Professional</i>
	_____ <i>BT 350 Professional</i>
	
	
	

3. Определите по рисунку наименования системных принадлежностей ротационных нивелиров, обозначенные цифрами 1, 2, 3, и подпишите:



- 1 –
2 –
3 –

V. Заполните схему:



VI. Приведите в соответствие:

1. Установите соответствие (стрелками) между моделью ротационного лазерного нивелира и его назначением для определения и проверки линий:

Модель	Назначение
1. GRL 500 H Professional	А. Схода
2. GRL 500 HV Professional	Б. Вертикальных
	В. Горизонтальных

Ответ:

1
2

 →

VII. Продолжите предложение:

1. Диапазон измерений ротационного лазерного нивелира GRL 300 HV Professional в точечном режиме проецирования без использования лазерных очков и приёмника составляет ____ метров (в диаметре).

Примечание – При выполнении заданий рекомендуется обеспечить слушателей образцами (моделями) ротационных лазерных нивелиров.

5.3.5.5 Проверка степени усвоения материала (Модули 5 - 10)

I. Продолжите предложение:

1. Точечный режим работы ротационного лазерного нивелира удобно использовать для переноса точек или проверки _____.
2. Для предотвращения самонивелирования при случайных толчках и вибрации ротационный лазерные нивелиры оснащены функцией _____.
3. Пульт RC 2 Professional позволяет управлять нивелиром для проверки ровности полов GSL 2 Professional _____.

II. Дополните предложение недостающей информацией:

1. Нивелир GTL 3 Professional для укладки керамической плитки дополнительно к _____ лучам под 90° может проецировать _____ луч под углом _____.
2. Изучив рисунок, дополните приведённое ниже предложение:
Оптическая система нивелира, состоящая из призм, формирует один _____ и один _____ лазерные лучи.

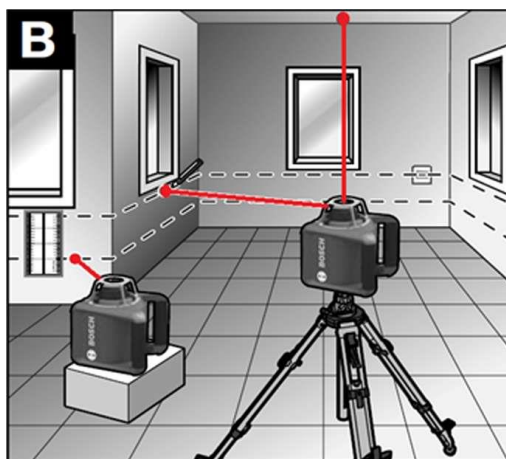


Рисунок – Разметка для установки окон и розеток

III. Выберите один правильный ответ и обведите:

1. Точность нивелирования лазерным нивелиром для проверки ровности полов GSL 2 Professional составляет:

- а) $\pm 0,3$ мм/м;
- б) $\pm 0,4$ мм/м;
- в) $\pm 0,5$ мм/м.

Ответ:

2. Рабочий диапазон комбинированного лазерного нивелира GCL 25 Professional в режиме построителя плоскостей составляет:

- а) 10 м;
- б) 20 м;
- в) 30 м.

Ответ:

3. Степень защиты от неблагоприятных внешних факторов ротационных лазерных нивелиров обозначается символами:

- а) IK;
- б) IT;
- в) IP.

Ответ:

4. Рабочий диапазон измерения (в диаметре) ротационным лазером GRL 300 HV Professional с использованием приёмника LR 1 Professional составляет:

- а) 300 м;
- б) 400;
- в) 500 м.

Ответ:

5. В ротационном лазерном нивелире GRL 300 HV Professional используется лазер класса безопасности:

- а) 1M;
- б) 2;
- в) 3R.

Ответ:

IV. Выберите несколько правильных ответов и обведите:

1. Ротационный лазер GRL 300 HV Professional может работать в режиме:

- а) линейном;
- б) точечном;
- в) круговом.

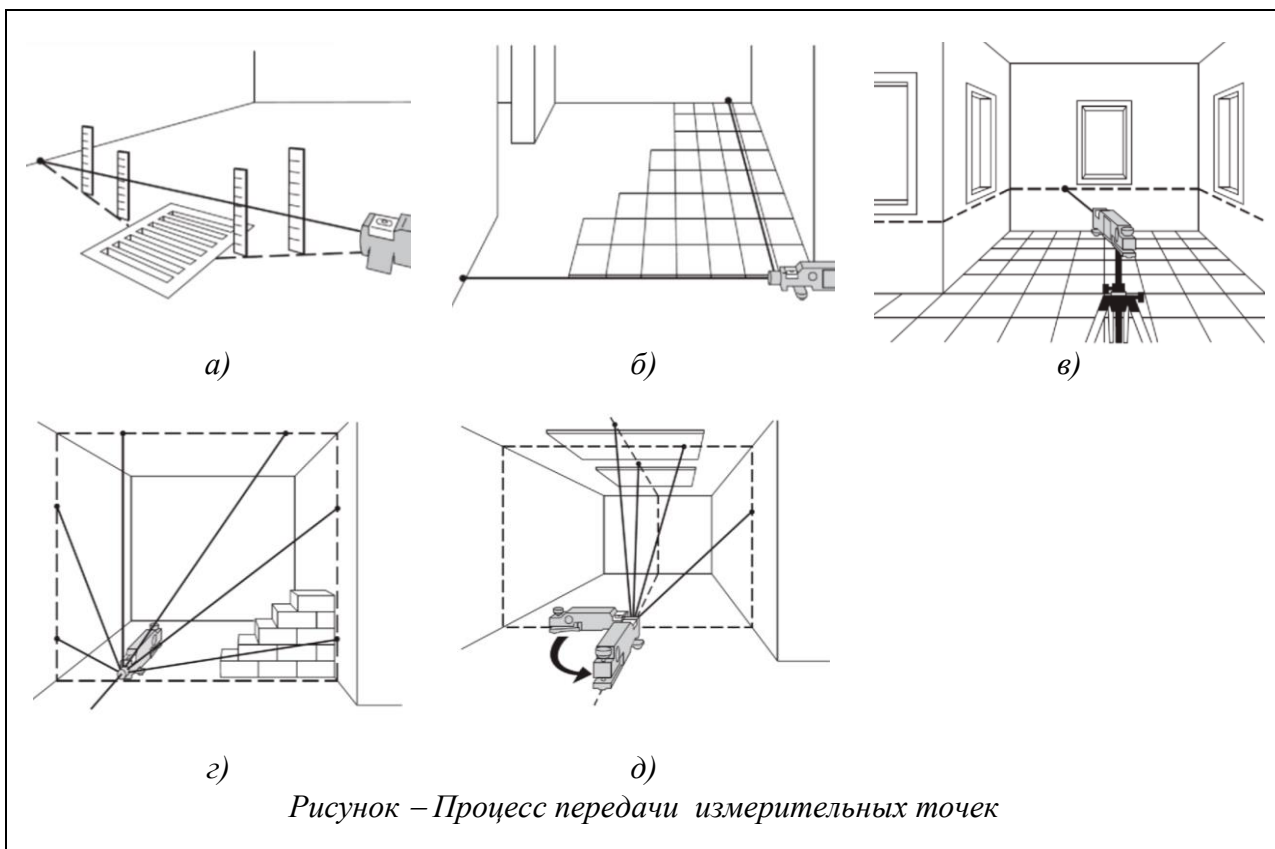
Ответ: а, б, в.

V. Работа с рисунком:

1. По рисунку определите наименование измерительного прибора и подпишите.



2. Изучите схемы и напишите виды технологических процессов передачи измерительных точек точечным лазером под буквами а, б, в, г, д.



<i>№ рисунка</i>	<i>Технологический процесс</i>
<i>а</i>	
<i>б</i>	
<i>в</i>	
<i>г</i>	
<i>д</i>	

3. Изучите рисунок и напишите последовательность технологических операций по выравниванию прямых углов нивелиром GPL 3 Professional



<i>№ последовательности</i>	<i>Технологические операции</i>
1	Установить GPL 3 Professional в углу 2 плоскостей, которые должны быть под прямым углом
2	Включить GPL 3 Professional
3	Измерить расстояние А в точке относительно близкой к GPL 3 Professional и записать его
4	Измерить расстояние В в точке подальше от GPL 3 Professional и записать его
5	Сравнить расстояние А с расстоянием В
6	Если расстояние А равно В, выполнить то же самое с другими отметками Y и Z
7	Если расстояние А не равно В, необходимо регулировать положение GPL 3 Professional до тех пор, пока расстояние А не станет равно В. После этого выполнить то же самое для Y и Z.

VI. Приведите в соответствие:

1. Установите соответствие (стрелками) между режимом работы ротационного лазерного нивелира и видом проецирования лазерным лучом:

<i>Режим</i>	<i>Вид проецирования</i>
1. Точечный	А. Прямая линия
2. Линейный	Б. Одиночная точка
3. Ротационный	В. Прямой угол
	Г. Круговая линия

Ответ:	1	→	Б
	2	→	А
	3	→	Г

6 ДЕТЕКТОРЫ, ИНСПЕКЦИОННЫЕ КАМЕРЫ И КУРВИМЕТРЫ

6.1 Модуль 11 «Детекторы»

Учебный материал 11

6.1.1 Общие сведения

Детекторы служат для обнаружения опасных или нежелательных прослоек в строительных конструкциях или материалах. Типичным примером являются скрытые под штукатуркой линии подачи электричества, газа, воды или армированные конструкции в бетоне. Случайный контакт с такими скрытыми прослойками представляет опасность для рабочего персонала и может привести к серьезным повреждениям (например, прорыву водопровода). Высокоточные приборы для обнаружения скрытых объектов имеют большое значение для экономичности и эффективности строительно-монтажных работ.

Точность и надежность обнаружения нежелательных прослоек напрямую зависят от метода обнаружения и конструктивных характеристик детекторов.

По методу обнаружения различают детекторы:

- ёмкостные;
- индуктивные.

Ёмкостные детекторы – высокоточные контрольно-измерительные приборы и отличаются высокой стоимостью, но наличие технических преимуществ позволяют быстро окупить затраты при приобретении данного прибора.

Индуктивные детекторы являются более экономичными устройствами с определенными конструктивными ограничениями в отношении точности и надежности определения местоположения различных опасных и нежелательных прослоек в строительных конструкциях.

6.1.2 Ёмкостные детекторы

Принцип работы ёмкостного детектора (см. рис. 6.1) основан на анализе высокочастотных электрических полей, параметры которых изменяются при приближении к объектам с различной плотностью и электрическими свойствами. Степень изменения зависит от степени удаления объекта от поверхности и его характеристик.

Ёмкостной детектор необходимо установить на исследуемую поверхность и последовательно передвигать по одной плоскости (процесс сканиро-

вания). При перемещении прибор фиксирует разницу в плотности материала с индикацией соответствующих показателей на дисплее и сохранением в памяти. В зависимости от типа исследуемой поверхности пользователь может работать в нескольких рабочих режимах. Например, пользователь может использовать прибор в режиме игнорирования промежуточных слоев однородной плотности при работе в помещениях с готовой отделкой, что значительно упрощает анализ полученных результатов.

Основными преимуществами ёмкостных детекторов являются высокая *точность* и *надёжность обнаружения скрытых прослоек (объектов)*. Благодаря специальному методу сканирования на дисплей прибора выводится схематическое сечение исследуемого объекта.

Основные функциональные характеристики измерительного прибора зависят от типа исследуемых поверхностей. К примеру, по этой причине ёмкостные детекторы оснащены ведущими *роликами* для повышенной точности перемещения и устойчивости на неровных поверхностях. *На внутренней стороне прибора* расположен датчик, а *на внешней стороне* – элементы управления и дисплей. Для простоты использования прибор снабжен удобной ручкой.

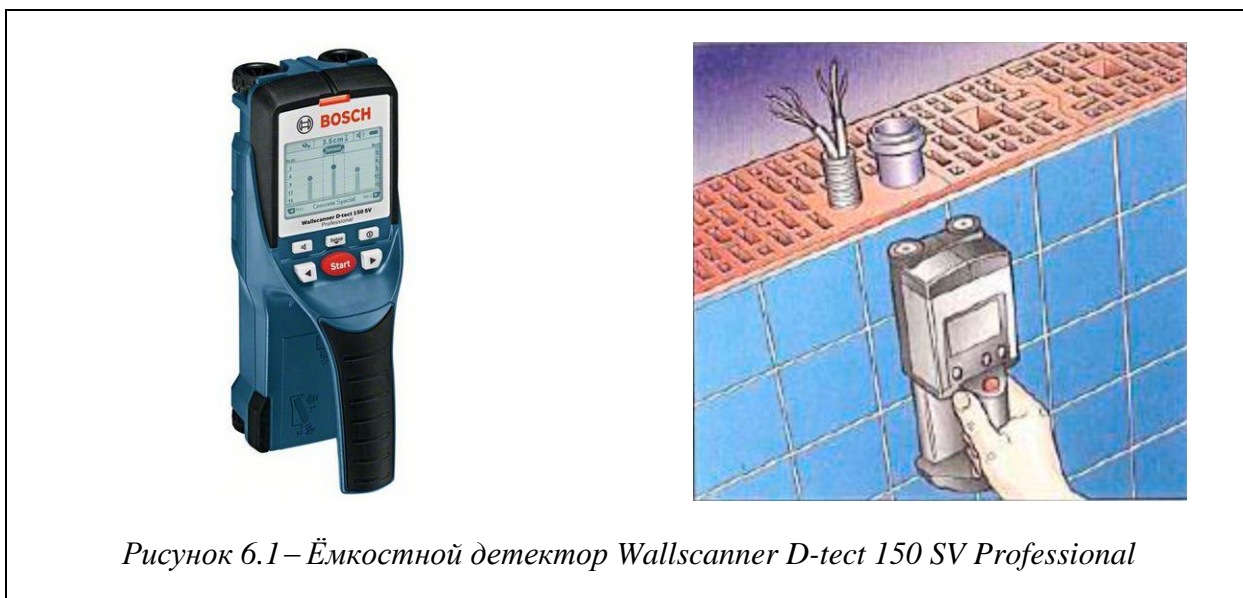


Рисунок 6.1 – Ёмкостной детектор Wallscanner D-tect 150 SV Professional

Ёмкостные детекторы *позволяют обнаружить немагнитные и немагнитные объекты*, а также с высокой точностью определить расположение и глубину залегания конструкционных пустот. Все контрольные показатели хранятся в памяти устройства. Такие характеристики обеспечивают универсальные возможности применения и высокую эффективность ёмкостных детекторов в различных *строительных направлениях: монтажные работы, установка сантехнических линий и кабельных соединений, крепление конструкций, контроль строительных объектов и проведение технической экспертизы.*

6.1.3 Индуктивные детекторы

Принцип работы индуктивного детектора основан на анализе высокочастотных магнитных полей, параметры которых изменяются при приближении к объектам с различной плотностью и магнитными свойствами.

Приближение к источнику помех контролируется оптическим индикатором. Скрытый объект локализуется при максимальном показателе сближения, после чего его расположение определяется более точно.

В зависимости от модели отдельные индуктивные детекторы выпускаются с дополнительной функцией перехода в режим измерения глубины расположения.

Индуктивные детекторы *не пригодны* для определения местоположения *неметаллических предметов и немагнитных металлов*, например, *нержавеющей стали и меди*. Кроме этого, предметы, местоположение которых определяют, должны находиться в неметаллических материалах или конструкциях. *Надежное обнаружение электрического кабеля возможно только при подаче в линию переменного напряжения. Сложно с достаточной точностью определить местоположение кабельных соединений постоянного тока.*

Типичным представителем *индуктивных детекторов* является *GMS 120 Professional* (см. рис. 6.2).

Детектор *GMS 120 Professional* предназначен для поиска в стенах, потолках и полах черных и цветных металлов (например, арматуры), деревянных опорных конструкций в стенах облицованных «сухой» штукатуркой, а также электропроводки под напряжением (110-230 В).

Детектор имеет эргономичный дизайн, прост в эксплуатации. Чтобы начать измерения, необходимо просто приставить прибор к поверхности и перемещать его по осям X и Y.

Прибор оснащён *тремя видами индикации*:

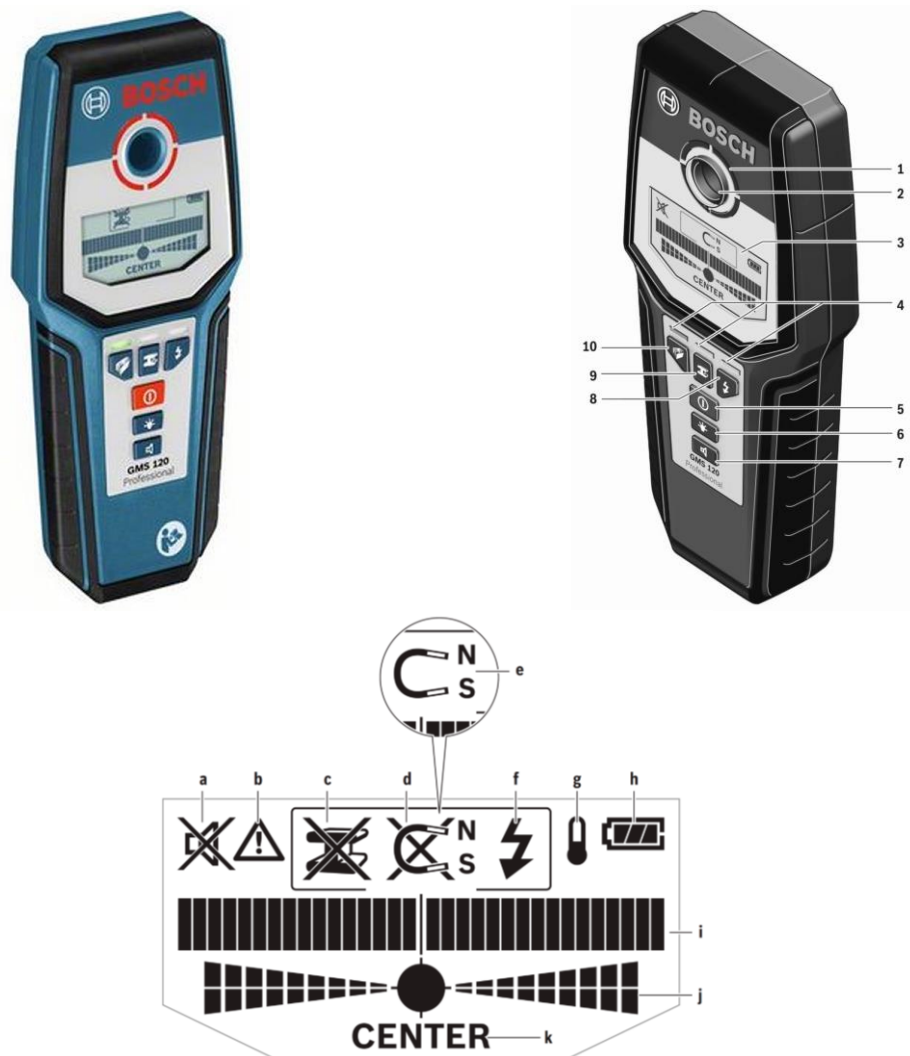
1. Жидкокристаллической шкалой, которая показывает уровень сигнала от объекта. При максимальном уровне сигнала дополнительно активизируется шкала точного поиска для более точной локализации местоположения объекта.

2. Трёхцветным маркировочным кольцом. Светодиодный индикатор (маркировочное кольцо) при отсутствии обнаруженных объектов загорается зеленым цветом, что означает «Объект не обнаружен».

По мере приближения к скрытому объекту шкала ЖК индикатора растёт и маркировочное кольцо начинает светиться желтым цветом («Внимание: объект рядом»). Над объектом шкала достигает максимального значения, кольцо становится красным («Точно над объектом»).

Для более точной локализации аномалии следует провести измерительным инструментом над объектом 2-3 раза.

3. Звуковым сигналом, который срабатывает, когда детектор находится точно над объектом.



1 – светящееся кольцо; 2 – отверстие для маркировки; 3 – дисплей; 4 – индикатор режима работы; 5 – выключатель; 6 – кнопка подсветки дисплея; 7 – кнопка звукового сигнала; 8 – кнопка обнаружения проводки под напряжением/режим работы «**токопроводящий кабель**»; 9 – кнопка обнаружения металла/режим работы «**металл**»; 10 – кнопка обнаружения металлических и деревянных балок/режим работы «**гипсокартон**»; a – индикатор выключенного акустического сигнала; b – индикатор функции предупреждения; c – индикатор вида объекта «неметалл»; d – индикатор вида объекта «немагнитный металл»; e – индикатор вида объекта «магнитный металл»; f – индикатор вида объекта «проводка под напряжением»; g – индикатор контроля температуры; h – индикатор заряда батареи; i – индикатор измерения; j – шкала точного поиска; k – индикатор центра «CENTER»

Рисунок 6.2 – Детектор GMS 120 Professional

Отверстие для маркировки в центре кольца позволяет точно разметить точку для сверления.

Преимущества детектора GMS 120 Professional:

- *самый надёжный универсальный детектор в своем классе;*
- *максимальная надёжность: благодаря автоматической калибровке обнаруживаются все объекты и не допускаются ошибки обнаружения;*
- *надёжное обнаружение даже глубоко скрытых объектов – на глубине до 12 см;*
- *ещё более надёжное определение объектов благодаря трёхцветному световому кольцу;*
- *точная индикация центра объекта с помощью шкалы «Center-Finder», а также индикация свойств материала;*
- *лучшая видимость результата благодаря дисплею с подсветкой;*
- *маркировочное отверстие со световым кольцом.*

Особенности детектора GMS 120 Professional:

1. Точность работы

Детектор оснащен светодиодным индикатором с отверстием для быстрой маркировки допустимых зон сверления



2. Контроль работы

Дисплей, светодиоды и звуковые сигналы отображают основные показатели работы детектора GMS 120 Professional



3. Удобное управление

При помощи кнопок производится включение детектора, включение подсветки дисплея, звукового сигнала



Технические характеристики детектора GMS 120 Professional

Обнаруживаемые материалы	Чёрные и цветные металлы, деревянные опорные конструкции в стенах с сухой штукатуркой, электропроводка
Максимальная глубина обнаружения:	
– черные металлы (стали), мм	120
– цветные металлы (медь), мм	80
– электропроводка (под напряжением 110-230 В), мм	50
– древесина, мм	38
Калибровка	автоматическая
Автоматическое выключение приблизительно через, мин	5
Источники питания (батарея)	1 x 9 В 6LR61
Продолжительность работы приблизительно, час	5

Рабочая температура, °C	от –10 до + 50
Температура хранения, °C	от –20 до + 70
Длина, мм	200
Ширина, мм	85
Высота, мм	32
Вес приблизительно, кг	0,27
Степень защиты (защита от пыли и водяных брызг)	IP 54

Режимы работы детектора GMS 120 Professional

Для точного определения местоположения объекта измерительный инструмент (прибор) GMS 120 Professional имеет три режима работы:

- *гипсокартон*;
- *металл*;
- *токопроводящий кабель*.

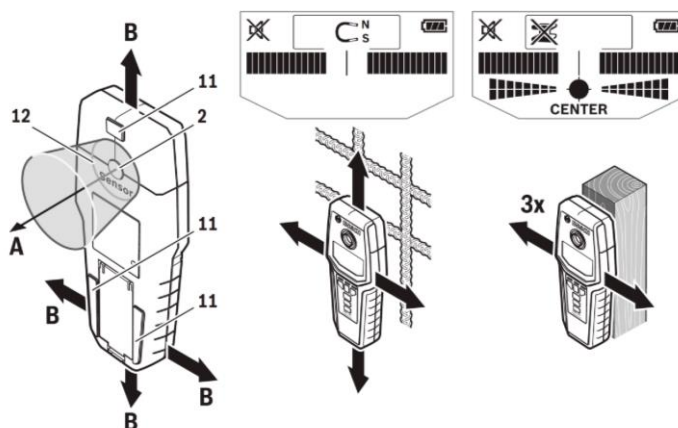
Наилучших результатов поиска можно достигнуть, выбрав соответствующий режим работы.

Выбранный режим работы всегда отображается светящимся зеленым индикатором.

Во всех режимах вид обнаруженного объекта отображается на дисплее с помощью соответствующего символа.

Перед началом работ индуктивный детектор необходимо *включить*, чтобы устройство выполнило *автоматическую калибровку* показателей (обнуление). После этого прибор *необходимо установить на исследуемую поверхность*.

Измерительным инструментом проверяется основание под сенсорной зоной в направлении А до максимальной глубины измерения. Инструмент распознает объекты, состоящие из иного, чем стена, материала.



2 – отверстие для маркировки; 11 – контактные полоски; 12 – сенсорная зона

Рисунок 6.3 – Принцип действия детектора GMS 120 Professional

Измерительный инструмент необходимо медленно перемещать по поверхности равномерно и прямолинейно, с легким нажимом, не приподнимая его и не изменяя силы надавливания. Во время измерения контактные полоски должны постоянно соприкасаться с основанием.

Калибровка

Если в режиме работы «металл» постоянно светится индикатор измерения, хотя поблизости от измерительного прибора нет металлических объектов, измерительный прибор требует калибровки.

Технология калибровки:

- Включить измерительный инструмент.
- В радиусе действия измерительного инструмента необходимо удалить все объекты, на которые он смог бы среагировать, включая ручные часы или металлические кольца, и держать инструмент в воздухе.
- Следить за тем, чтобы на индикаторе заряда батарей отображалось минимум 1/3 ёмкости. Держать измерительный инструмент таким образом, чтобы заводская табличка была обращена на пол. Избегать попадания яркого света или прямых солнечных лучей на участок сенсорной зоны и заводской таблички, не прикрывая их, однако.
- Одновременно нажать кнопки выключателя и звукового сигнала и держать их нажатыми до тех пор, пока светящееся кольцо не загорится красным цветом. Затем отпустить обе кнопки.
- Если калибровка прошла успешно, через несколько секунд измерительный инструмент автоматически включается и опять готов к работе.

Внимание! Если измерительный инструмент не включился автоматически, повторить калибровку. Если измерительный инструмент не включится и после этого, отправить его во входящей в комплект поставки защитной сумке в сервисную мастерскую Bosch.

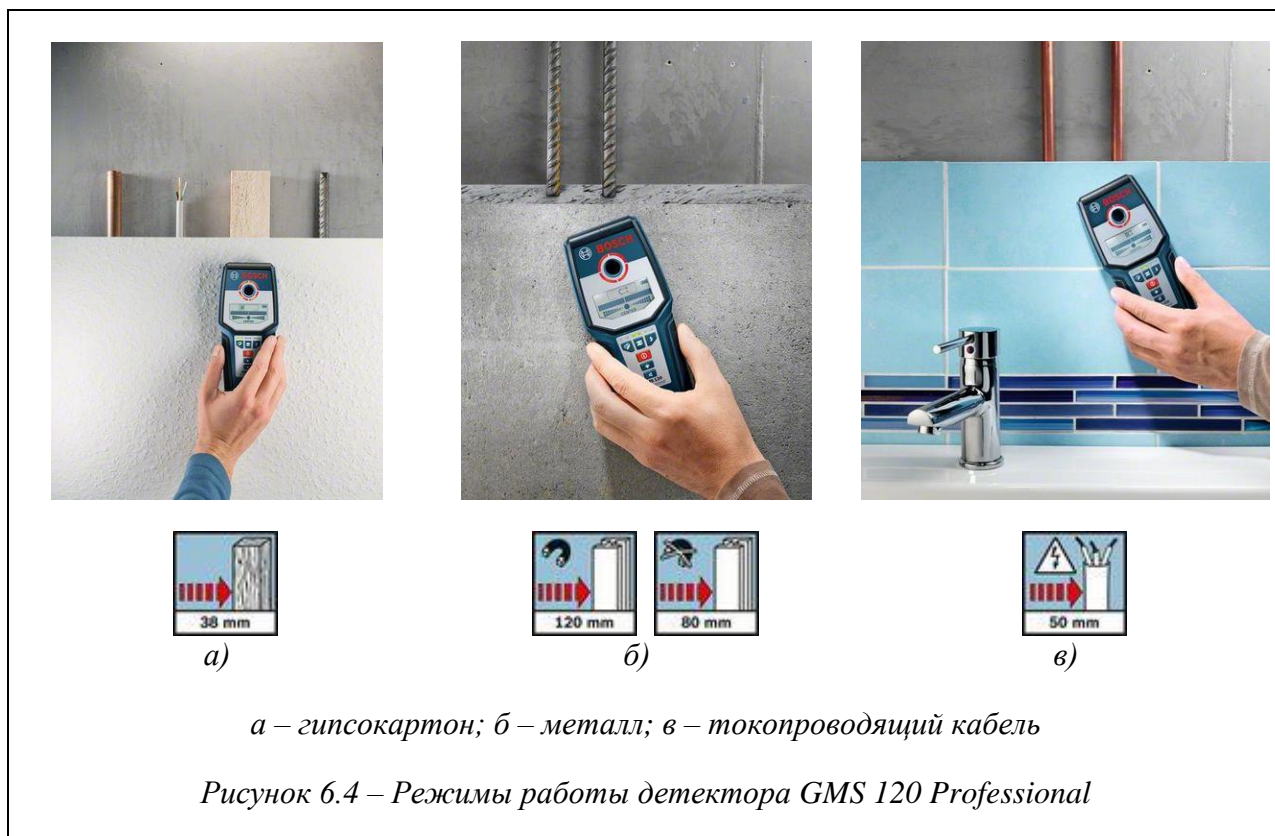
Режим работы «гипсокартон» (рис. 6.4а) предназначен для поиска деревянных и металлических конструкций, электропроводки под напряжением в гипсокартоне. В данном режиме также можно обнаружить другие объекты (например, заполненные водой пластиковые трубы).

Для активизации режима работы «гипсокартон» необходимо нажать кнопку **10** (см. рис. 6.2). Индикатор **4** над кнопкой **10** должен светиться зелёным цветом. При помещении измерительного инструмента на исследуемое основание кольцо **1** должно светиться зелёным цветом, сигнализируя готовность к работе.

В режиме работы «гипсокартон» распознаются и отображаются следующие виды объектов:

- *неметаллы, например, деревянные балки;*
- *магнитные объекты, например, арматура;*
- *немагнитные, но металлические объекты, например, медные трубы, токопроводящие объекты, например, проводка.*

Внимание! В режиме работы «гипсокартон», помимо деревянных и металлических объектов, а также проводки под напряжением, отображаются также и другие объекты, например, заполненные водой пластиковые трубы. На дисплее **3** эти объекты отображаются индикатором неметаллов **c**. Наличие гвоздей и шурупов в основании может привести к тому, что деревянные балки на дисплее будут отображаться как металлический объект.



Если на дисплее **3** постоянно сохраняется максимальная длина балок индикаторов измерения **i** и **j**, необходимо повторить измерение, приставив измерительный инструмент к исследуемому основанию в другом месте.

Если светящееся кольцо **1** при контакте с исследуемой поверхностью не показывает готовность к работе, это значит, что измерительный инструмент неправильно распознает основание.

Необходимо нажать и удерживать кнопку **10** до тех пор, пока кольцо не начнет светиться зеленым цветом.

Для нового измерения необходимо приставить измерительный инструмент к другой стене и коротко нажать кнопку **10**.

В редких случаях детектор не распознает основание поверхности по причине загрязнений с той стороны инструмента, где располагаются сенсорная зона и заводская табличка. В этом случае прибор нужно очистить сухой, мягкой тряпкой и повторить измерение.

Режим работы «металл» (рис. 6.4б) предназначен для поиска магнитных и немагнитных объектов независимо от материала стены.

В режиме «металл» прибор лучше ищет металлические объекты на максимальной глубине.

Для активизации режима работы «металл» необходимо нажать кнопку **9** (см. рис. 6.2). Индикатор **4** над кнопкой **9** должен светиться зелёным цветом. При помещении измерительного инструмента на исследуемое основание кольцо **1** должно светиться зелёным цветом, сигнализируя готовность к работе.

Если обнаруженный металлический объект является магнитным металлом (например, железом), на дисплее **3** отображается символ **e**. В случае обнаружения немагнитных металлов отображается символ **d**. Для того, чтобы измерительный инструмент мог различить виды металла, он должен находиться над обнаруженным металлическим объектом (кольцо **1** светится красным цветом).

Внимание! При наличии в исследуемом основании стальных сеток и арматуры они будут отображаться индикатором измерения **i** по всей своей площади. Обычно при обнаружении стальных сеток непосредственно над железными прутами на дисплее загорается символ магнитных металлов **e**, а между прутами – символ немагнитных металлов **d**.

Режим работы «токопроводящий кабель» (рис. 6.4в) предназначен исключительно для поиска электропроводки под напряжением (110-230 В).

Максимальная глубина измерения для проводки под напряжением достигается в режиме работы «токопроводящий кабель».

Для активизации режима работы «токопроводящий кабель» необходимо нажать кнопку **8** (см. рис. 6.2). Индикатор **4** над кнопкой **8** должен светиться зелёным цветом. При помещении измерительного инструмента на исследуемое основание кольцо **1** должно светиться зелёным цветом, сигнализируя готовность к работе.

При обнаружении проводки под напряжением на дисплее появляется **3** индикатор **f**. Чтобы точнее локализовать местонахождение проводки под напряжением, необходимо вновь провести измерительным инструментом по поверхности. После нескольких перемещений проводка под напряжением отображается с высокой точностью. Если измерительный инструмент находится очень близко от проводки, светящееся кольцо **1** мигает красным цветом и раздается серия звуковых сигналов с короткими паузами.

Внимание! Проводка под напряжением обнаруживается во всех режимах работы.

Проводку под напряжением легче обнаружить, если к искомой проводке подключены потребители тока (например, лампы или приборы) и они включены.

При определенных условиях (например, под металлическими поверхностями или поверхностям с высоким содержанием воды) проводка под напряжением может быть не обнаружена. Сила сигнала для проводки под напряжением зависит от положения электропроводки. Поэтому следует перепроверить с помощью дальнейших измерений в непосредственной близости или сверить с другими источниками информации, чтобы выяснить, присутствует ли проводка под напряжением.

Проводка ***не под напряжением*** обнаруживается как металл в режиме работы «металл». *Многожильный кабель при этом не обнаруживается* (в отличие от кабеля с цельной жилой).

Статическое электричество может привести к тому, что проводка будет отображаться неточно, например, на большом участке. Чтобы улучшить показания, необходимо приложить свободную руку плашмя к стене рядом с измерительным инструментом, чтобы снять статический заряд.

6.1.4 Закрепляющий материал 11

I. Выберите один правильный ответ и обведите:

1. Обнаружение детектором GMS 120 Professional скрытого объекта возможно на глубине до:

- а) 12 см;
б) 16 см;
в) 20 см.

Ответ:

2. Допустимая температура хранения детектора GMS 120 Professional:

- а) от -20 до $+70$ °C; б) от -20 до $+90$ °C;
в) от -30 до $+90$ °C

ОТВЕТ:

II. Заполните схему:

Для обнаружения опасных или нежелательных прослоек в строительных конструкциях применяют виды детекторов



III. Дополните предложение недостающей информацией:

1. Ёмкостные детекторы позволяют обнаружить _____ и _____ объекты.

2. Детектор оснащен светодиодным индикатором с _____ для быстрой маркировки _____ сверления.

3. Для точного определения местоположения объекта детектор GMS 120 Professional имеет _____ режима работы.

4. Отверстие в центре кольца детектора GMS 120 Professional позволяет точно _____ точку для сверления.

IV. Выберите несколько правильных ответов и обведите:

1.Индуктивные детекторы **Не** пригодны для определения местоположения в строительной конструкции:

- а) меди; б) черного металла;
в) нержавеющей стали.

ОТВЕТ:

2. В режиме работы «токопроводящий кабель» детектор GMS 120 Professional **Не** предназначен для поиска объектов:

- а) пластиковых труб; б) металлической сетки;
в) электропроводки под напряжением.

Ответ:

V. Работа с таблицей:

1. В правой колонке таблицы запишите виды индикации детектора GMS 120 Professional:

<i>Детектор</i>		<i>Вид индикации</i>
GMS 120 Professional	1.	
	2.	
	3.	

6.2.1 Общие сведения

В ходе работы нередко возникает необходимость осмотра труднодоступных мест, куда заглянуть просто так не удастся. В таких случаях поможет инспекционная камера (видеоскоп).

Инспекционная камера – прибор для визуального наблюдения скрытых объектов, когда нужно рассмотреть что-либо *изнутри*, а разбирать объект или невозможно, или нерентабельно. С помощью инспекционной камеры можно оценить состояние скрытых полостей автомобилей, внутренности двигателей (рис. 6.5а), машин и механизмов, сосудов под давлением, отопительного оборудования – котлов и бойлеров, ниш вентиляционных каналов и определить в них наличие посторонних предметов.



а)



б)

а – осмотр внутренностей двигателя; б – вывод сигнала на внешний монитор

Рисунок 6.5 – Примеры применения смотровой камеры

Основные конструктивные элементы инспекционной камеры – миниатюрная цифровая видеокамера на длинном гибком зонде и дисплей. Помимо отображения «картинки» с камеры, приборы способны сохранять фото и видео, иногда предусмотрена возможность вывода сигнала с камеры сразу в ТВ-формате, чтобы можно было показывать изображения на большом

экране (рис. 6.5б). Зачастую видеоскопы используют для извлечения мелких предметов, для чего их комплектуют *насадками* на зонд в виде *крюков* и *магнитов*. Например, извлечь саморез из сливной трубы с помощью этого прибора – задача вполне решаемая.

Приборы для видеоинспекции трубопроводов схожи с инспекционными камерами, но только длина зонда у них достигает нескольких десятков метров. Протолкнуть такой длинный зонд вручную очень сложно, поэтому их оснащают механизмами автоподачи.

6.2.2 Аккумуляторная смотровая камера GOS 10,8 L-LI Professional

Аккумуляторная смотровая камера GOS 10,8 V-LI Professional (рис. 6.6) – это инструмент, предназначенный для анализа (осмотра) *труднодоступных* или *темных* мест.



Прибор *оснащен* гибким водонепроницаемым зондом длиной 122 см с маленькой головкой камеры для возможности гибкого применения. Головка зонда с камерой оснащена светодиодной подсветкой, её яркость регулируется кнопками «+» и «-» на корпусе прибора. Всего имеется девять уровней светодиодного освещения. Лампочка (светодиод большой мощности) в головке камеры предназначена для *подсветки* непосредственно *рабочей зоны* инспекционной камеры и не пригодна для освещения помещения.

В процессе осмотра изображение в реальном времени передается на ЖК-дисплей с высоким разрешением.

Для удержания и перемещения, а также удаления небольших предметов (например, винтов) или тщательного осмотра боковых поверхностей скрытых полостей на головку зонда можно установить прилагаемые насадки магнитом, крючком или небольшим зеркалом.

Если в течение приблизительно 20 минут на приборе не будут нажиматься никакие кнопки, он для экономии заряда аккумулятора автоматически выключится.

Технические характеристики аккумуляторной смотровой камеры GOS 10,8 V-LI Professional

Источник питания	Аккумулятор Li-Ion
Напряжение аккумулятора, В	10,8
Ёмкость аккумулятора, А·ч	1,3
Время зарядки, минут	30
Тип дисплея	LCD
Размер дисплея, дюймы	2,7
Формат видеовыхода	NTSC
Максимальное разрешение дисплея, пикселей	320 x 240
Диагональ дисплея, мм	68,6
Глубина резкости объектива камеры, мм	38 – ∞
Диаметр головки камеры, мм	17,0 / 9,5
Длина зонда (кабеля камеры), м	1,22 / 0,91
Число уровней светодиодного освещения	9
Продолжительность работы на одной зарядке аккумулятора, часов ..	7–15
Минимальный радиус изгиба кабеля камеры, мм	120
Рабочая температура, °С	от -20 до +65
Температура хранения, °С	от -30 до +80
Относительная влажность воздуха, %	5 - 95
Размеры (длина x ширина x высота), мм	166 x 66 x 45
Вес, кг	0,68
Вес (с аккумулятором и зондом), кг	1,3

Преимущества GOS 10,8 V-LI Professional:

- *возможность работы даже в тёмных помещениях, благодаря встроенной светодиодной подсветке;*
- *устройство работает на литий-ионном аккумуляторе, который отличается легкостью и мощностью, отсутствием саморазряда и эффекта памяти;*
- *полученные изображения можно просматривать на внешних устройствах, подключив кабель видеовыхода;*
- *полный контроль за уровнем заряженности, благодаря индикатору заряда аккумулятора;*
- *возможность установки кабеля камеры меньшим (9,5 мм) диаметром;*
- *возможность удлинения кабеля камеры установкой удлинителя.*

Особенности смотровой камеры GOS 10,8 V-LI Professional:

1. ЖК-дисплей

Воспроизведение с камеры осуществляется на ЖК-дисплее 2,7" с высоким разрешением



2. Простота управления

Камера имеет удобную клавиатуру - для простоты управления работой устройства



3. Комфортная работа

Резиновые накладки на рукоятке аккумуляторной смотровой камеры GOS 10,8 V-LI Professional – для комфортной работы оператора



4. Удобное пользование

Устройство оснащено гибким водонепроницаемым кабелем длиной 122 см



Аккумуляторную смотровую камеру GOS 10,8 V-LI Professional нельзя использовать в медицинских целях. Она также не предназначена для удаления засорений в трубопроводах или для прокладки кабелей.

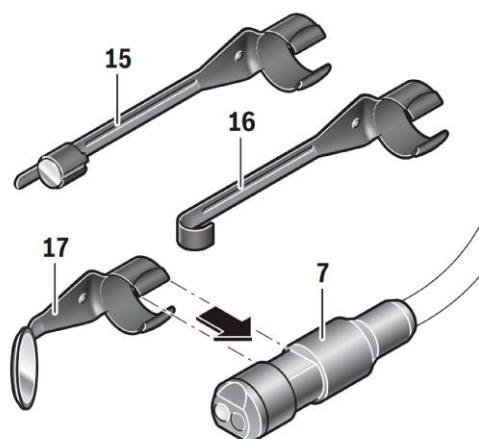
6.2.3 Системные принадлежности для смотровой камеры

К системным принадлежностям для аккумуляторной смотровой камеры GOS 10,8 V-LI Professional относятся (рис. 6.7, 6.8, 6.10):

- крючок;
- магнит;
- зеркало диаметром 17 мм;
- кабель камеры (зонд) с мощным светодиодом;
- удлинительный кабель.

Зеркало, магнит и крючок можно монтировать на головке камеры в качестве вспомогательных средств. Их необходимо надеть, как изображено на рисунке 6.7, до упора на углубление в головке камеры.

Внимание: Магнит и крючок предназначены только для передвижения и удаления незакрепленных, небольших или легких предметов. При слишком сильном тяговом усилии можно повредить смотровую камеру или вспомогательное средство.



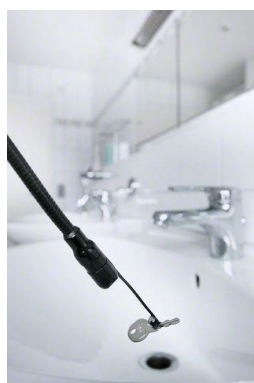
7 – головка камеры; 15 – магнит; 16 – крючок; 17 – зеркало

Рисунок 6.7 – Вспомогательные средства смотровой камеры

На рисунке 6.8 приведены примеры использования вспомогательных устройств.



а)



б)

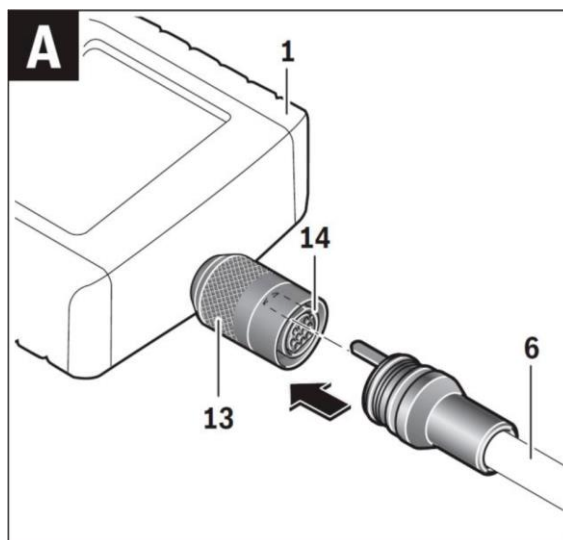


в)

а – зеркало; б – магнит; в – крючок

Рисунок 6.8 – Примеры использования вспомогательных средств

Для эксплуатации смотровой камеры к верхней части рукоятки должен быть подсоединен кабель камеры. Необходимо вставить кабель камеры в гнездо для подключения камеры таким образом, чтобы штырь кабеля **6** вошёл в отверстие гнезда для подключения камеры, как изображено на рисунке 6.9. Необходимо надвинуть втулку **13** на гнезде для подключения кабеля камеры **14** на кабель камеры и закрутить её от руки по часовой стрелке.



1 – рукоятка; 6 – кабель камеры; 13 – втулка; 14 – гнездо для подключения кабеля камеры

Рисунок 6.9 – Подключение кабеля камеры

Чтобы отсоединить кабель камеры, необходимо открутить втулку против часовой стрелки и вытащить кабель камеры.



а)

б)

а – кабель длиной 1,22 м и с диаметром головки видеокамеры 17 мм; б – кабель длиной 0,91 м и диаметром головки видеокамеры 9,5 мм

Рисунок 6.10 – Кабель камеры с мощным светодиодом

В таблице 6.1 приведены технические характеристики кабелей камеры с мощным светодиодом.

Таблица 6.1 – Характеристики кабелей камеры с мощным светодиодом

Диаметр головки камеры, мм	9,5	17
Размер дисплея, дюйм	36	48
Длина кабеля камеры, см	91	122

При проведении инспекционных работ иногда не хватает стандартной длины кабеля, в этом случае необходимо применять удлинительный кабель (рис. 6.11).

Чтобы монтировать *удлинитель кабеля* камеры, необходимо вытащить имеющийся кабель камеры. Вставить удлинитель в гнездо для подключения камеры и прикрутить его.

Прикрутить кабель камеры к последнему удлинителю. Необходимо проверять прочность соединения кабеля камеры и удлинителей. Только при прочном соединении кабель камеры и удлинитель не пропускают воду. Негерметичные соединения повышают опасность поражения электрическим током или повреждения смотровой камеры.

При необходимости подобным способом можно монтировать еще удлинители. Начиная приблизительно с 10 м общей длины (включая кабель камеры), качество изображения ухудшается.

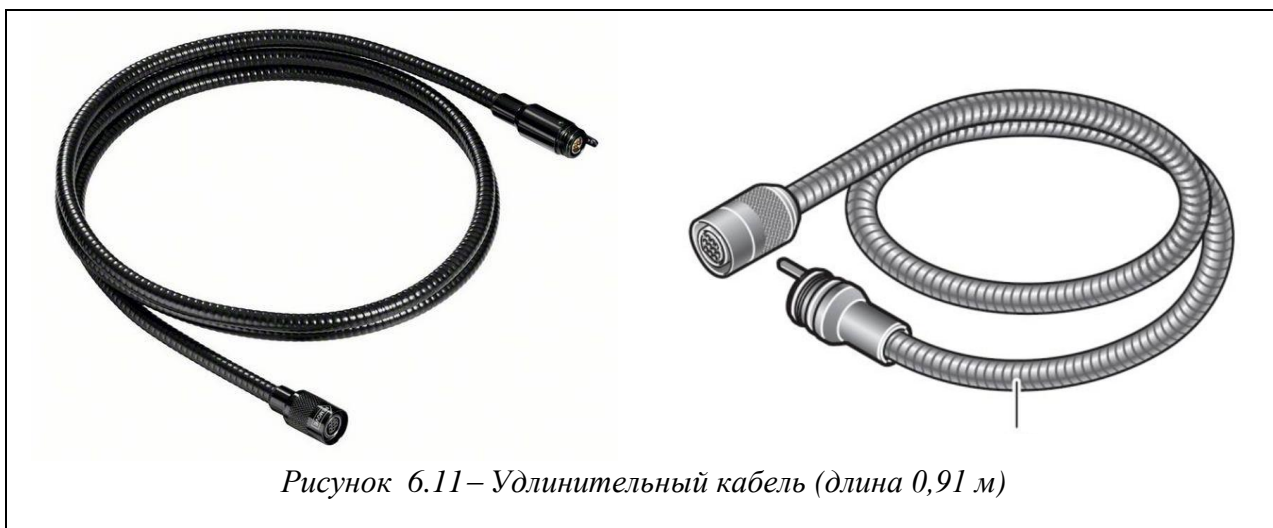


Рисунок 6.11 – Удлинительный кабель (длина 0,91 м)

Характеристики удлинительного кабеля

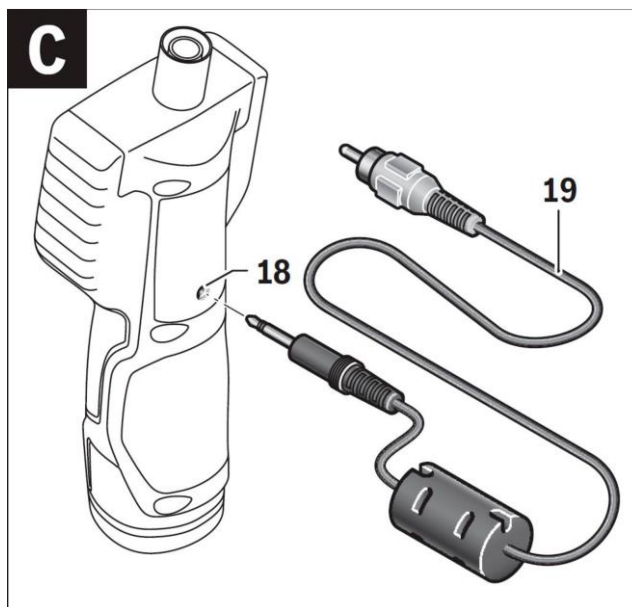
Размер дисплея, дюйм	36
Длина удлинительного кабеля, см	91

В процессе осмотра изображение в реальном времени передаётся на жидкокристаллический дисплей с высоким разрешением. Предусмотрен

и разъём видеовыхода для передачи данных на внешние устройства воспроизведения информации.

Для передачи сигнала изображения в виде стандартного видеосигнала NTSC со смотровой камеры на внешний монитор необходимо вставить черный штексель прилагаемого видеокабеля **19** в гнездо видеовыхода **18** на смотровой камере (рис. 6.12). Подключить видеокабель к соответствующему монитору.

Внимание! Необходимо всегда соблюдать инструкцию по эксплуатации внешнего монитора.



18 – гнездо видеовыхода; 19 – видеокабель

Рисунок 6.12 – Подключение внешних устройств воспроизведения изображения

6.2.4 Закрепляющий материал 12

I. Дополните предложение недостающей информацией:

1. Смотровая камера применяется при осмотре _____ мест и определения в них наличия _____ предметов.
2. Магнит и крючок в смотровой камере предназначены для _____ и _____ небольших предметов.

II. Продолжите предложение:

1. Основные конструктивные элементы смотровой камеры – _____ и _____ .

III. Выберите один правильный ответ и обведите:

1. Лампочка в головке видеокамеры предназначена для подсветки:
а) рабочего места пользователя; б) визуального обследования
внешней поверхности предмета;
в) рабочей зоны труднодоступных скрытых мест обследуемого предмета.

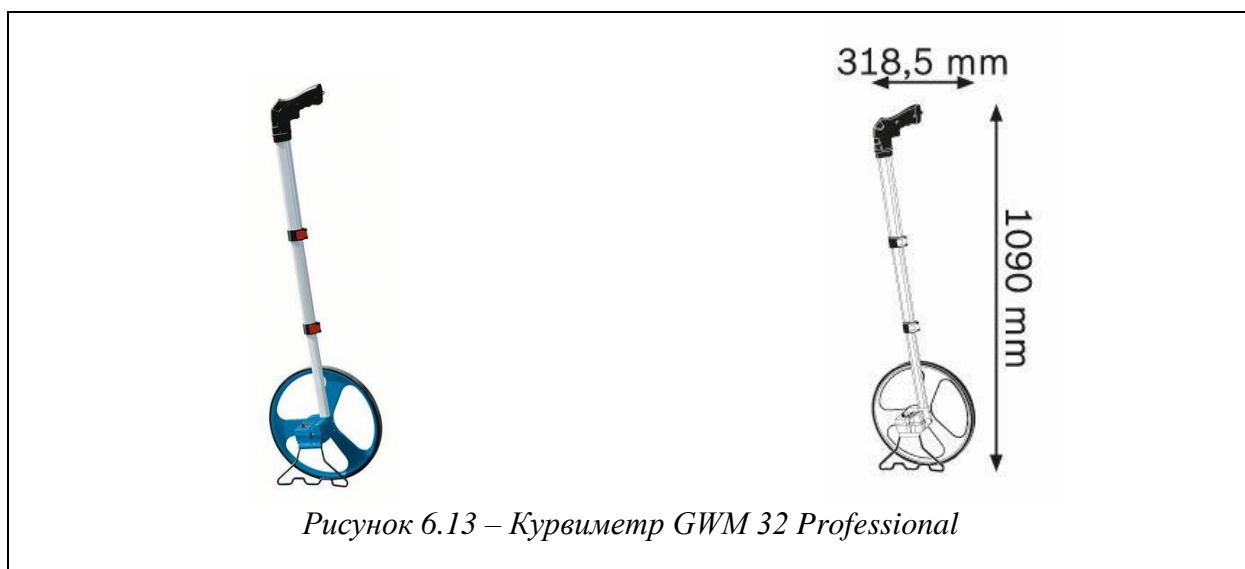
Ответ:

6.3.1 Общие сведения

Если применение обычных мерных лент, дальномеров или рулеток невозможно по тем или иным причинам, на помощь приходит дорожное измерительное колесо – *курвиметр* (рис. 6.13).

Курвиметр – измеритель пройденного расстояния на основе специального тарированного колеса, катящегося по измеряемой поверхности и соединённого с механическим или электронным счётчиком пройденного расстояния.

Курвиметр используется для измерения расстояний на холмистой местности и извилистых участках, при различных строительных и ландшафтных работах, инвентаризации различных линейных объектов, для измерения расстояний при промере лесных и сельскохозяйственных угодий, железнодорожных путей, измерений на местах дорожно-транспортных происшествий. Курвиметром можно легко обойти препятствия в виде деревьев и столбов, углов зданий и т.д. Преимущество и в эргономичной конструкции: устройство имеет длинную рукоятку, некоторые модели – телескопическую, поэтому пользователю нет необходимости нагибаться во время проведения замеров.



Несмотря на общий принцип работы, курвиметры различаются по размерам, типам колес, диапазону измерений и цене деления. Эти инструменты делятся на две большие группы: *механические* и *электронные*, – в зависимости от закрепленного на рукоятке ролика с механическим или электронным счетчиком.

Курвиметр, предназначенный для частого использования в суровых полевых условиях, например, для измерений в лесной или сельскохозяйственной отрасли, лучше выбирать с механическим вариантом, имеющий более надежную защиту от внешних факторов. Кроме того, такой курвиметр не потребует замены элементов питания и независим от температурных условий.

Колесо курвиметра *изготавливается с длиной окружности обода, обычно равной или кратной одному метру*. Пройденное расстояние отображается на шкале счетчика. Материал и диаметр мерного колеса дорожного курвиметра определяет размер и вес всего изделия в целом. Для эксплуатации на тяжелых грунтах и поверхностях с многочисленными трещинами и ямами следует выбирать курвиметр, у которого измерительное колесо изготовлено из металла и имеет длину обода порядка 1 м.

6.3.2 Курвиметр GWM 32 Professional

Курвиметр GWM 32 Professional имеет прочную конструкцию, длительный срок эксплуатации, малый вес, компактный и эргономичный дизайн, диаметр мерного колеса 1 м, пятиразрядный счётчик с диапазоном измерения до 10 км и ценой деления 10 см. Это измерительное колесо подходит практически для всего спектра измерений.

Мерное колесо колеса GWM 32 Professional *выполнено из алюминия методом литья под давлением, что обеспечивает ему высокую прочность*. Для хорошего сцепления с дорогой и, тем самым, обеспечения точных измерений на любой поверхности, *обод мерного колеса покрыт прочной износостойкой резиной*. Твердость резины обода колеса 85 единиц по методу Шора (протектор автомобильной шины имеет значение 60-70 единиц), что гарантирует её медленное истирание и неизменность измерений при длительной эксплуатации. Сверхпрочная, металлическая телескопическая ручка дорожного колеса с удобной «пистолетной» рукояткой из ударопрочного пластика позволяет комфортно проводить измерения и легко переносить курвиметр в сложенном виде (*рис. 6.14а*). Наличие остановочной подножки и тормоза также повышает удобство эксплуатации и точность измерений.

Передаточный механизм между колесом и счётчиком – зубчатый. Все шестерни выполнены из полиформальдегида, что обеспечивает высокую износостойкость и высокую точность работы счётчика на протяжении всего времени эксплуатации инструмента. *Счётный механизм действует в обоих направлениях движения: вперед и назад*. Корпус счётчика является ударопрочным и водозащищенным. Сброс показаний осуществляется нажатием кнопки, расположенной прямо на счётчике (*рис. 6.14б*).



а)



б)

а – переноска в сложенном виде; б – сброс показаний счетчика

Рисунок 6.14 – Работа с курвиметром GWM 32 Professional

Сравнительные характеристики курвиметров GWM 32 Professional и GWM 40 Professional приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Сравнительные характеристики курвиметров GWM 32 Professional и GWM 40 Professional

Курвиметр	GWM 32 Professional	GWM 40 Professional
Диаметр колеса (объем), мм	318,5	389,1
Длина окружности колеса, м	1,00	1,22
Количество разрядов счетчика	5	6
Минимальный отсчет, см	10	1
Максимальный результат измерения, м	9999,9	9999,9
Рукоятка	Телескопическая	Складная
Материал	Алюминий	Сталь
Точность измерений на 100 м, см	10	5
Вес, кг	1,4	3,3

6.3.3 Закрепляющий материал 13

I. Продолжите предложение:

1. Для измерения расстояний на холмистой местности и извилистых участках используется прибор _____.
2. Передаточный механизм курвиметра GWM 32 Professional между колесом и счетчиком – _____.

II. Выберите один правильный ответ и обведите:

1. Для измерения расстояний в суровых полевых условиях рекомендуется использовать курвиметр с счетчиком:
- а) электронным; б) механическим;

Ответ:

2. Вес курвиметра GWM 32 Professional составляет:
- а) 1,0 кг; б) 1,4 кг;
в) 2,0 кг.

Ответ:

6.3.3 Проверка степени усвоения материала (Модули 11 – 13)

I. Продолжите предложение:

1. Счетный механизм курвиметра GWM 32 Professional действует в направлениях _____ и _____.

II. Дополните предложение недостающей информацией:

1. Принцип работы индуктивного детектора основан на анализе высокочастотных _____ полей.

2. В режиме работы «металл» детектор GMS 120 Professional предназначен для поиска _____ и _____ объектов независимо от материала стены.

III. Выберите один правильный ответ и обведите:

1. Качество изображения на дисплее смотровой камеры ухудшается при общей длине кабеля с удлинителем более:

- а) 10 м;
- б) 15 м;
- в) 20 м.

Ответ:

2. Смотровую камеру GOS 10,8 V-LI Professional для удаления засорений в трубопроводах применять:

- а) можно;
- б) нельзя;
- в) Можно в исключительных случаях.

Ответ:

3. Длина окружности мерного колеса курвиметра GWM 32 Professional составляет (м):

- а) 1 м;
- б) 1,2 м;
- в) 1,4 м.

Ответ:

4. Курвиметр GWM 32 Professional выпускается с рукояткой:

- а) складной;
- б) алюминиевой;
- в) телескопической.

Ответ

5. В режиме работы «гипсокартон» детектором GMS 120 Professional обнаружить заполненные водой пластиковые трубы:

- а) нельзя;
- б) можно;
- в) можно, только при подключении дополнительного электроприбора.

Ответ:

6. Звуковой сигнал в детекторе GMS 120 Professional срабатывает при нахождении прибора:

- а) над объектом;
- б) на расстоянии 15 см от объекта;
- в) на расстоянии 20 см от объекта

Ответ:

IV. Выберите несколько правильных ответов и обведите:

1. Детектор GMS 120 Professional оснащен видами индикации:

- а) звуковым сигналом;
- б) жидкокристаллической шкалой;
- в) Трехцветным маркировочным кольцом.

Ответ:

2. В режиме работы «гипсокартон» детектор GMS 120 Professional предназначен для поиска объектов:

- а) деревянных;
- б) металлических;
- в) электропроводки под напряжением.

Ответ:

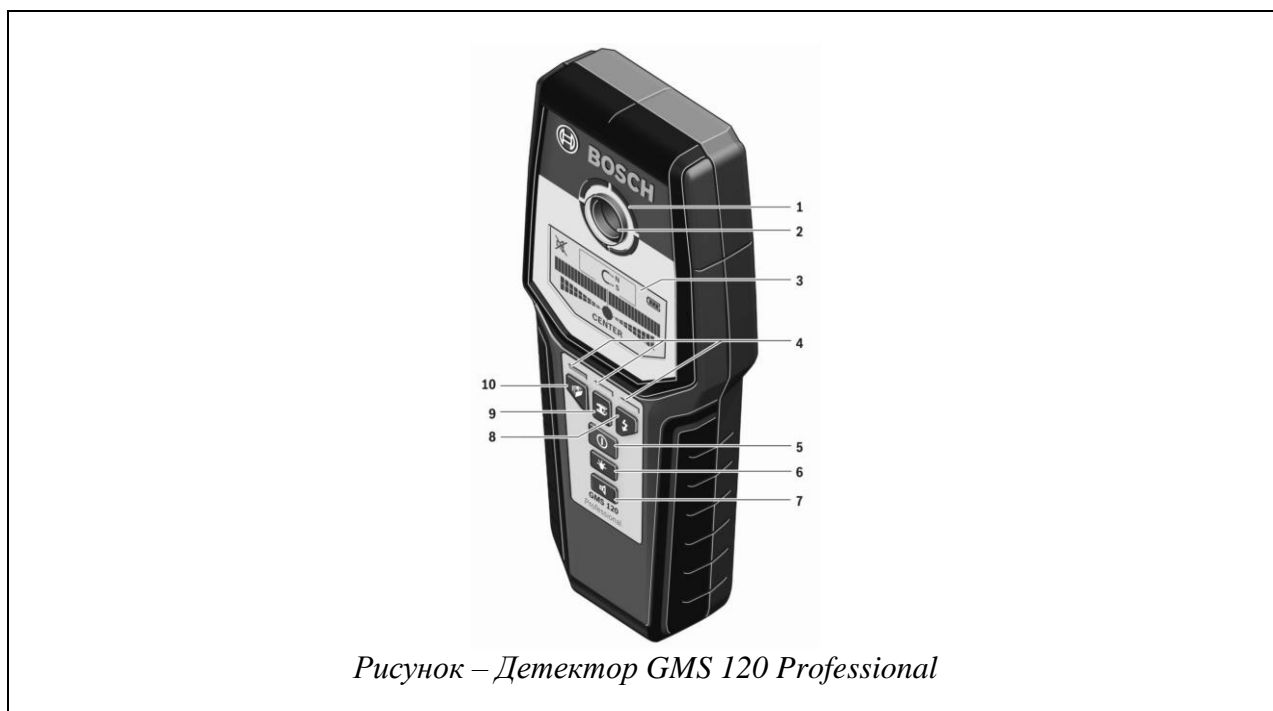
V. Работа с таблицей:

Заполните правую колонку таблицы «Основные принадлежности инспекционной камеры»

№ п/п	Основные принадлежности инспекционной камеры
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

VI. Работа с рисунком:

1. По рисунку определить и подписать основные составные элементы детектора GMS 120 Professional:



Позиц. №	Наименование составных элементов
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Примечание – Для выполнения задания рекомендуется использовать натуральный образец детектора GMS 120 Professional.

7 ТЕОДОЛИТЫ

7.1 Модуль 14 «Электронные теодолиты»

Учебный материал 14

7.1.1 Теодолиты и их устройства

В строительстве широкое применение нашел измерительный прибор – теодолит. Основные функции теодолита – возможность измерять вертикальный угол в градусах или как уклон в процентах; устанавливать нулевое значения угла на исходное направление; устанавливать требуемый угол на исходное направление, фиксировать отсчет по горизонтальному кругу. Также он был адаптирован для некоторых других целей, например – его используют в метеорологии и при запуске ракет.

Его возможное применение не ограничивается одной лишь сферой строительно-монтажных работ, это устройство широко используют в геодезии, с его помощью проводят маркшейдерскую съемку, в комплексный состав которой входит топографическая съемка, распознавание геологического строения месторождений и многое другое.

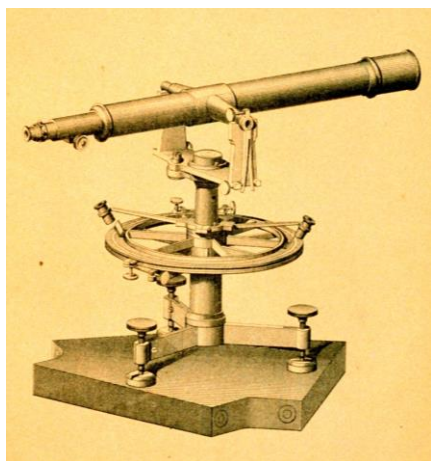
Своим названием *теодолит* обязан двум словам из греческого языка – *theomai* и *dolichos*, которые в переводе, соответственно, обозначают – «смотреть» и «далеко». Впервые этот прибор был упомянут как «теодолитос» в документальном источнике, датированном 1571 годом. На тот момент это был большой, массивный инструмент, однако, несмотря на ряд недостатков, он уже способен был выполнять свою главную функцию.

Изобретен теодолит в 1570 году, то есть задолго до появления спиртового уровня и зрительной трубы (рис. 7.1а). Со временем, скомбинированный со спиртовым уровнем и зрительной трубой, он стал тем инструментом для геодезической съёмки, которым мы пользуемся сегодня. Из-за дороговизны до XX века он широко не применялся в строительстве.

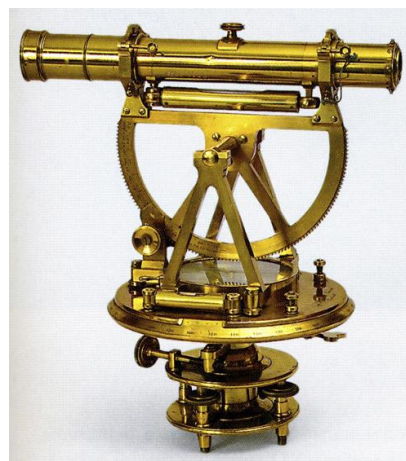
В наши дни инструмент со зрительной трубой, вращающейся только в горизонтальной плоскости, называют *нивелиром*, а работающий в двух плоскостях – *теодолитом*.

Теодолит состоит из вращающегося вокруг вертикальной оси горизонтального круга (лимба) с алидадой, на подставки которой опирается горизонтальная ось вращения зрительной трубы и вертикального круга. Основной рабочей мерой в теодолите являются *горизонтальный и вертикальный лимбы с градусными и минутными делениями*.

Современный теодолит (рис. 7.1в, г) представляет собой оптическую трубу, движущуюся по двум перпендикулярным осям, горизонтальной и вертикальной. Когда оптическая труба направлена на желаемый объект, угол каждой из этих осей может быть измерен с высокой точностью, обычно по шкале, градуированной в угловых секундах.



а)



б)



в)



г)

*а – старинный теодолит; б – нивелир 1840 года; в – оптический теодолит 3Т5КП;
г – электронный теодолит CST/berger DGT 10*

Рисунок 7.1 – Теодолиты

Общая классификация теодолитов

По устройству различают следующие приборы:

- оптический *теодолит* – имеет простую конструкцию, в которой все действия выполняются пользователем с помощью механических винтов (регулируется наведение, фокусировка и т.д.). Шкала измерений нанесена на стекло в объективе, поэтому пользователю самому необходимо отмечать полученные значения и записывать их в журнал. Отсутствие аккумулятора позволяет эксплуатировать такой теодолит в экстремальной среде, как например, в условиях крайнего севера;
- электронный *теодолит* – это небольшая электронная система со встроенным микропроцессором. Наведение и поворот также осуществляются вручную, но эти действия сопровождаются нажатием кнопок на панели,

чтобы прибор зафиксировал результаты измерений. Полученные значения выводятся на дисплей и записываются на карту памяти, кроме того, есть возможность перенести данные на компьютер.

По *точности измерений* теодолиты делятся на:

- *точные* – имеют одностороннюю систему измерений с помощью микроскопа со шкалой. Их обычно используют для геологических изысканий, прокладывания теодолитных ходов и т.д. Точные теодолиты обеспечивают точность угловых измерений 2" и 5" и нашли широкое распространение в землеустройстве, строительстве, топографии и других сферах.

- *высокоточные (прецизионные)* – имеют вертикальную и горизонтальную ось измерения углов, поэтому позволяют получать наиболее точные данные. Эти теодолиты применяют для построения государственных объектов, научных геодезических работ. Прецизионные теодолиты обеспечивают точность угловых измерений 1". С их помощью отслеживают деформацию конструкций, зданий. Высокоточные теодолиты используют при построении государственных геодезических сетей 1, 2, 3-го классов, выполнении инженерно-геодезических работ особо высокой точности, при решении научных задач и т. п.

- *технические* – обеспечивают точность угловых измерений 15" и 30".

Однако принципиально любой оптический теодолит (высокоточный, точный и технический) имеет одинаковую структурную схему, позволяющую производить измерения горизонтальных и вертикальных углов. Эта схема состоит из трех блоков: наведения, ориентирования и измерения. Разница – только в самих структурных элементах.

В современных теодолитах вычисление горизонтальных и вертикальных углов обычно проводится с помощью электроники. Считывание данных проводится вращающимся энкодером, который может быть абсолютным, например, использующим коды Грея, или дифференциальным, использующим равноотстоящие друг от друга светлые и темные круговые полосы. В последнем случае круги быстро вращаются, сводя угловые измерения к электронным вычислениям разницы во времени. Позже на фокусную плоскость оптической трубы были добавлены CCD-датчики, позволяющие осуществлять и автонацеливание на визирную метку и вычисление ее остаточного смещения. Возможности этих вычислений были внедрены в установленное программное обеспечение.

Также многие современные теодолиты оборудованы встроенным электрооптическим определителем расстояния, в основном, работающем в инфракрасном диапазоне. Он позволяет за один раз измерить трехмерные векторы – хотя и в определенных инструментом полярных координатах, – которые могут затем быть трансформированы в уже имеющуюся координатную систему местности методом достаточного количества контрольных точек. Эта техника называется методом засечек, или топографическим позиционированием свободных станций. Она широко используется в картографическом деле. Инструменты, «разумные» теодолиты, называемые самопишущими

тахеометрами или «рабочими станциями», проводят необходимые операции, сохраняют данные во внутренней памяти или на внешних носителях. Обычно для сохранения данных используется ноутбук или карманный компьютер повышенной защищенности.

Современные теодолиты изготавливаются с учетом возможности эксплуатации прибора в неблагоприятной среде, поэтому электронные приборы надежно защищены водонепроницаемой оболочкой, могут выдерживать перепад температур в диапазоне от -20 до $+50$ °С. Для некоторых моделей предусмотрена подсветка, облегчающая работу при нехватке освещения, что очень удобно, если прибор часто используется для проведения замеров внутри сооружений, в туннелях и так далее.

Цифровые (электронные) теодолиты гарантируют превосходные результаты измерения углов благодаря высочайшей точности. Максимальное удобство использования на стройплощадке обеспечивает большой двухсторонний дисплей.

Отличительной чертой эксплуатации электронных теодолитов является ощутимая простота использования. Для того чтобы выполнить замеры углов, необходимо всего лишь навести прибор на цель, и в тот же момент, на экран будут выведены все нужные результаты. Такое положение дел исключает возможность ошибки, повышая, таким образом, общую эффективность производимых работ. Все электронные измерительные приборы оснащены цилиндрическим уровнем, использующимся при определении его правильного положения. Для более точного определения позиции, большинство устройств оборудованы датчиками, отслеживающими угол наклона.

Устройство теодолита

Основными конструктивными частями теодолита являются:

- *корпус с горизонтальным и вертикальным отсчетными кругами, и другими технологическими узлами;*
- *трегер* – подставка с тремя подъёмными винтами и круглым уровнем (для горизонтирования теодолита);
- *зрительная труба*, которая жестко скреплена с лимбом вертикального круга и вращается вокруг горизонтальной оси; в зависимости от типа теодолита рисунок сетки нитей зрительных труб имеет различный вид;
- *наводящие и закрепительные винты для наведения и фиксации зрительной трубы на объекте наблюдения;* закрепительными винтами фиксируют соответствующую часть в неподвижном положении, а наводящими – плавно вращают при точном наведении перекрестия нитей на визирную цель;
- *цилиндрический (трубчатый) уровень;*
- *отсчётный микроскоп для снятия отсчётов.*

Зрительная труба с увеличительными стеклами, закреплена между двух стоек на поворотном диске. Труба может быть астрономической (дает обратное изображение) и земной (дает прямое изображение). Как правило, совре-

менные теодолиты оснащаются *трубой прямого изображения*. Для наибольшей устойчивости и получения точных данных многие модели имеют в основании *трегер*, с помощью которого удастся зафиксировать прибор в горизонтальном положении. Проверить правильность установки можно по пузырьковому (круглому) уровню.

На рисунке 7.2 изображены основные плоскости и оси теодолита:

- *следы плоскостей горизонтального и вертикального кругов;*
- *ось цилиндрического накладного уровня, цилиндрического уровня при алидаде горизонтального и вертикального кругов;*
- *вертикальная ось теодолита, ось вращения зрительной трубы и оси вращения подъемных винтов соответственно;*
- *визирная ось, проходит через перекрестие сетки нитей и оптический центр объектива.*

Плоскость горизонтального круга и ось вращения трубы должны быть перпендикулярны к вертикальной оси теодолита. Визирная ось трубы должна быть перпендикулярна к оси вращения трубы. Ось вращения алидады и ось вращения горизонтального круга должны проходить через центр кольца делений лимба. При угловых измерениях вертикальная ось теодолита должна совпадать с отвесной линией в точке его стояния. Нарушения геометрической схемы теодолита приводят к ошибкам в отсчетах и в итоге – к ошибкам в конечных результатах угловых измерений.

Горизонтальный и вертикальный круги являются главными частями теодолита, при помощи которых измеряют горизонтальные и вертикальные углы.

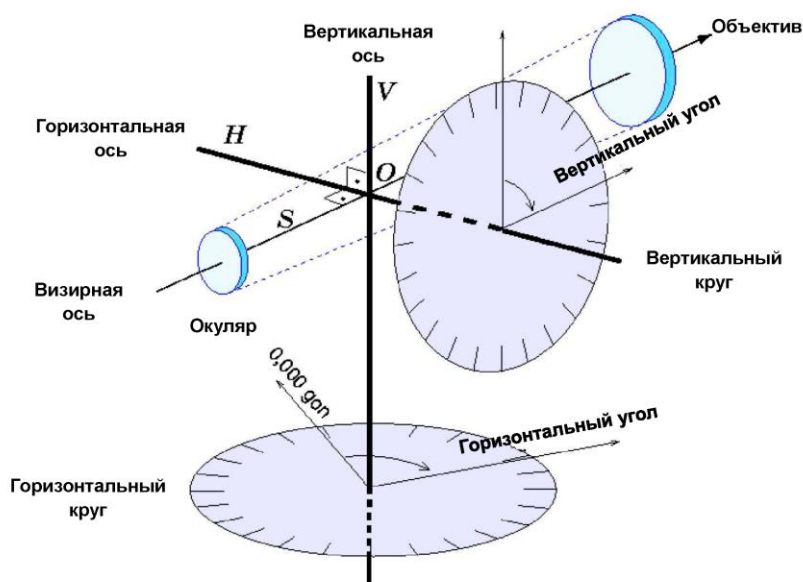


Рисунок 7.2 – Основные плоскости и оси теодолита

Горизонтальный круг теодолита предназначен для измерения горизонтальных углов и состоит из лимба и алидады. Лимб представляет собой стеклянное кольцо, на скошенном крае которого нанесены равные деления с помощью автоматической делительной машины.

Цена деления лимба (величина дуги между двумя соседними штрихами) определяется по оцифровке градусных (реже градовых) штрихов. Оцифровка лимбов производится по часовой стрелке от 0 до 360 градусов (0–400 гон) (**Гон** (град) – внесистемная метрическая единица плоского угла, равная 1/100 прямого угла: обозначается g ; 1 гон = 0,0157 радиана = 0,900° (угловых градусов)).

Роль *алидады* выполняют специальные оптические системы – отсчётные устройства. Алидада вращается вокруг своей оси относительно неподвижного лимба вместе с верхней частью прибора; при этом отсчёт по горизонтальному кругу изменяется. Если закрепить зажимной винт и открепить лимб, то алидада будет вращаться вместе с лимбом и отсчёт изменяться не будет.

Лимб закрывается металлическим кожухом, предохраняющим его от повреждений, влаги и пыли.

Достоинства электронных теодолитов. Одной полной зарядки аккумулятора для современных электронных теодолитов достаточно для непрерывной работы прибора до 1-2 суток. Продолжительность работы зависит от конкретной модели и производителя. Большинство из моделей теодолитов предусматривают возможность работы и от обычных батареек класса «АА», что является прекрасной альтернативой, если основной источник питания разряжен, а возможность его зарядки отсутствует.

Недостатки электронных теодолитов. Необходима периодическая зарядка, о которой нужно постоянно помнить. Для устранения этого недостатка во всех современных электрических геодезических приборах используется функция энергосбережения, которая отключает прибор в соответствии с установленным таймером. Использование современных материалов и технологий позволило продлить срок эксплуатации от одного полностью заряженного аккумулятора до 5 часов.

7.1.2 Электронные теодолиты CST/berger

Электронные теодолиты CST/berger, или, как их еще называют – *цифровые теодолиты* позволяют получить результаты измерений высокой точности и надежности.

Электронные теодолиты CST/Berger обеспечивают максимальное удобство эксплуатации, позволяя пользователю полностью сконцентрироваться на производстве измерений. На сегодняшний день компания CST/Berger выпускает две модели цифровых теодолитов DGT2 и DGT10, отличающихся точностью угловых измерений.

Все электронные теодолиты оснащены двумя панелями с жидкокристаллическим дисплеем и функциональной клавиатурой (как правило, шестикнопочной) для удобства работы. На панели управления расположены функциональные клавиши: «R/L», «0SET», «HOLD», «V/%» (рис. 7.3).



По нажатию на клавишу «**R/L**» возможно изменить направление измерения горизонтального угла: по ходу или против хода часовой стрелки. Направление меняется при каждом нажатии клавиши.

После наведения зрительной трубы на начальное направление удобно обнулить отсчёт. В этом случае по нажатию на соответствующий клавишу «**0SET**», горизонтальный угол, отображаемый на дисплее, станет равным 0° 00' 00".

Клавиша «**HOLD**» позволяет удерживать значение текущего горизонтального угла, то есть, после её нажатия вращение прибора вокруг вертикальной оси будет происходить без изменения отсчёта горизонтального угла. Повторное нажатие разблокирует отсчёт горизонтального угла. Это удобно, когда необходимо выставить для направления какое-то заданное или удобное для геодезиста значение горизонтального угла.

Еще одной стандартной функцией электронных теодолитов является переключение параметра отображения вертикального угла: в градусах (по умолчанию) или отображение уклона в процентах. За данное действие отвечает клавиша «**V/%**».

Теодолит GST/berger DGT10 предназначен для точных измерений горизонтальных и вертикальных углов и расстояний.

Электронный теодолит CST/berger DGT10 – оптимальное сочетание цены и качества. С этим теодолитом пользователь может определять *вертикальные и горизонтальные углы* с пятисекундной точностью, что позволит использовать его для решения самых распространенных повседневных задач в поле или на строительной площадке. Прибор *оснащен* встроенным *оптическим дальномером*. Благодаря этому устройству можно определять *расстояния*, осуществлять *вынос точек в натуру*, и выполнять другие работы, связанные с измерением *углов и расстояний*. Этот прибор широко используется в геодезии, строительстве, кадастр и топографии.

Цифровой теодолит CST/berger DGT10 позволяет работать эффективней по сравнению с традиционным оптическим теодолитом. Электронный теодолит не только быстро и безошибочно измеряет горизонтальные и вертикальные углы с точностью 5", но и сохраняет результаты во внутренней памяти. Встроенный процессор автоматически выполняет вычисления, что позволяет выполнить считывание без ошибок. Результаты измерений отображаются на жидкокристаллическом дисплее, после чего можно записать значение, либо произвести наблюдение еще раз. С теодолитом DGT10 нет необходимости повторно выезжать на место съемки.

Оптический дальномер с 30-тикратным увеличением дает возможность измерять и снимать на расстоянии. Теодолит CST/berger DGT10 легко фиксирует свое правильное положение благодаря оптическому центриру, что существенно облегчает работу с ним.

Удобство считывания информации обеспечивается экраном с подсветкой, который выводит изображение на обе стороны.

Корпус инструмента выполнен из прочного композитного материала, обеспечивающего надежную защиту от пыли, влаги, ударов и вибраций.

Преимущества электронных теодолитов CST/berger

- *большой двусторонний дисплей с подсветкой – для удобной работы при круге лево-право*
- *в качестве источников питания используются обычные «пальчиковые» аккумуляторы или батареи;*
- *каждая кнопка клавиатуры отвечает за отдельную функцию;*
- *отображение угла на дисплее;*
- *оптический дальномер для измерения расстояний;*
- *превосходная оптика с 30-кратным увеличением и прямым изображением, обеспечивающая комфортное наведение на цель;*
- *подсветку дисплея и сетки нитей для работы в условиях недостаточной освещенности;*
- *оптический центрир для быстрой установки на точке съёмки;*
- *возможность использования дополнительных аксессуаров, например, солнцезащитных фильтров или съёмных окуляров CST/berger.*

Принадлежности к теодолитам CST/berger DST10

Окуляр с вертикальным обозрением DTEP (рис. 7.4) предназначен для удобства работы с электронным теодолитом CST/berger DGT10 при измерении углов, близких к зенитным.



Рисунок 7.4 – Окуляр с вертикальным обозрением DTEP

Окуляр с вертикальным обозрением DTEP пригоден для измерения вертикальных объектов. С его помощью можно оценить вертикальность сооружения или задать горизонтальную или вертикальную плоскость.

Насадка является не обязательным, но абсолютно незаменимым аксессуаром при высотном строительстве. Данная оснастка отлично зарекомендовала себя при работе в жестких строительных условиях.

Технические характеристики электронных теодолитов GCT/berger DGT2 и DGT10 приведены в таблице Ж.1 приложения Ж.

7.1.3 Закрепляющий материал 14

I. Выберите один правильный ответ и обведите:

1. Прибор со зрительной трубой, вращающейся и работающий двух плоскостях, называется:

- а) нивелиром;
- б) теодолитом;
- в) дальномером.

Ответ:

2. Защищенные водонепроницаемой оболочкой современные электронные теодолиты могут выдержать перепад температуры в диапазоне:

- а) от -20 до $+50$ °C;
- б) от -30 до $+45$ °C;
- в) от -35 до $+50$ °C.

Ответ:

II. Выберите несколько правильных ответов и обведите:

1. Электронным теодолитом CST/berger DGT10 можно определять:

- а) расстояния;
- б) вертикальные углы;
- в) горизонтальные углы

Ответ:

III. Продолжите предложение:

1. Оптический дальномер, встроенный в электронный теодолит CST/berger DGT10, позволяет определять CST/berger _____.

IV. Дополните предложение недостающей информацией:

1. Теодолитом CST/berger DGT10 можно измерять вертикальный угол в _____ или как уклон в _____.

2. Окуляр с вертикальным обозрением DTER позволяет оценить вертикальность сооружения и задать _____ или _____ плоскость.

V. Приведите в соответствие:

1. Установите соответствие (стрелками) между функциональными клавишами теодолита и их назначением:

	<i>Клавиша</i>		<i>Назначение</i>
1.	R/L	А.	Обнуление отсчета
2.	0SET	Б.	Сохранение значения текущего горизонтального угла
3.	HOLD	В.	Отображение: - вертикального угла в градусах (по умолчанию), - уклона в процентах.
4.	V/%	Г.	Изменение направления измерения горизонтального угла
		Д.	Измерение расстояния

Ответ:

1	→	
2	→	
3	→	
4	→	

7.1.4 Проверка степени усвоения материала (Модуль 14)

I. Работа с рисунком:

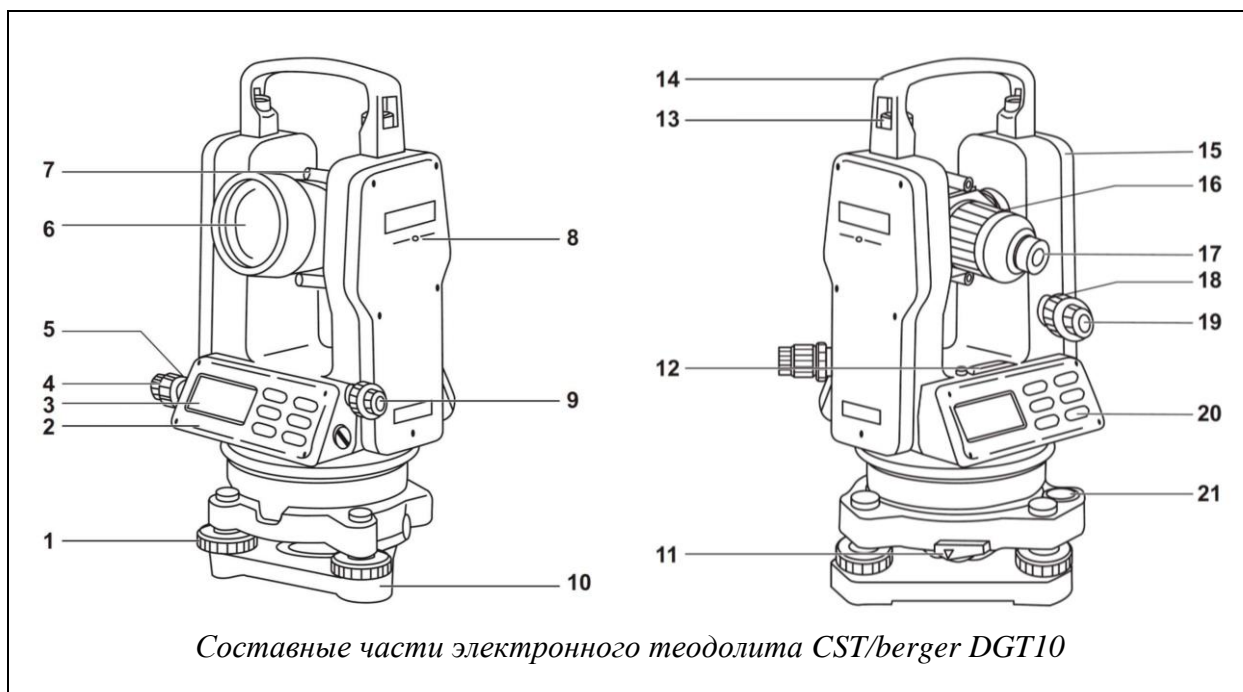
1. На панели управления электронного теодолита CST/berger DGT10 расположены функциональные клавиши: «**R/L**», «**0SET**», «**HOLD**», «**V/%**». В правой колонке таблицы запишите назначение каждой клавиши:



Рисунок – Электронный теодолит CST/berger DGT10

Клавиша	Назначение
« R/L »	
0SET »	
« HOLD »	
« V/% »	

2. Определите по рисунку составные части электронного теодолита CST/berger DGT10, обозначенные цифрами с 1 по 21, и запишите в таблицу.



<i>№ п/п</i>	<i>Составная часть</i>
1	-
2	-
3	-
4	-
5	-
6	-
7	-
8	-
9	-
10	-
11	-
12	-
13	-
14	-
15	-
16	-
17	-
18	-
19	-
20	-
21	-

Примечание – При выполнении задания рекомендуется использовать натуральный образец прибора.

8 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

8.1 Влияние личностных факторов на безопасность

На безопасность во время применения электроинструментов существенно влияют следующие факторы:

- *соблюдение инструкции по эксплуатации;*
- *эргономика;*
- *тип инструмента;*
- *стесненные условия;*
- *усталость;*
- *отношение к труду;*
- *недостаток опыта;*
- *режим работы;*
- *алкоголь.*

При работе с электроинструментами необходимо учитывать все факторы, влияющие на безопасность работ:

а) **инструкции по эксплуатации:** перед первым применением нового технического устройства необходимо всегда внимательно *читать и соблюдать* требования руководства *по эксплуатации и инструкций техники безопасности;*

б) **эргономика:** необходимо использовать только такие инструменты, которые *удобно лежат в руке*, которыми легко работать, и которые *обладают наименьшим шумом, тепловыделением и вибрацией;*

в) **тип инструмента:** необходимо выбирать наиболее *подходящий для работы инструмент и использовать его только с разрешенной оснасткой;*

г) **стесненные условия работы:** необходимо *устранить стесненные условия работы*. По возможности *демонтировать детали для последующей обработки. Рабочее место или стол освободить от нагромождений*. Если нет возможности устранить стесненные условия, то необходимо принять меры для обеспечения *устойчивого положения и безопасного обращения с инструментом;*

д) **усталость:** работа с электроинструментом требует физического и умственного отдыха. Необходимо *делать регулярные перерывы*, чтобы улучшить качество работы и, прежде всего, *увеличить безопасность;*

е) **отношение к труду:** не вымещать плохое настроение на производственном задании или детали, инструменте или технологической оснастке;

ж) **недостаток опыта:** необходимо повышать квалификационный уровень через специализированные профессиональные курсы, специальную и техническую литературу, наставничество более опытных специалистов;

з) **режим работы:** необходимо выполнять каждое производственное задание с таким же вниманием, как и в первый раз. Реагировать на *отвлечения только после отключения электроинструмента*;

и) **алкоголь:** запрещается работа с электроинструментами под влиянием алкоголя, лекарств или наркотиков.

Безопасность рабочего места. Только безопасное рабочее место может гарантировать работу без несчастных случаев. Для обеспечения безопасности на рабочем месте важны следующие организационные мероприятия:

- *порядок на рабочем месте;*
- *правильное подключение к электросети;*
- *хорошее освещение рабочего места;*
- *соблюдение противопожарных мер.*

Уборка рабочего места. Порядок на рабочем месте способствует хорошему обзору и, следовательно, безопасности. Можно сразу найти инструменты (оснастку), вспомогательные средства и материалы, что устраняет потерю рабочего времени.

Подключение к электросети. Для работы с электроинструментами следует предусмотреть достаточно возможностей для подключения к электросети, чтобы *исключить до минимума использование удлинителей* (и возможность прерывания). При работе с электроинструментом в стационарном режиме особенно важно *наличие одного или нескольких аварийных выключателей*.

Освещение рабочего места. Точность и надежность работы возможны лишь при достаточной освещенности. При выборе и установке осветительного прибора необходимо *учитывать возможность образования тени или должны подключаться к разным фазам сети переменного тока*. Так можно избежать стробоскопического эффекта из-за мерцания, который при определенном числе оборотов может симулировать остановку используемого инструмента.

Противопожарная защита. Пожар может возникнуть по разным причинам, вначале часто незаметным, *от искры* (например, при шлифовке металла). Лучшая профилактика – чистое, убранное рабочее место, тщательная подготовка к работе, например, *установка защитных экранов, заслонок*. *В мастерских, на рабочих местах необходимо устанавливать огнетушители.*

8.2 Правила безопасности при работе с лазерными инструментами

Инструкции по безопасности для лазерных измерительных инструментов Bosch содержатся в руководстве по эксплуатации, которое поставляется с каждым инструментом. Неотъемлемой частью руководства по эксплуатации являются общие указания по технике безопасности для электроинстру-

ментов и указания по технике безопасности для конкретного вида инструмента.

Электронные измерительные приборы отличаются высокой надежностью использования, так как большинство процессов измерения осуществляется бесконтактным методом на значительном расстоянии от контрольного объекта, благодаря чему пользователь может отказаться от использования вспомогательных устройств (лестниц и рабочих лесов). При использовании электронных измерительных приборов важно учитывать технические особенности:

- *лазерных лучей;*
- *электромагнитных полей.*

Лазерное излучение

Из-за высокой концентрации мощности лазерные лучи могут вызывать продолжительные поражения глаз. Однако заслонить луч невозможно, поскольку сам луч служит в качестве инструмента или функционального средства. Поэтому защиту против воздействия лазерного излучения следует осуществлять пассивными мерами со стороны пользователя. То, какие меры необходимы, и необходимы ли они вообще, зависит от класса лазера. Классификация изложена в DIN/EN 60 825-1 VDE 0837. В целом можно исходить из того, что для классов лазера 1...2 не требуется никаких особых защитных мер. Начиная с класса лазера 3 необходимы специальные меры, такие как защитные очки, аварийный выключатель, ограждения, использование соответственно обученного персонала и системы предупреждения на производстве. Даже если не предусмотрено специальных мер защиты, следует избегать прямого контакта глаз с лазерным лучом.

Лазерные лучи

Используемые в контрольно-измерительных приборах источники лазерного излучения подразделяются на различные технические классы. В зависимости от плотности выделяемой энергии при работе с такими устройствами необходимо использовать соответствующие средства индивидуальной защиты. Защитные средства подразделяются в зависимости от класса лазера. При работе с лазером *незначительной мощности* (класс лазера 1) ***строго запрещено направлять лазер на людей и животных или смотреть невооруженным глазом на источник лазерного излучения.***

Следует соблюдать меры предосторожности, изложенные в инструкции по технике безопасности:

- не следует смотреть на прямые отражатели, запрещено также и с помощью оптических инструментов;
- лазерное излучение должно проходить значительно ниже или выше, в любом случае не на уровне глаз;
- не направлять лазерный луч на людей или животных и не смотреть самому в лазерный луч, в том числе и с большого расстояния. Измери-

тельный инструмент создает лазерное излучение класса 2 или 3R согласно IEC 60825-1. Этим излучением можно непреднамеренно ослепить людей или повредить глаза;

- в случае попадания лазерного луча в глаз глаза нужно намеренно закрыть и немедленно отвернуться от луча;
- не применять лазерные очки в качестве защитных очков. Лазерные очки служат для лучшего распознавания лазерного луча, однако они не защищают от лазерного излучения;
- не применять лазерные очки в качестве солнечных очков или в уличном движении. Лазерные очки не дают полной защиты от ультрафиолетового излучения и ухудшают восприятие красок;
- не разрешать детям пользоваться лазерным измерительным инструментом без надзора. Они могут неумышленно ослепить людей;
- не работать с измерительным инструментом во взрывоопасной среде, поблизости от горючих жидкостей, газов и пыли. В измерительном инструменте могут образоваться искры, от которых может воспламениться пыль или пары.

Класс лазера 2

Эти лазеры не считаются опасными, если продолжительность облучения не более 0,25 с. Нельзя смотреть на луч дольше. Этот класс определен только в видимом диапазоне.

Специальные меры предосторожности:

При работе с лазерным оборудованием класса 2 нет никакой опасности для глаз, если лазерное излучение воздействует на глаза в течение периода времени, не превышающего 0,25 с. Поэтому лазерное оборудование класса 2 можно использовать без какой-либо особой предосторожности, нельзя только преднамеренно смотреть на луч (более 0,25 с) или несколько раз смотреть на луч или отраженное излучение лазера.



Класс лазерного излучения 2

Класс лазерного излучения измерительных инструментов.

Выходное лазерное излучение находится в пределах спектральной области (400 нм до 700 нм). Кратковременное излучение длительностью до 0,25 сек безопасно для глаз. При более долгом излучении глаза будут защищены естественным рефлексом смыкания век.

Класс лазера 3R

Лазерное оборудование класса 3R потенциально опасно для глаз. Риск повреждения глаз можно снизить ограничением допустимого уровня излучения (accessible emission limit – AEL) в видимых диапазонах волн до пятикратного значения AEL для класса 2 и ограничением AEL для всех других длин волн до пятикратного значения AEL для класса 1.

Специальные меры предосторожности:

При использовании луч должен прерываться в конце своего пути. Необходимо избегать случайного отражения. Однако нет никаких особых требований к средствам защиты глаз (то есть противолазерным очкам) или защитной одежде, вследствие того, что выходная мощность ограничена пятикратным размером допустимого уровня излучения для класса 2. Операторы и персонал по техобслуживанию и ремонту должны быть обучены работе с лазерным оборудованием.



Класс лазерного излучения 3R

Класс лазерного излучения измерительных инструментов.

Выходное лазерное излучение опасно для глаз.

Правила безопасной работы с лазерами приводятся в СанПиН 5804-91.

*Символические обозначения средств индивидуальной защиты по охране труда приведены в **приложении II**.*

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

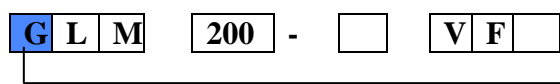
Расшифровка обозначений инструментов Bosch

Обозначение каждого инструмента состоит из буквенно-цифровой последовательности из трех или четырех групп, в котором отражены его вид, тип, параметры производительности, оснащение и дополнительное оснащение.

Разработчики компании разделили все инструменты Bosch на категории *потребителей*: для **профессионалов** и для **домашних мастеров**. Это определяется и **цветовой гаммой**.

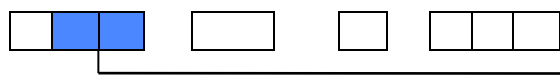
Профессиональный инструмент (синего цвета) – инструмент, который используется на производстве и рассчитан на большие нагрузки и на работу в более жестких условиях эксплуатации.

Пример:



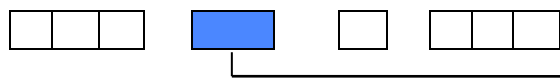
Вид инструмента (сфера применения):

G = Профессиональный электроинструмент
P = Электроинструмент для домашнего пользования



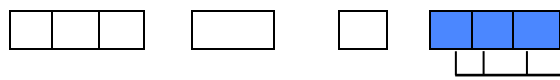
Тип инструмента:

LM = Дальномер



Технические данные (параметры):

GLM = максимальная дальность измерения (м)



Дополнительное оснащение (свойства):

C = Возможность соединения (Connectivity)
F = Встроенный прицел
H = Нивелирование в горизонтальной плоскости
L = Встроенный точечный лазер (в углемере)
V = Нивелирование в вертикальной плоскости
M =
P = Проекция линий в диапазоне 360°.

Вид инструмента (сфера применения)

G	Gewerbliches Elektrowerkzeug Профессиональный электроинструмент, Bosch синий
P	Heimwerkzeug (Profiwerkzeug) Электроинструмент для домашнего пользования, Bosch зеленый
A	Außenbereichswerkzeug, Gartenwerkzeug Инструменты для работ вне помещений, садовые инструменты
D, B	Измерительный инструмент

Тип инструмента

В названиях электроинструментов Bosch отображаются начальные буквы словосочетания названий инструментов на немецком языке.

AM		Угломер
BL	B au L aser	Строительный лазер
CL		Комбинированный (точечно-линейный) лазер
IM		Уровень (уклономер)
LL	L inien L aser	Линейный лазер
LM	L aser-Entfernungs M esser	Лазерный дальномер
MS	M ultidetektor S einer	Детектор
OL	O ptisches Nivelliergerät	Оптический нивелир
OS		Инспекционная камера
NM	N eigungs M esser	Уровень (уклономер)
PL	P unkt L aser	Точечный лазер
RL	R otations L aser	Ротационный лазер
SL		Линейный лазер для проверки ровности полов
TL		Линейный лазер для выравнивания керамической плитки
WM	W inkel M esser	Угломер
WM		Курвиметр

Технические данные (параметры производительности)

Для угломеров: GAM = Рабочий диапазон измерений (°).

DWM = Длина металлической полки (см).

Для строительных лазеров: BL = Рабочий диапазон с приемником (радиус), (м).

Для комбинированных (линейно-точечных) лазеров: GCL = Проекция – количество линий.

Для уровней (уклономеров): GIM = Длина уровня (см).

DNM = Длина уровня (см).

Для линейных лазеров: GLL = Проекция – количество линий.

Для лазерных дальномеров: GLM = Максимальная дальность (м).

Для детекторов: GMS = Максимальная глубина обнаружения стали (мм).

Для оптических нивелиров: GOL = Кратность увеличения оптической трубы.

Для инспекционной камеры: GOS = Напряжения питания (В).

Для точечных лазеров: GPL = Проекция – количество точек.

Для ротационных лазеров: GRL = Рабочий диапазон с приемником (диаметр), м


Для линейных лазеров для проверки ровности полов: GSL = Проекция – количество линий.

Для линейных лазеров для выравнивания керамической плитки: GTL = Проекция – количество линий.

Для курвиметров: GWM = Диаметр колеса (см).

Оснащение

Для линейных лазеров: GLL = Рабочий диапазон с приёмником (м).

	Сертификация по стандарту ISO Все указания по точности и диапазону действия сертифицированы согласно норме ISO 16331-1
---	---

Международный стандарт **ISO 16331-1:2012** *Оптика и оптические инструменты. Лабораторные методы испытаний геодезических и строительных инструментов. Часть 1. Рабочие характеристики ручных лазерных дальнометров*).

Стандарт ISO 16331-1 четко регламентирует, при каких условиях тестирования должны определяться диапазон действия и точность лазерного дальнометра.

Этот стандарт устанавливает единые параметры для всех: от фоновой подсветки и отражательных свойств до структуры поверхности целевого объекта. Благодаря этому инструменты различных марок могут объективно сопоставляться друг с другом. Вышеупомянутый стандарт описывает, в том числе на основании точных значений в килолюксах, как определять благоприятные и неблагоприятные условия измерений при использовании измерительной техники внутри и снаружи помещений. Он детально описывает специальные условия измерений (например, с использованием мишеней или естественных целей), которые знакомы каждому пользователю из практики.













Но прежде всего стандарт обеспечивает следующее: определение диапазона действия и точности измерений применимо не только к лабораторным условиям, но и к условиям ежедневной эксплуатации измерительной техники (например, к условиям стройплощадки).

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(справочное)

Расшифровка пиктограмм измерительных инструментов Bosch

	Класс лазерного излучения 2 635 нм, < 1 мВт Цветная лазерная линия - красная		Класс лазерного излучения 2 640 нм, < 1 мВт Цветная лазерная линия - красная
	Класс лазерного излучения 3R 635 нм, < 1 мВт Цветная лазерная линия - красная		Класс лазерного излучения 3R 532 нм, < 5 мВт Цветная лазерная линия - зеленая
	Литий-ионный аккумулятор Без саморазрядки. Без эффекта памяти.		Функция защиты от вибрации («Антишок») Не допускает ошибок при нивелировании в условиях наличия вибрации
	Встроенный прицел Для оптимальной видимости лазерной точки на расстоянии до 250 м		Уклономер 360° (Датчик наклона на 360°) Облегчает работу и расширяет возможности GLM 80/ GLM 100 C Professional
	Передача данных через Bluetooth		Выдвижной штифт С его помощью высокоточные измерения можно выполнять даже из труднодоступных мест (например, из углов)
	Поворот индикации на дисплее Удобное считывание показаний благодаря автоматическому повороту индикации на дисплее		Электронный датчик освещенности Определяет яркость наружного освещения и соответствующим образом адаптирует подсветку дисплея к ней
			ЖК-дисплей 2,7" с высоким разрешением
	Проекция – 2 линии		Проекция – 2 линии 360° (P)
	Проекция – 3 линии		Проекция – 3 линии 360° (P)
	Проекция – 3 точки		Проекция – 5 точек
	Максимальная глубина обнаружения стали		Максимальная глубина обнаружения меди
	Максимальная глубина обнаружения древесины		Максимальная глубина обнаружения электропроводки

 ALARM	Функция сигнализации для защиты от кражи	 CALIBRATION	Функция напоминания о необходимости калибровки
 CENTRE LINE	Функция Centre Line Автоматически центрирует лазерный луч по центру приемника и определяет значение угла наклона	 ± 500 m	Функция индикации относительной высоты
 100 mm		 ± 1/2/3 mm ± 5/7/10 mm	Настройка индикатора средней линии
 ± 10%		 ± 10%	
 SELF LEVELLING	Функция самонивелирования	 DISPLAY	
 + 50.0 - 50.0 mm		 IP 56	Степень защиты Защита от пыли и водяных брызг

Степень защиты IP для электрического оборудования и приборов

Под степенью защиты понимается способ защиты, проверяемый стандартными методами испытаний, который обеспечивается оболочкой от доступа к опасным частям (опасным токоведущим и опасным механическим частям), попадания внешних твёрдых предметов и (или) воды внутрь оболочки.

Маркировка степени защиты оболочки электрооборудования осуществляется при помощи международного знака защиты **IP** (International Protection) и двух цифр, первая из которых означает защиту от попадания твёрдых предметов, вторая – от проникновения воды.

Код имеет вид **IP XX**, где на позициях X находятся цифры, либо символ X, если степень не определена. За цифрами могут идти одна или две буквы, дающие вспомогательную информацию. Например, бытовая электрическая розетка может иметь степень защиты IP 22 – она защищена от проникновения пальцев и не может быть повреждена вертикально или почти вертикально капающей водой. Максимальная защита по этой классификации – IP 69: пыленепроницаемый прибор, выдерживающий длительное погружение в воду под давлением.

Первая цифра – защита от проникновения посторонних предметов

Первая характеристическая цифра указывает на степень защиты, обеспечиваемой оболочкой:

- людей от доступа к опасным частям, предотвращая или ограничивая проникновение внутрь оболочки какой-либо части тела или предмета, находящегося в руках у человека;
- оборудования, находящегося внутри оболочки, от проникновения внешних твёрдых предметов.


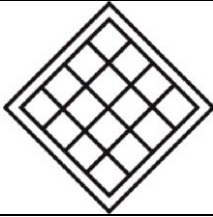






Уровень	Защита от посторонних предметов, имеющих диаметр	Описание
0	—	Нет защиты
1	Не менее 50 мм	Большие поверхности тела, нет защиты от сознательного контакта
2	Не менее 12,5 мм	Пальцы и подобные объекты
3	Не менее 2,5 мм	Инструменты, кабели и т. п.
4	Не менее 1 мм	Большинство проводов, болты и т. п.
5	Пылезащищённое	Некоторое количество пыли может проникать внутрь, однако это не нарушает работу устройства. Частичная защита от контакта
6	Пыленепроницаемое	Пыль не может попасть в устройство. Полная защита от контакта

Вторая цифра – защита от проникновения жидкости

Вторая характеристическая цифра указывает степень защиты оборудования от вредного воздействия воды, которую обеспечивает оболочка.

Уровень	Защита от	Описание
0	—	Нет защиты
1	Вертикальные капли	Вертикально капающая вода не должна нарушать работу устройства
2	Вертикальные капли под углом до 15°	Вертикально капающая вода не должна нарушать работу устройства, если его отклонить от рабочего положения на угол до 15°
3	Падающие брызги	Защита от дождя. Вода льётся вертикально или под углом до 60° к вертикали.
4	Брызги	Защита от брызг, падающих в любом направлении.
5	Струи	Защита от водяных струй с любого направления
6	Морские волны	Защита от морских волн или сильных водяных струй. Попавшая внутрь корпуса вода не должна нарушать работу устройства.
7	Кратковременное погружение на глубину до 1 м	При кратковременном погружении вода не попадает в количествах, нарушающих работу устройства. Постоянная работа в погружённом режиме не предполагается.
8	Длительное погружение на глубину более 1 м	Полная водонепроницаемость. Устройство может работать в погружённом режиме
9	Длительное погружение под давлением	Полная водонепроницаемость под давлением. Устройство может работать в погружённом режиме при высоком давлении жидкости.

Часто защита от попадания жидкостей автоматически обеспечивает защиту от проникновения. Например, устройство, имеющее защиту от жидкости на уровне 4 (прямое разбрызгивание) автоматически будет иметь защиту от попадания посторонних предметов на уровне 5.

	Вид защиты	Символ
IP 5	Защита от пыли	
IP 6	Пылестойкий (пыленепроницаемый)	
IP 31	Защита от капель воды	
IP 33	Защита от дождя	
IP 54	Защита от брызг	
IP 55	Защита от водяных струй	
IP 5X	Первая «5» означает защиту от пыли: «пыль, попавшая в корпус, не нарушает работу прибора», X обозначает, что прибор не проходил сертификацию на защиту от воды	
IP 67	Водонепроницаемый	
IP 68	Защита от воды под давлением (непроницаемый для воды под напором)	

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(справочное)

Технические характеристики лазерных дальномеров

Таблица В.1 – Технические характеристики лазерного дальномера GLM 30 Professional

Диапазон измерений, м	0,15-30
Точность измерения, мм	±2,0
Точка отсчёта	от основания дальномера
Единица измерения	метр
Наименьшее отображаемое значение, мм	1
Лазерный диод (тип лазера)	635 нм, < 1 мВт
Класс лазера	2
Диаметр лазерного луча (при 25 °С), приблизительно:	
– на расстоянии 10 м, мм	9
– на расстоянии 30 м, мм	27
Номинальное время измерения, с, менее	0,5
Максимальное время измерения, с	4
Источники питания (батарейки)	2 x 1,5 В LR03 (AAA)
Количество единичных измерений на комплект батарей	5 000
Продолжительность работы, час	2,5
Автоматическое отключение лазера приблизительно через, с	20
Автоматическое отключение измерительного инструмента (без измерения) приблизительно через, минут	5
Рабочая температура, °С	от -10 до +45
Температура хранения, °С	от -20 до +70
Относительная влажность воздуха, %, не более	90
Размеры (длина x ширина x высота), мм	105 x 41 x 24
Вес (включая батарейки), г	100
Степень защиты	IP 54

Таблица В.2 – Сравнительные характеристики лазерных дальномеров GLM 80 + R 60 Professional и GLM 100 C Professional

Лазерный дальномер	GLM 80 + R 60	GLM 100 C
Диапазон измерений, м	0,05-80	0,05-100
Точность измерения (стандартная), мм	±1,5	±1,5
Минимальная единица измерения, мм	0,1	0,1
Лазерный диод (тип лазера)	635 нм, < 1 мВт	635 нм, < 1 мВт
Класс лазера	2	2
Диаметр лазерного луча на расстоянии 10 м, мм	6	6
Косвенное измерение расстояния и уровень:		
Диапазон измерения, °	от -60 до +60	от -60 до +60
Измерение уклона (угла наклона) с направляющей шиной R 60 Professional:		
Диапазон измерения уклона по горизонтали, °	0-360 (4 x 90)	0-360 (4 x 90)
Точность измерения угла наклона (уклона), °	±0,2	±0,2
Минимальная единица измерения, °	0,1	0,1
Номинальное время измерения, с, менее	0,5	0,5
Максимальное время измерения, с	4	4
Источники питания (аккумулятор)	3,7 В Li-Ion (1,25 А·ч)	3,7 В Li-Ion (1,25 А·ч)
Время зарядки, час, приблизительно	3,0	3,0
Срок службы батарей (режим отдельных измерений)	25 000	25 000
Автоматика отключения, минут	5	5
Рабочая температура, °С	от -10 до +50	от -10 до +50
Температура хранения, °С	от -20 до +50	от -20 до +50
Допустимый диапазон температуры зарядки, °С	от +5 до +40	от +5 до +40
Относительная влажность воздуха, %, не более	90	90
Единицы измерения	м/см/мм	м/см/мм
Количество сохраненных значений + константа	20 + 1	50 + 1
Резьба штатива	1/4"	1/4"
Размеры (длина x ширина x высота), мм	111 x 51 x 30	111 x 51 x 30
Вес, г, приблизительно	140	140
Степень защиты	IP 54	IP 54
Передача данных	–	Bluetooth® Classic, Blue- tooth® Smart, USB 2.0
Устройства на платформе Android	–	смартфон с ОС Android версии 2.3.x и выше, планшет с ОС Android версии 3.x.x и выше
Устройства на платформе iOS	–	iPad (3-е поко- ление), iPad (4- е поколение), iPad mini, iPh- one 4S, iPhone 5

Таблица В.3 – Сравнительные характеристики лазерных дальномеров GLM 150 Professional и GLM 250 VF Professional

Лазерный дальномер	GLM 150	GLM 250 VF
Диапазон измерений, м	0,05-150	0,05-250
Точность измерения (стандартная), мм	±1,0	±1,0
Минимальная единица измерения, мм	0,1	0,1
Лазерный диод (тип лазера)	635 нм, < 1 мВт	635 нм, < 1 мВт
Класс лазера	2	2
Диаметр лазерного луча на расстоянии 10 м, мм	6	6
Диаметр лазерного луча на расстоянии 150 м, мм	90	90
Номинальное время измерения, с, менее	0,5	0,5
Максимальное время измерения, с	4	4
Источники питания (батарейки)	4 x 1,5 В LR03 (AAA)	4 x 1,5 В LR03 (AAA)
Срок службы батарей (режим отдельных измерений)	30 000	30 000
Автоматика отключения, минут	5	5
Рабочая температура, °С	от -10 до +50	от -10 до +50
Температура хранения, °С	от -20 до +70	от -20 до +70
Относительная влажность воздуха, %, не более	90	90
Единицы измерения	м/см/мм	м/см/мм
Количество сохраненных значений	30	30
Резьба штатива	1/4"	1/4"
Размеры (длина x ширина x высота), мм	120 x 66 x 37	120 x 66 x 37
Вес, г, приблизительно	240	240
Степень защиты	IP 54	IP 54

ПРИЛОЖЕНИЕ Г (справочное)

Технические характеристики принадлежностей к измерительным инструментам

Таблица Г.1 – Технические характеристики строительного штатива BS 150 Professional

Рабочая высота, см	52 - 147
Корпус из алюминия и пластика	серебристого/чёрного цвета
Количество ножек, шт.	3
Тип штативной головки	шаровой
Резьба штатива, дюймы	1/4
Вес, кг	1

Таблица Г.2 – Технические характеристики строительных штативов BT 160/170 HD Professional





	BT 160 Professional	BT 170 HD Professional
		
Материал	Алюминий	Алюминий
Минимальная высота, см	97	107
Максимальная высота, см	160	165
Тип площадки	плоская	плоская
Вес, кг	4,1	5,5
Резьба, дюймы	5/8» x 11	5/8» x 11
Применяемость	GPL 3; GPL 5; GLL 2-15; GLL 2-80 P; GLL 3-50; GLL 3-80 P; GRL 300 HV/HVG; GRL 400 H; GRL 500 H/HV; GOL 20 D; GOL 26 D	GPL 3; GPL 5; GLL 2-15; GLL 2-80 P; GLL 3-50; GLL 3-80 P; GRL 400 H; GRL 300 HV/HVG; GRL 500 H/HV; GOL 20 D; GOL 26 D
Применяемость с резьбовым переходником 5/8» – 1/4»	GLL 2-50; GLM 50; GLM 80; GLM 150; GLM 250 VF	GLL 2-50; GLM 50; GLM 80; GLM 150; GLM 250 VF

Таблица Г.3 – Технические характеристики измерительных реек GR 240 и GR 500 Professional

	GR 240 Professional	GR 500 Professional
		
Преимущества	<ul style="list-style-type: none"> • Для любых измерений высот над уровнем земли; • Прочный, высококачественный алюминиевый профиль; • Для использования даже в экстремальных условиях 	<ul style="list-style-type: none"> • Для любых измерений высот над уровнем земли; • Прочный, высококачественный алюминиевый профиль; • Для использования даже в экстремальных условиях
Материал	Алюминий	Алюминий
Длина, м	2,4	5,0
Количество секций	2	5
Единицы измерения	м/см	м/см
Применяемость	GRL 300 HV/HVG; GRL 400 H; GRL 500 H/HV; GOL 20 D; GOL 26 D; GLL 2-15; GLL 2-50; GLL 2-80 P; GLL 3-50; GLL 3-80 P;	GRL 300 HV/HVG; GRL 400 H; GRL 500 H/HV; GOL 20 D; GOL 26 D Professional

ПРИЛОЖЕНИЕ Д (справочное)

Технические характеристики оптических нивелиров

Таблица Д.1 – Сравнительные характеристики оптических нивелиров Bosch

Оптический нивелир	GOL 20 D	GOL 26 D	GOL 32 D
Горизонтальный круг, °	360	360	360
Дискретность отсчета горизонтального круга, °	1	1	1
Рабочий диапазон, м	60	100	120
Точность нивелирования по высоте при отдельном измерении, мм/м	3 / 30	1,6 / 30	1 / 30
Отклонение на 1 км при двойном нивелировании, мм	2,5	1,5	1,0
Точность круглого уровня	8' / 2 мм	8' / 2 мм	8' / 2 мм
Компенсатор			
- Рабочий диапазон компенсатора	±15'	±15'	±15'
- Магнитное демпфирование	•	•	•
Зрительная труба			
- Изображение	вертикальное	вертикальное	вертикальное
- Увеличение	20 х	26 х	32 х
- Угол поля зрения	1°30'	1°30'	1°30'
- Диаметр объектива, мм	36	36	36
- Минимальное фокусное расстояние, м	0,3	0,3	0,3
- Коэффициент умножения	100	100	100
Резьба крепления к штативу, дюймы	5/8	5/8	5/8
Рабочая температура, °С	от -10 до +50	от -10 до +50	от -10 до +50
Температура хранения, °С	от -20 до +70	от -20 до +70	от -20 до +70
Длина, мм	215	215	215
Ширина, мм	135	135	135
Высота, мм	145	145	145
Вес приблизительно, кг	1,7	1,7	1,7
Степень защиты	IP 54	IP 54	IP 54

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(справочное)

Технические характеристики лазерных нивелиров

Таблица Е.1 – Сравнительные характеристики точечных лазерных нивелиров
GPL 3 Professional и GPL 5 Professional

Точечный лазерный нивелир	GPL 3	GPL 5
Тип лазера (лазерный диод)	635 нм, < 1 мВт	635 нм, < 1 мВт
Класс лазерного излучения	2	2
Диаметр луча на выходе, мм	5	5
Диапазон самонивелирования:		
– по продольной оси, °	±5	±5
– по поперечной оси, °	±3	±3
Время нивелирования не более, с	4	4
Источники питания (батарейки)	3 батареи 1,5 В LR6 (AA)	3 батареи 1,5 В LR6 (AA)
Время работы, час, макс.	24	24
Рабочий диапазон, м	30	30
Точность нивелирования, мм/м	±0,3	±0,3
Продолжительность работы, макс. час	24	24
Резьба под штатив	1/4", 5/8"	1/4", 5/8"
Рабочая температура, °С	-10 ... +50	-10 ... +50
Температура хранения, °С	-20 ... +70	-20 ... +70
Относительная влажность воздуха не более, %	90	90
Длина, мм	104	104
Ширина, мм	40	40
Высота, мм	80	80
Вес (с батарейками) приблизительно, кг	0,25	0,25
Проекция	3 точки	5 точек
Степень защиты	IP 5X	IP 5X

Таблица Е.2 – Сравнительные характеристики ротационных лазерных нивелиров

Строительный лазер	GRL 300 HV	GRL 300 HVG	GRL 400 H
Рабочий диапазон (радиус) ¹⁾ приблизительно			
без лазерного приемника, м	30	50	10
с лазерным приемником, м	150	150	200
Точность нивелирования, мм/м ^{1) 2)}	±0,1	±0,1	±0,08
Типичный диапазон автоматического нивелирования, ° (%)	±5 (±8)	±5 (±8)	±5 (±8)
Типичное время нивелирования, с	15	15	15
Скорость вращения, мин ⁻¹	150/300/600	150/300/600	600
Угол раствора в линейном режиме, °	10/25/50	10/25/50	
Рабочая температура, °С	от -10 до +50	от 0 до +40	от -10 до +50
Температура хранения, °С	от -20 до +70	от -20 до +70	от -20 до +70
Относительная влажность воздуха, %, не более	90	90	90
Класс лазера	3R	3R	2
Тип лазера (лазерный диод)	635 нм, <5 мВт	532 нм, <5 мВт	635 нм, < 1 мВт
Диаметр лазерного луча у отверстия выхода, мм, приблизительно ¹⁾	5	5	5
Цвет лазерного луча	красный	зеленый	красный
Гнездо под штатив (горизонтальное)	5/8" - 11	5/8" - 11	5/8" - 11
Аккумуляторные батареи (NiMH)	2x1,2 В HR20 (D) (9 А·ч)	2x1,2 В HR20 (D) (9 А·ч)	2x1,2 В HR20 (D) (9 А·ч)
Батареи (щелочные)	2 x 1,5 В LR20 (D)	2 x 1,5 В LR20 (D)	2 x 1,5 В LR20 (D)
Продолжительность работы, приблизительно			
Аккумуляторные батареи (NiMH), ч	30	20	30
Батареи (щелочные), ч	50	30	50
Вес, кг	1,8	1,8	1,8
Размеры (длина x ширина x высота), мм	190 x 180 x 170	190 x 180 x 170	183 x 170 x 188
Степень защиты	IP 54	IP 54	IP 56
¹⁾ при 20 °С; ²⁾ вдоль осей.			

Таблица Е.3 – Сравнительные характеристики лазерных приёмников

	LR 1	LR 1 G
Принимаемая длина волны, нм	635 - 650	532 - 535
Рабочий диапазон (дальность действия) со строительным лазером, м	0-200	150
- GRL 300 HV / GRL 300 HVG, м	150	150
- GRL 400 H, м	400	-
Угол приема, °	120	120
Принимаемая скорость вращения, мин ⁻¹ , не менее	200	200
Точность измерения		
- «точная» настройка, мм	±1	±1
- «средняя» настройка, мм	±3	±3
Рабочая температура, °С	-10 ... +50	-10 ... +50
Температура хранения, °С	-20 ... +70	-20 ... +70
Батареи (источники питания), блок	1 x 9 В 6LR61	1 x 9 В 6LR61
Продолжительность работы, ч	50	50
Степень защиты	IP 65	IP 65
Вес, кг, приблизительно	0,36	0,36
Длина, мм	145	145
Ширина, мм	75	75
Высота, мм	30	30

Таблица Е.4 – Сравнительные характеристики: GRL 500 H и GRL 500 HV Professional

	GRL 500 H	GRL 500 HV
Рабочий диапазон (диаметр) с приемником, м	500	500
Рабочий диапазон (диаметр) без приемника, м	20	20
Точность нивелирования по горизонтали, мм/м	± 0,05	± 0,05
Точность нивелирования по вертикали, мм/м	-	± 0,1
Диапазон самонивелирования, ° (%)	± 5,7 (10)	± 5,7 (10)
Класс лазера	2	2
Тип лазера (лазерный диод)	635 нм, < 1 мВт	635 нм, < 1 мВт
Диаметр лазерного луча у отверстия выхода, мм	5	5
Цветная лазерная линия	красный	красный
Проекция	1 линии 360°	1 линии 360°
Рабочая температура, °С	от -10 до +50	от -10 до +50
Температура хранения, °С	от -20 до +70	от -20 до +70
Относительная влажность воздуха, %, не более	90	90
Время нивелирования, с	15	15
Скорость вращения, об/мин	600	600
Резьба для штатива	1 x 5/8"	2 x 5/8"
Источники питания	4 x 7,4 V Li-Ion	4 x 7,4 V Li-Ion
Ёмкость аккумулятора, А·ч	3,0	3,0
Продолжительность работы, часов, максимальная	25	25
Длина, мм	234	234
Ширина, мм	217	217
Высота, мм	194	194
Вес, кг, приблизительно	2,3	2,3
Степень защиты	IP 56	IP 56

Таблица Е.5 –Технические характеристики лазерного приемника/пульта дистанционного управления LR 50 Professional

Принимаемая длина волны, нм	625 - 645
Рабочий диапазон (радиус):	250
– Лазерный приемник со строительным лазером, м	150
– Пульт дистанционного управления, м	70 (35)
Угол приема, °	± 0,05
Точность измерения:	± 1 ± 2
– «точная» настройка, мм	± 3 ± 5
– «средняя» настройка, мм	± 7 ±10
– «грубая» настройка, мм	62 x 31
Размер дисплея, мм	100 x 18
Рабочая поверхность, мм	от -10 до +50
Рабочая температура, °С	от -20 до +70
Температура хранения, °С	90
Относительная влажность воздуха, %, не более	2000
Максимальная высота применения над реперной высотой, м	0 - 150
Тревожная сигнализация для защиты от кражи, м	
Настройка активации режима ожидания:	•
– кнопки не нажимаются на протяжении более 30 минут	•
– луч лазера не принимается на протяжении более 30 минут	•
Индикатор интервала калибровки	2 x 7,4 V Li-Ion
Источники питания	1,0
Ёмкость аккумулятора, А·ч	25
Продолжительность работы, часов, максимальная	152
Длина, мм	77
Ширина, мм	32
Высота, мм	0,3
Вес, кг	IP 56
Степень защиты	

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж (справочное)

Технические характеристики электронных теодолитов

Таблица Ж.1 – Сравнительные характеристики электронных теодолитов
GCT/berger DGT2 и DGT10

	DGT 2	DGT 10
Взятие отсчетов	электронно	электронно
Точность измерения горизонтальных углов	2"	5"
Точность измерения вертикальных углов	2"	5"
Увеличение зрительной трубы, крат.	30 х	30 х
Диаметр объектива, мм	45	45
Изображение	прямое	прямое
Угол поля зрения (зона видимости)	1°30'	1°30'
Минимальное расстояние визирования (минимальная дальность до цели), м	1,3	1,3
Разрешающая способность	2,5"	2,5"
Деление окружности	360°/400	360°/400
Центрир	оптический 3х	оптический 3х
Соединительная резьба штатива	5/8"–11	5/8"–11
Компенсатор	есть	нет
Диапазон работы компенсатора	4'	нет
Цена деления отсчетного микроскопа	нет	нет
Коэффициент дальномера	100	100
Постоянное слагаемое	0	0
Подсветка	дисплей и окуляр	дисплей и окуляр
Специальные устройства	оптический центрир	оптический центрир
Диапазон рабочих температур, °С	от –20 до +50	от –20 до +50
Питание	4 батареи типа АА (1,5 В)	4 батареи типа АА (1,5 В)
Степень защиты	IP 54	IP 54
Размеры, мм	145 х 200 х 300	145 х 200 х 300
Масса, кг	4,8	4,5

ПРИЛОЖЕНИЕ И

(справочное)

Символические обозначения средств индивидуальной защиты по охране труда

	Используйте защитные очки!		Используйте противопылевой респиратор!
	Применяйте средства защиты органов слуха. Воздействие шума может привести к потере слуха		Используйте защитные перчатки!
	Используйте защитную обувь!		Защитите себя!
	Выньте вилку из розетки!		Беспроводной инструмент (аккумуляторный инструмент / без электрической сети)
	Лазерное излучение Не смотрите прямо на лазерный луч через оптические приспособления		

Список литературы

1. Куликов О.Н. Охрана труда в строительстве : учебник / О.Н. Куликов, Е.И. Ролин. – 9-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 416 с.
2. Минько В.М. Охрана труда в строительстве : учеб. пособие / В.М. Минько, Н.В. Погожаева. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 208 с.
3. Программный каталог 2013. Профессиональные принадлежности. – Германия, 2013. – 916 с.
4. Профессиональный электроинструмент. Каталог 2013/2014. – ООО «Роберт Бош». – Германия, 2013. – 418 с.
5. Электроинструменты и их применение: 1500 вопросов и ответов. – Германия: Технический институт профессионально-технической подготовки и повышение профессиональной квалификации, 2005. – 448 с.
6. Энциклопедия электроинструментов. – Германия: «Сейлз Консалтинг Трейнинг», 2001. – 1136 с.
7. <http://www.Bosch-pt.com/ru/ru/> – Официальный сайт фирмы BOSCH. Режим доступа: свободный.
8. <http://www.Bosch-pt.com/de/de/> – Официальный сайт фирмы BOSCH (на немецком языке). Режим доступа: свободный.
9. <http://toolbook.ru/> – Вся информация об инструментах. Режим доступа: свободный.