

Стандарт организации

Система измерений в строительстве

**ИЗМЕРЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЗДАНИЙ И
СООРУЖЕНИЙ И КОНТРОЛЬ ИХ ТОЧНОСТИ**

СТО НОСТРОЙ 37 - 2013

Окончательная редакция

Фонд
«Технического нормирования строительства»

Москва 2013

Предисловие

- | | |
|------------------------------------|--|
| 1 РАЗРАБОТАН | Фондом «Технического нормирования строительства» |
| 2 ПРЕДСТАВЛЕН НА
УТВЕРЖДЕНИЕ | Комитетом по промышленному строительству
Национального объединения строителей, протокол от
12 декабря 2012 года № 20 |
| 3 УТВЕРЖДЁН И
ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ | Решением Совета Национального объединения
строителей от _____ № ____ |
| 4 ВВЕДЕН | ВПЕРВЫЕ |

© Национальное объединение строителей, 2013

*Распространение настоящего стандарта осуществляется в соответствии
с действующим законодательством и с соблюдением правил,
установленных Национальным объединением строителей*

Содержание

	Введение	III
1	Область применения.....	1
2	Нормативные ссылки.....	2
3	Термины и определения	5
4	Принятые сокращения и обозначения.....	10
5	Геометрические параметры зданий и сооружений. Виды измерений.....	15
5.1	Характеристики точности геометрических параметров строящихся зданий и сооружений.....	15
5.2	Измерения по контролю точности геометрических параметров при выполнении видов строительных работ на этапах строительства...	19
5.3	Схемы геометрических параметров их отклонений подлежащих контролю на основе измерений при строительстве зданий и сооружений.....	26
6	Обеспечение точности измерений геометрических параметров зданий и сооружений.....	33
6.1	Требования по организации обеспечения точности измерений.....	33
6.2	Требования выбору средств, методик измерений, применяемых для измерения геометрических параметров.....	38
6.3	Условия измерения геометрических параметров зданий и сооружений.....	39
6.4	Требования к организации процесса измерения и применение характеристик качества измерений при контроле точности геометрического параметра при строящихся зданиях и сооружениях.....	41
7	Правила выполнения измерений.....	44
7.1	Требования к выбору схем и методов измерения.....	44
7.2	Схемы и методы измерения линейных величин геометрических	45

	параметров зданий и сооружений.....	
7.3	Схемы и методы измерения угловых величин геометрических параметров зданий и сооружений.....	52
7.4	Схемы и методы измерения линейных и угловых величин геометрических параметров зданий и сооружений.....	55
7.5	Схемы и методы измерения линейных величин превышений между точками, отклонений точек конструкций зданий и сооружений....	56
7.6	Схемы и методы измерения линейных величины отклонения от вертикальности конструкций, зданий и сооружений.....	58
7.7	Схемы и методы измерения величины отклонений от заданного уклона, отклонений от прямолинейности, отклонений в вертикальном сечении, отклонений от плоскостности поверхностей, отклонений от формы заданного профиля, поверхности и конструкций, технологического оборудования, линейных зданий и сооружений...	61
7.8	Схемы и методы измерения линейных и угловых размеров, отклонений в плане и высоте профиля, формы и взаимного положения поверхностей деталей, изделий, конструкций и технологической оснастки, изготавливаемых при производстве СМР непосредственно на монтажном горизонте, строительных площадках зданий и сооружений.....	65
7.9	Требования к местам, контрольным точкам, сечениям используемым при измерении длины, ширины, толщины, диаметра, угловым размерам, а также их отклонениям.....	76
8	Геодезический контроль точности геометрических параметров зданий и сооружений.....	77
8.1	Организация геодезического контроля.....	77
8.2	Требования к точности измерений методам контроля выполняемых при геодезическом контроле геометрических параметров зданий...	79
8.3	Содержание и проведение геодезического контроля геометриче-	

	ских параметров зданий и сооружений	80
9	Регистрация, обработка и формы представления результатов измерений	82
	9.1 Обработка результатов многократных измерений.....	82
	9.2 Формы представления результата измерения.....	83
10	Оценка соответствия точности измерений.....	86
11	Использование характеристик точности измерений при оценке соответствия геометрических параметров зданий и сооружений требованиям проектной документации.....	88
Приложение А	(рекомендуемое) Методика измерения условных горизонтальных координат контрольных точек разбивочных осей и их отклонений от проектных требований на исходном и монтажных горизонтах электронным тахеометром с пунктов внешней и внутренней разбивочных сетей при возведении зданий и сооружений.....	90
Приложение Б	(рекомендуемое) Методика измерения горизонтальных и вертикальных условных координат контрольных точек разбивочных вертикальных осей теодолитом и нивелиром при возведении зданий и сооружений.....	107
Приложение В	(рекомендуемое) Методика измерения теодолитом отклонений от вертикали строительных конструкций и элементов зданий и сооружений	123
Приложение Г	(рекомендуемое) Характеристики точности геометрических параметров зданий и сооружений.....	133
Приложение Д	(рекомендуемое) Определение точности измерений при многократных прямых измерениях.....	137
Приложение Е	(рекомендуемое) Определение характеристик качества измерений в полевых условиях для нивелира.....	144
Приложение Ж	(рекомендуемое) Введение поправок относительно условий измерения.....	158
Приложение И	(справочное) Примерные схемы построения внешней раз-	

	бивочной сети здания, сооружения.....	162
Приложение К	(рекомендуемое) Форма технического задания на разработку проекта производства геодезических работ.....	163
Приложение Л	(справочное) Значения предельных погрешностей построения межосевых размеров большепролётных промышленных сооружений.....	166
Приложение М	(рекомендуемое) Порядок назначения методов контроля геометрических параметров зданий и сооружений.....	168
Приложение Н	(рекомендуемое) Общие правила составления разделов ППР и ППГР по геодезическому контролю точности геометрических параметров.....	174
Приложение П	(рекомендуемое) Общие правила проведения геодезической исполнительной съёмки строящегося здания или сооружения и регистрации её результатов.....	181
Библиография.....		199

Введение

Настоящий стандарт разработан в соответствии с Программой стандартизации Национального объединения строителей.

Целью разработки стандарта является реализация в Национальном объединении строителей положений и требований Градостроительного кодекса Российской Федерации, Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», Федерального закона от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», Федерального закона от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» и иных законодательных и нормативных актов, действующих в области капитального строительства, реконструкции, капитального ремонта для обеспечения качества, в том числе безопасности зданий и сооружений.

При разработке стандарта использованы стандарты ГОСТ 21778-81 «Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Основные положения», ГОСТ 21779-82 «Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Технологические допуски», ГОСТ 26433.0-85 «Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Общие положения», ГОСТ Р ИСО 17123-1-2011 «Государственная система обеспечения единства измерений. Оптика и оптические приборы. Методики полевых испытаний геодезических и топографических приборов. Часть 1. Теория», ГОСТ Р 8.563-2009 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений», СП 126.13330.2012 «Геодезические работы в строительстве».

Стандарт устанавливает требования к точности и характеристикам точности геометрических параметров зданий и сооружений, требования к обеспечению точности измерений. Требования стандарта применяются при разработке ППР и ППГР, измерениях в процессе строительства, использовании характеристик качества результатов измерений при оценке соответствия геометрических параметров зданий и сооружений требованиям проекта.

Стандарт содержит три методики измерения широко применяемых во всех видах строительных работ при возведении зданий и сооружений. Данные методики прошли метрологическую аттестацию в головной организации, закрепленной за строительной отраслью ФГУП ВНИИФТРИ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.

1. Методика измерения условных горизонтальных координат контрольных точек разбивочных осей и их отклонений от проектных требований на исходном и монтажных горизонтах электронным тахеометром с пунктов внешней и внутренней разбивочных сетей при возведении зданий и сооружений.

Свидетельство об аттестации методики измерений № 213.00294-2010/2012, шифр бланка С 0000912

2. Методика измерения горизонтальных и вертикальных условных координат контрольных точек разбивочных вертикальных осей теодолитом и нивелиром при возведении зданий и сооружений.

Свидетельство об аттестации методики измерений № 214.00294-2010/2012, шифр бланка С 0000911

3. Методика измерения теодолитом отклонений от вертикали строительных конструкций и элементов зданий и сооружений.

Свидетельство об аттестации методики измерений № 215.00294-2010/2012, шифр бланка С 0000909

Авторский коллектив: *Шляпников А.А. (руководитель темы, Фонд «Технического нормирования строительства»), канд. техн. наук, начальник отдела ОАО «КБ высотных и подземных сооружений» Шойхет Г.Б., доктор техн. наук, профессор ВлГУ Татмышевский К.В., канд. техн. наук, профессор МГСУ Рубцов И.В., канд. техн. наук, профессор МГСУ Ранов И.И., канд. техн. наук Назаров И.А., канд. техн. наук, доцент МГСУ Симонян В.В., канд. техн. наук, доцент МГСУ Лабузнов А.В., доцент МГСУ Варламов С.К., главный специалист ФТНС Лифанова Т.А., главный специалист ФТНС Саяпова М.В.*

СТАНДАРТ НАЦИОНАЛЬНОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ СТРОИТЕЛЕЙ

Система измерений в строительстве

ИЗМЕРЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ И КОНТРОЛЬ ИХ ТОЧНОСТИ

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт распространяется на измерения геометрических параметров зданий и сооружений при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте зданий и сооружений промышленного и непромышленного назначения.

1.2 Стандарт устанавливает правила, методики выполнения измерения, основные характеристики точности измерений, а также требования по организации, проведению и регистрации результатов измерений.

1.3 Требования стандарта не распространяются на измерения геометрических параметров изделий, конструкций, элементов, блоков, модулей, поступающих по договорам поставки. При входном контроле измерения проводятся в соответствии с ГОСТ, ГОСТ Р, ОСТ, ТУ, устанавливающими требования к их производству и приемке.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты и своды правил:

ГОСТ 8.207-76 Государственная система обеспечения единства измерений. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения

ГОСТ 8.417-2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин

ГОСТ Р 8.563-2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений

ГОСТ 427-75 Линейки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 3749-77 Угольники поверочные 90°. Технические условия

ГОСТ 5378-88 Угломеры с нониусом. Технические условия

ГОСТ 7502-98 Рулетки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 7948-80 Отвесы стальные строительные. Технические условия

ГОСТ 8026 Линейки поверочные. Технические условия

ГОСТ 9389-75 Проволока стальная углеродистая пружинная. Технические условия

ГОСТ 10528-90 Нивелиры. Общие технические условия

ГОСТ 10529-96 Теодолиты. Общие технические условия

ГОСТ 11158-83 Рейка нивелирная. Общие технические условия

ГОСТ 17435-72 Линейки чертежные. Технические условия

ГОСТ 18321-73 Статистический контроль качества. Методы случайного отбора выработок штучной продукции

ГОСТ 19223-90 Светодальномеры геодезические. Общие технические условия

ГОСТ 21.113-88 Обозначения характеристик точности

ГОСТ 21778-81 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Основные положения

ГОСТ 21779-82 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Технологические допуски

ГОСТ 22268-76 Геодезия. Термины и определения

ГОСТ 22845-85 Лифты электрические пассажирские и грузовые. Правила организации производства и приемки монтажных работ

ГОСТ 23615-79 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Статистический анализ точности

ГОСТ 23616-79 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Контроль точности

ГОСТ 26433.0-85 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Общие положения

ГОСТ 26433.1-89 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Элементы заводского изготовления

ГОСТ 26433.2-94 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений параметров зданий и сооружений

ГОСТ 24846-81 Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений

ГОСТ 26607-85 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Функциональные допуски

ГОСТ 51774-2001 Тахеометры электронные. Общие технические условия

ГОСТ Р ИСО 2859-1-2007 Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку

ГОСТ Р ИСО 3951-1-2007 Процедуры выборочного контроля по количественному признаку

ГОСТ Р ИСО 10576-1-2006 Статистические методы. Руководство по оценке соответствия установленным требованиям. Часть 1. Основные принципы

ГОСТ Р ИСО 17123-1-2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Оптика и оптические приборы. Методики полевых испытаний геодезических и топографических приборов. Часть 1. Теория

ГОСТ Р ИСО 17123-2-2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Оптика и оптические приборы. Методики полевых испытаний геодезических и топографических приборов. Часть 2. Нивелиры

ГОСТ Р ИСО 17123-3-2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Оптика и оптические приборы. Методики полевых испытаний геодезических и топографических приборов. Часть 3. Теодолиты

ГОСТ Р ИСО 17123-4-2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Оптика и оптические приборы. Методики полевых испытаний геодезических и топографических приборов. Часть 4. Электрооптические дальнометры (приборы EDM)

ГОСТ Р ИСО 17123-5-2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Оптика и оптические приборы. Методики полевых испытаний геодезических и топографических приборов. Часть 5. Электронные тахеометры

ГОСТ Р ИСО 17123-6-2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Оптика и оптические приборы. Методики полевых испытаний геодезических и топографических приборов. Часть 6. Вращающиеся лазеры

ГОСТ Р ИСО 17123-7-2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Оптика и оптические приборы. Методики полевых испытаний геодезических и топографических приборов. Часть 7. Оптические приборы для установки по отвесу

ГОСТ Р ИСО 17123-8-2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Оптика и оптические приборы. Методики полевых испытаний геодезических и топографических приборов. Часть 8. Полевые испытания GNSS –аппаратуры в режиме «Кинематика в реальном времени»

ГОСТ Р 51872-2002 Документация исполнительская геодезическая. Правила выполнения

СП 48.13330.2011 (СНиП 12-01-2004) Организация строительства

СП 126.13330.2012 (СНиП 3.01.03-84) Геодезические работы в строительстве

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов, классификаторов и сводов правил в информационной системе общего пользования – на официальных сайтах национального органа Российской Федерации по стандартизации и НОСТРОЙ в сети Интернет или его ежегодно издаваемым информационным указателям, опубликованным по состоянию на 1 января текущего года. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться новым (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины в соответствии с Градостроительным кодексом Российской Федерации [1], Федеральным законом «О техническом регулировании» [2], Федеральным законом «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [3], Федеральным законом «Об обеспечении единства измерений» [4], РМГ 29-99[5], РМГ 91-2009[6], ГОСТ 21778, ГОСТ 21779, ГОСТ 26433.0, ГОСТ 26433.2, а также следующие термины с соответствующими определениями и сокращениями:

3.1 верхнее предельное отклонение геометрического параметра (верхнее предельное отклонение размера): Алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным значениями геометрического параметра.

3.2 выброс: Элемент совокупности значений, который несовместим с остальными элементами данной совокупности.

3.3 геодезическое измерение при строительных работах: Измерение, выполняемое геодезическими средствами измерений, на строящемся объекте, направленное на определение условных координат или их отклонений установленных контрольных точек, отражающих положение строительной конструкции, строительного элемента или их частей, вертикальных и горизонтальных осей здания или сооружения в пространстве или на земле относительно положения заданного проектом.

3.4 геодезический контроль точности геометрических параметров зданий и сооружений: Определение отклонения действительного положения частей строительных конструкций, элементов, локальных частей зданий и сооружений и их геометрических параметров от требований проекта, на основе выполнения геодезических измерений при строительстве зданий и сооружений.

3.5 геометрический параметр: Линейная или угловая величина.

3.6 действительное значение геометрического параметра: Фактическое значение геометрического параметра, установленное в результате измерения с определённой точностью.

3.7 действительное отклонение геометрического параметра (действительное отклонение размера): Алгебраическая разность между действительным и номинальным значениями геометрического параметра.

3.8 допуск: Абсолютное значение разности предельных значений геометрического параметра.

3.9 измерение: Совокупность операций, выполняемых для определения количественного значения величины.

3.10 класс точности (в строительстве): Совокупность значений технологических допусков, зависящих от номинальных значений геометрических параметров.

3.11 контрольный пункт створа: Пункт, служащий для определения сдвигов наблюдаемых точек в направлении, перпендикулярном створу.

3.12 методика (метод) измерений: Совокупность конкретно описанных операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленными показателями точности измерения.

3.13 неопределенность (измерений): Параметр, связанный с результатом измерений и характеризующий рассеяние значений, которые могли бы быть обоснованно приписаны измеряемой величине.

Примечание – В качестве характеристик качества измерений в 1993 году международные организации по стандартизации и метрологии приняли решение о применении для оценки точности понятия неопределенности:

– стандартная неопределенность результата измерения U_A , оцениваемая по типу A , эквивалентная среднеквадратической погрешности измерения, отражающая уровень случайной погрешности измерения (характеризует прецизионность измерения);

– стандартная неопределенность результата измерения U_B , оцениваемая по типу B , отражающая уровень неисключённой систематической погрешности (НСП) измерения (характеризует правильность измерения);

– суммарная стандартная неопределенность результата измерения U_C является стандартной неопределённостью результата измерения, полученного на основе значений других величин, равная положительному квадратному корню суммы членов, которыми могут быть дисперсии или ковариации этих других величин, взятые с весами, характеризующими изменение результата измерений под воздействием изменений этих величин;

– расширенная неопределенность U - это величина характеризующая интервал вокруг результата измерения, в пределах которого находится большая часть распределения значений, которые могли бы быть приписаны измеряемой величине.

3.14 нижнее предельное отклонение геометрического параметра (нижнее предельное отклонение размера): Алгебраическая разность между наименьшим предельным и номинальным значениями геометрического параметра.

3.15 номинальное значение геометрического параметра (номинальный размер для линейной величины): Значение геометрического параметра, заданное в проекте и являющееся началом отсчёта отклонений.

3.16 погрешность измерения: Результат измерения (измеренное значение величины) минус опорное значение величины.

3.17 поправка: Значение величины, вводимое в неисправленный результат измерения с целью исключения составляющих систематической погрешности.

Примечание – Знак поправки противоположен знаку погрешности. Значение величины поправки алгебраически суммируется с неисправленным результатом измерения. Значение величины принимают из свидетельств о поверке средства измерений, эксплуатационной документации на средство измерений, свидетельства об аттестации методики измерений.

3.18 правильность: Степень близости среднего значения, полученного на основании большой серии результатов измерений (или результатов испытаний) к принятому опорному значению.

3.19 предельные значения геометрического параметра (предельные размеры): Значения геометрического параметра, между которыми должны находиться его действительные значения с определённой вероятностью.

3.20 принятое опорное значение: Значение, которое служит в качестве согласованного для сравнения и получено как:

а) теоретическое или установленное значение, базирующееся на научных принципах;

б) приписанное или аттестованное значение, базирующееся на экспериментальных работах какой-либо национальной или международной организации;

в) согласованное или аттестованное значение, базирующееся на совместных экспериментальных работах под руководством научной или инженерной группы;

г) математическое ожидание измеряемой характеристики, то есть среднее значение заданной совокупности результатов измерений – лишь в случае, когда а), б), и в) недоступны.

3.21 разбивочная ось: Ось, по отношению к которой в разбивочных чертежах указываются данные для выноса в натуру осей сооружения или отдельных его частей.

Примечание – Линия разбивочной оси выносится в натуру на строительной площадке в соответствии с ППР или ППГР в границах двух створов, сохраняемых в порядке, принятом требованиями ППР.

3.22 разбивочная сеть: Геодезическая сеть, создаваемая для перенесения проекта в натуру

3.23 размер: Числовое значение линейной величины в выбранных единицах измерений.

3.24 редуцирование строительной сетки: Перемещение на местности пунктов строительной геодезической сетки в положение, заданное проектом.

3.25 результат измерений: Значение величины, полученное путем измерения.

Примечание – Измерение выполняется регламентированным методом.

3.26 репер: Знак пункта с известной абсолютной высотой – металлический диск с выступом (или отверстием – марка), закрепляемый в стенах долговременных сооружений, или бетонный монолит, заложенный в грунт.

3.27 систематическая погрешность измерения: Составляющая погрешности измерения, которая в повторных измерениях остается постоянной или изменяется предсказуемым образом.

Примечания

1 Опорным значением величины для систематической погрешности измерения является истинное значение величины или измеренное значение величины эталона с незначительной неопределенностью измерения, или приписанное (стандартизованное) значение величины.

2 Систематическая погрешность измерения и ее причины могут быть известны или неизвестны. Поправка может быть применена для компенсации известной систематической погрешности измерения.

3 Систематическая погрешность измерения равна погрешности измерения минус случайная погрешность измерения.

3.28 случайная погрешность измерения: Составляющая погрешности измерения, которая в повторных измерениях изменяется непредсказуемым образом.

Примечания

1 Опорным значением величины для случайной погрешности измерения является среднее значение, получаемое в результате бесконечного числа повторных измерений одной и той же измеряемой величины.

2 Случайная погрешность измерения ряда повторных измерений образует распределение, которое может быть подытожено его математическим ожиданием, обычно предполагаемым равным нулю, и его дисперсией.

3 Случайная погрешность измерения – погрешность измерения минус систематическая погрешность измерения.

3.29 створ: Вертикальная плоскость, проходящая через две данные точки.

3.30 строительная разбивочная сетка: Геодезическая сеть в виде системы квадратов или прямоугольников, ориентированных параллельно большинству разбивочных осей сооружений.

3.31 технологический допуск: Допуск геометрического параметра, устанавливающий точность выполнения соответствующего технологического процесса или операции.

3.32 точность измерений: Одна из характеристик качества измерения, отражающая близость к нулю погрешности результата измерения.

Примечание – Считают, что чем меньше погрешность измерения, тем больше его точность. Термин «точность», когда он относится к серии результатов измерений, включает сочетание случайных составляющих и общей систематической погрешности.

3.33 точность геометрического параметра: Степень приближения действительного значения геометрического параметра к его номинальному значению.

3.34 условные координаты точки здания, сооружения: Это целые числа, определяющие положение точки в пространстве или в плоскости, равные числовым значениям прямоугольных проекций на три взаимно перпендикулярные вертикальные и горизонтальные координационные оси, пересекающиеся в общей исходной точке, имеющей координаты по любому направлению в пространстве равные нулю. Одна из осей направлена вертикально.

Примечание – Каждая координационная ось является числовой осью, у которой значение единицы наименьшего разряда численно равно одному миллиметру. Номинальные числовые значения проекций относительно осей X, Y, Z для каждой контрольной точки установлены проектной документацией строящегося здания или сооружения. В координационных осях, образующих горизонтальную плоскость, строится внутренняя разбивочная сеть здания или сооружения.

4 Принятые сокращения и обозначения

4.1 В настоящем стандарте приняты следующие сокращения:

МИ – методика измерений;

НСП – неисключённая систематическая погрешность;

ППГР – проект производства геодезических работ;

ППР – проект производства работ;

СКО – среднее квадратическое отклонение;

СМР – строительно-монтажные работы;

СП – свод правил;

СПДС – система проектной документации в строительстве;

СТО – стандарт организации;

П – проект;

Р – рабочая документация;

4.2 В настоящем стандарте приняты обозначения согласно таблице 1.

Таблица 1 – Условные обозначения, принятые в настоящем стандарте

Условное обозначение	Содержание условного обозначения	Единица измерения
a_{1i}, a_{2i}	Отсчёты по шкале средства измерения при измерении высоты, длины полученных для начальной и конечной рисок	мм
a_i	Отсчёт по шкале рулетки, линейки, рейки, взятый по риску (ориентир) на конструкции, сетке нитей зрительной трубы, нитке или острию отвеса и другому отсчётному устройству	мм
a'_i	Отсчёты при повторном наблюдении	мм
\tilde{A} A	Результат многократных измерений Результат однократных измерений	для линейных величин -мм, для угловых величин ° ' "
x_i	Значение искомого размера геометрического параметра, определяемого в результате измерения;	мм
\bar{x}	Среднее арифметическое значение искомого размера геометрического параметра, определяемого в результате многократных измерений, результаты которых подчиняются нормальному закону распределения	мм
x_c	Значение геометрического параметра в середине допуска	мм
$x_{ном}, y_{ном},$ $z_{ном}, H_{ном},$ $h_{ном}, \alpha_{ном},$	Номинальные значения геометрических параметров, принятые в ППР	для линейных величин -мм, для угловых величин ° ' "

Продолжение таблицы 1

Условное обозначение	Содержание условного обозначения	Единица измерения
x_{min}, x_{max}	Расчетные предельные значения геометрических параметров, принятые в ППР	мм
H_i, h_i	Измеренное значение высотной отметки	мм
L_i, l_i	Измеренная длина отрезка прямой линии	мм
α_i, β_i	Измеренные горизонтальный и вертикальный углы соответственно	о, ' "
R_i, r_i	Измеренные значения радиусов геометрических параметров	мм
$\delta a_t, \delta a_p, \delta a_w,$ $\delta a_c, \delta a_l, \delta a_h,$ δa_r и т.д.	Поправки к наблюдениям, полученным при измерениях соответственно на: температуру, давление, влажность, скорость внешней среды, длину шкалы средства измерения, несовпадение направления линий измерения и измеряемого размера, рефракцию и т.д. согласно МИ	мм
$\delta x_{inf}, \delta x_{sup}$	Предельные отклонения, принятые в ППР	мм
δx_i	Действительное отклонение параметра x от его номинального значения $-x_{nom}$	мм
$\bar{\delta x}$	Среднее арифметическое значение действительных отклонений	мм
$\delta x, \delta y, \delta z,$ $\delta H, \delta h, \delta \alpha$	Отклонения от номинальных значений геометрического параметра, устанавливаемые проектом от середины допуска в ППР	для линейных величин -мм, для угловых величин о, ' "
Δx	Допуск измеряемого геометрического параметра, установленный нормативно-технической документацией на объект измерения	мм
Δx_{pr}	Предельная погрешность измерения, установленная в ППР для контролируемого геометрического параметра	мм
Δx_r	Расчетная суммарная погрешность принимаемого метода, МИ, определяемая при разработке ППР, ППГР	мм
$\Delta x_{r/i}$	Среднее значение каждой составляющей расчетной погрешности измерений	мм
r_s	Число составляющих случайных погрешностей	-
d_{Θ}	Число составляющих систематических погрешностей	-
K_t	Коэффициент обеспечения точности, зависящий от цели измерения и характера объекта	-
k	Поправочный коэффициент при суммировании НСП, определяемый принятой доверительной вероятностью P и числом m составляющих Θ_j	-
k_o	Коэффициент охвата	-

Продолжение таблицы 1

Условное обозначение	Содержание условного обозначения	Единица измерения
M	Число равноточных результатов наблюдений, выполняемых для предварительной оценки	-
m	Число наблюдений	-
t	Коэффициент Стьюдента	-
n	Число сечений или мест или число экспериментальных данных	-
$z_{P/2}$	Квантиль нормального распределения для доверительной вероятности P	-
x, y, z	Прямоугольные условные координаты	мм
$S(\tilde{A})$	СКО случайной погрешности результата измерения	для линейных величин -мм, для угловых величин о ' "
Θ	Границы неисключенной систематической погрешности	для линейных величин -мм, для угловых величин о ' "
$\Theta(P)$	Доверительные границы систематической погрешности измерений при симметричном распределении, для доверительной вероятности P	для линейных величин -мм, для угловых величин о ' "
$\Theta_{inf}, (P)$	Нижняя доверительная граница систематической погрешности результата измерения для доверительной вероятности P	для линейных величин -мм, для угловых величин о ' "
$\Theta_{sup}, (P)$	Верхняя доверительная граница систематической погрешности результата измерения для доверительной вероятности P	для линейных величин -мм, для угловых величин о ' "
$\varepsilon(P)$	Доверительные границы случайных погрешностей	для линейных величин -мм, для угловых величин о ' "
$\varepsilon_{inf}(P)$	Нижняя доверительная граница случайной погрешности результата измерения для доверительной вероятности P	для линейных величин - мм, для угловых величин о ' "

Окончание таблицы 1

Условное обозначение	Содержание условного обозначения	Единица измерения
$\varepsilon_{sup}(P)$	Верхняя доверительная граница случайной погрешности результата измерения для доверительной вероятности P	для линейных величин -мм, для угловых величин о ' "
$\Delta(P)$	Доверительные границы суммарной погрешности результата измерения для доверительной вероятности P	для линейных величин -мм, для угловых величин о ' "
u	Стандартная неопределенность измерений	для линейных величин -мм, для угловых величин о ' "
u_A	Стандартная неопределенность, оцениваемая по типу A	для линейных величин -мм, для угловых величин о ' "
u_B	Стандартная неопределенность, оцениваемая по типу B	для линейных величин -мм, для угловых величин о ' "
u_c	Суммарная стандартная неопределенность	для линейных величин -мм, для угловых величин о ' "
U	Расширенная неопределенность	для линейных величин -мм, для угловых величин о ' "
$U(P)$	Расширенная неопределенность для уровня доверия P	для линейных величин -мм, для угловых величин о ' "

5 Основные положения контроля точности геометрических параметров зданий и сооружений. Виды измерений

5.1 Характеристики точности геометрических параметров строящихся зданий и сооружений

5.1.1 Основные положения и требования к точности, характеристикам точности и обеспечения точности геометрических параметров на основе применения средств и методик измерений, необходимых для обеспечения безопасности строящихся зданий и сооружений, во исполнение ст. 53, 54 [1], ст. 38 [3] установлены в ГОСТ 21778, ГОСТ 21779, ГОСТ 26433.0, ГОСТ 26433.2.

5.1.2 Разработчику ППР следует устанавливать требования по точности для следующих геометрических параметров: линейных и угловых размеров, параллельности, перпендикулярности, наклона, вертикальности, горизонтальности, соосности, симметричности, совмещения ориентиров, совпадения поверхностей, прямолинейности, плоскостности, пропеллерности, круглости, цилиндричности, формы заданного профиля, формы заданной поверхности, руководствуясь требованиями ГОСТ 21779.

5.1.3 Точность геометрических параметров следует устанавливать посредством характеристик точности в соответствии с ГОСТ 21778. Предпочтительными характеристиками являются предельные отклонения относительно номинального значения параметра x .

5.1.4 Номенклатуру и конкретные значения технологических допусков по классам точности процессов и операций следует принимать по ГОСТ 21779, исходя из проектных решений и требований. Относительно технологических допусков подрядчику необходимо в ППР и ППГР, комплектах чертежей деталей конструкций из дерева, металла, железобетона устанавливать требования к:

- характеристикам точности выполнения разбивочных работ на исходном и монтажном горизонте;
- перечню геометрических параметров зданий и сооружений и смонтиро-

ванных строительных конструкций и элементов, их точности, методам и периодичности контроля;

- характеристикам точности технологических процессов по изготовлению и установке конструкций;

- технологическим средствам обеспечивающих точность геометрического параметра;

- применяемым средствам измерений, МИ, регистрации и обработке результатов измерений;

- оценке и признания соответствия фактического значения геометрического параметра, полученного на основе измерений, установленным требованиям к точности геометрического параметра.

В соответствии перечисленными требованиями к характеристикам точности для их контроля на этапах производства СМР при операционном и геодезическом контроле должны проводиться с необходимой точностью измерения приведённые в таблице 2 и по видам работ согласно таблице Н1 настоящего стандарта.

5.1.5 Точность геометрических параметров следует устанавливать посредством характеристик точности в соответствии с ГОСТ 21778. Предпочтительными характеристиками являются предельные отклонения относительно номинального значения параметра x .

5.1.6 Номенклатуру и конкретные значения технологических допусков по классам точности процессов и операций следует принимать по ГОСТ 21779, исходя из проектных решений и требований. Относительно технологических допусков подрядчику необходимо в ППР и ППГР, комплектах чертежей деталей конструкций из дерева, металла, железобетона.

Предельные отклонения, к которым не установлены требования ГОСТ 21779, устанавливаются разработчиком проекта в проектной документации в соответствии с пунктом 2.1 ГОСТ 2.113 и ГОСТ 21780.

Примечание – Предельные отклонения, как правило, не превышают или равны по абсолютной величине половине значения соответствующего функционального или техноло-

гического допуска, принятого в расчете точности. В обоснованных случаях, при необходимости частичной компенсации возрастающих во времени систематических погрешностей технологических процессов и операций, предельные отклонения могут устанавливаться несимметричными.

5.1.6.1 Технология изготовления конструкций, элементов и строительства зданий и сооружений должна соответствовать условиям, принятым при назначении точности геометрических параметров этих строительных конструкций и элементов.

5.1.6.2 На основе результатов операционного контроля точности геометрических параметров строительных конструкций, элементов, строящегося здания или сооружения следует осуществлять регулирование технологических процессов и операций для поддержания установленных проектом значений величины геометрических параметров в пределах принятых в ППР отклонений контролируемого геометрического параметра.

5.1.7 Соответствие размеров геометрических параметров зданий и сооружений требованиям проектной документации контролируют по результатам измерений, выполненных с необходимой точностью. При этом действительное значение величины геометрического параметра должно находиться в установленном допускаемом интервале значений данной величины относительно нормированного проектом значения геометрического параметра. Точность геометрического параметра считается достигнутой, если результат измерения данного параметра отвечает условиям (1) и (2)

$$x_{min} \leq x_i \leq x_{max}, \quad (1)$$

$$\delta x_{inf} \leq \delta x_i \leq \delta x_{sup}. \quad (2)$$

и требованиям к точности измерения согласно пункту 6.1 настоящего стандарта.

Примечание – При оценке соответствия геометрического параметра, размер которого по результатам измерений находится вблизи одной из границ допуска в интервале, не превышающем значения погрешности измерения, в ППР следует установить требование оценки соответствия по ГОСТ Р ИСО 10576, а также обоснованное требование по определе-

нию погрешности измерения для данных полевых условий на основе ГОСТ Р ИСО 17123 -1 по ГОСТ Р ИСО 17123-8.

Предельные отклонения, к которым не установлены требования ГОСТ 21779, устанавливаются разработчиком проекта в проектной документации в соответствии с пунктом 2.1 ГОСТ 2.113 и ГОСТ 21780.

Примечание – Предельные отклонения, как правило, не превышают или равны по абсолютной величине половине значения соответствующего функционального или технологического допуска, принятого разработчиком проекта в расчете точности геометрического параметра. В обоснованных случаях, для частичной компенсации возрастающих во времени систематических погрешностей технологических процессов и операций, предельные отклонения могут устанавливаться несимметричными.

5.1.7.1 Технология изготовления конструкций, элементов и строительства зданий и сооружений должна соответствовать условиям, принятым при назначении точности геометрических параметров этих строительных конструкций и элементов.

5.1.7.2 На основе результатов измерений при операционном контроле точности геометрических параметров строительных конструкций, элементов, строящегося здания или сооружения следует осуществлять регулирование технологических процессов и операций для поддержания установленных проектом значений величины геометрических параметров в пределах принятых в ППР отклонений контролируемого геометрического параметра.

5.1.8 Соответствие размеров геометрических параметров зданий и сооружений требованиям проектной документации контролируют по результатам измерений, выполненных с необходимой точностью. При этом действительное значение величины геометрического параметра должно находиться в установленном допускаемом интервале значений данной величины относительно нормированного проектом значения геометрического параметра, принимаемого за допуск. Точность геометрического параметра считается достигнутой, если результат измерения данного параметра отвечает условиям (1) и (2) и требованиям к точности измерения согласно пункту 6.1 настоящего стандарта.

Примечание – При оценке соответствия геометрического параметра, размер которого по результатам измерений находится вблизи одной из границ допуска в интервале, не превышающем значения погрешности измерения, в ППР следует установить требование оценки соответствия по ГОСТ Р ИСО 10576, а также обоснованное требование по определению погрешности измерения для данных полевых условий на основе ГОСТ Р ИСО 17123 -1 по ГОСТ Р ИСО 17123-8.

5.2 Измерения по контролю точности геометрических параметров при выполнении видов строительных работ на этапах строительства

5.2.1 Геометрические параметры зданий и сооружений представляются линейными и угловыми размерами, единицы измерений которых установлены Постановлением Правительства РФ «Об утверждении Положения о единицах величин, допускаемых к применению в Российской Федерации» [7] и ГОСТ 8.417.

5.2.2 При строительстве зданий и сооружений в соответствии с пунктом 5.7.5 СП 48.13330, пунктом Г.1 СП 126.13330 в ППР, следует устанавливать требования к составу работ по контролю точности геометрических параметров зданий и сооружений на основе измерений для:

- входного контроля с целью освидетельствования передаваемой заказчиком созданной геодезической разбивочной основы для строительства, включающей в себя линии застройки, передаваемую разбивочную сеть строительной площадки, применяемую для выноса в натуру основных или главных разбивочных осей зданий и сооружений, магистральных и внеплощадочных линейных сооружений, а также для монтажа технологического оборудования, выполненных на основе измерений по аттестованной МИ, приведённой в приложении А настоящего стандарта;

- разбивке внутриплощадочных (кроме магистральных) линейных сооружений или их частей, временных зданий (сооружений) с применением аттестованных МИ, рекомендованных в приложениями А, Б, В настоящего стандарта;

- созданию внутренней разбивочной сети здания (сооружения) на исходном и монтажном горизонтах

и разбивочной сети для монтажа технологического оборудования, а также производства детальных разбивочных работ, выполненных по аттестованным МИ, рекомендованных в приложениях А, Б настоящего стандарта;

– геодезическому контролю точности положения осей, конструкций, строительных элементов согласно перечню, принятому в ППР в соответствии с ГОСТ 26607, геометрических параметров зданий (сооружений) на основе измерений, выполненных по аттестованным МИ, рекомендованных в приложениях А, Б настоящего стандарта;

– геодезическим измерениям деформации оснований, конструкций зданий (сооружений) и их частей, если это предусмотрено проектной документацией, установлено авторским надзором или органами государственного надзора на основе измерений, выполненных по аттестованным МИ, рекомендованных в приложениях А, Б, В настоящего стандарта;

– контролю технологических процессов СМР, обеспечивающих достижение и сохранение проектных размеров геометрических параметров, а также состояние положения технологических устройств в течение технологического процесса на основе измерений, выполненных по аттестованным МИ, рекомендованных в приложениях А, Б, В настоящего стандарта;

– точности применяемых средств измерений или аттестованным МИ и форме регистрации наблюдений, получаемых при измерениях, их обработке и форме представления результатов измерений;

– порядку применения характеристик качества измерения при оценке соответствия размера геометрического параметра проектной документации на основе измерений, выполненных по МИ, рекомендованных в приложениях А, Б, В настоящего стандарта.

5.2.3 Требования к составу измерений при контроле точности геометрических параметров должны нормироваться строительным подрядчиком в ППР в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2– Состав работ по контролю точности геометрических параметров зданий и сооружений при строительстве на основе измерений

Этап производства СМР	Установление требований к геометрическим параметрам и их точности	Работы по измерениям геометрических параметров и контролю их точности относительно проектного положения	Регистрация и обработка результатов измерений	Оценка соответствия измеряемых величин
	В ППР или ППГР с учётом требований рабочей документации проекта (Р) устанавливают требования к средствам измерений, методикам измерений на основании расчета точности измерения.	Измерения при входном контроле координат построения строительной внешней разбивочной сети и её редуцирования, а также измерения при контроле установки створов разбивочных осей, в том числе на основе аттестованной методики измерений, принятой в ППР, ППГР, согласно рекомендуемой МИ приведенной в приложении А настоящего стандарта.	Записи в журнале геодезических работ и в электронную память прибора с последующей камеральной обработкой для получения координат пунктов и реперов, оценка точности измерений, с оформлением актов и отчетов	По результатам измерений оценка соответствия построения геодезической разбивочной сети с записью в акте приема-сдачи работ и в общем, специальном журналах производства работ
2 Земляные работы	1 Устанавливаются в ППР технологические допуски на отклонения геометрических параметров 2 В ППР, ППГР принимают требования к средствам измерений, МИ на основании расчета точности измерения	Измерения при установлении и контроле границ и формы котлована, передаче координат разбивочных осей на монтажный горизонт ниже точки нулевых работ и высотных отметок с измерением действительных отклонений от проектного положения на основе аттестованных методик измерений, принятых в ППР, ППГР, согласно рекомендуемых МИ приведенных в приложениях А, Б.	Запись в журнале геодезических работ и в электронную память прибора с последующей камеральной обработкой и получением координат точек относительно принятой строительной сетки или главных разбивочных осей, оценка точности измерения с оформлением актов и отчета	По результатам измерений контроль точности геометрического параметра здания и сооружения с последующей оценкой соответствия геометрического параметра требованиям по обеспечению безопасности с записью в акте приема-сдачи работ в общем и специальном журналах производства работ
3 Работы «нулевого» цикла (возведе-	1 Устанавливаются в ППР технологические допуски на отклонения	1 Измерения при: - выносе точек поворота, продольной оси каналов трубо-	Запись в журнале геодезических работ и в электронную	По результатам измерений контроль точности геометрического

Продолжение таблицы 2

Этап производства СМР	Установление требований к геометрическим параметрам и их точности	Работы по измерениям геометрических параметров и контролю их точности относительно проектного положения	Регистрация и обработка результатов измерений	Оценка соответствия измеряемых величин
<p>ние подземной части здания):</p> <p>а) геодезические работы при прокладке сетей инженерных коммуникаций</p> <p>б) геодезические работы при устройстве фундаментов и подвальной части</p>	<p>геометрических параметров.</p> <p>2 В ППГР с учётом требований РП устанавливаются требования к средствам и методам измерений на основании расчета точности измерения</p>	<p>проводов, кабеля;</p> <ul style="list-style-type: none"> - перенесении уклона дна траншеи; - разбивке и строительстве котлована, колодца; - при разбивке по высоте и уровню основания под укладку и укладку труб; - проверке прямолинейности оси трубопроводов, строительных конструкций в горизонтальной плоскости. <p>2 Измерения при определении действительных отклонений от проектных требований контрольных точек, осей, конструкций (исполнительная съёмка).</p> <p>3 Измерения при:</p> <ul style="list-style-type: none"> - детальной разбивке осей с закреплением их на выносках, створах, обносках; - закреплении строительных (рабочих) реперов; - передаче высотной отметки на рабочие репера; - нивелировании ряда блоков на монтажном горизонте; - проверке соосности, и вертикальности рядов укладываемых блоков; - выносе осей на фундамент; - контроле вертикальности положения опалубки. 	<p>память прибора с последующей обработкой и получением координат в принятой строительной сетке или главных разбивочных осей.</p> <p>Оценка точности измерения для последующего оформления отчета, согласно СП 4126.13330, исполнительных схем</p>	<p>параметра здания и сооружения с последующей оценкой соответствия геометрического параметра требованиям по обеспечению безопасности с записью в акте приема-сдачи работ и регистрации информации о протоколах измерений в общем и специальном журналах производства работ</p>

Продолжение таблицы 2

Этап производства СМР	Установление требований к геометрическим параметрам и их точности	Работы по измерениям геометрических параметров и контролю их точности относительно проектного положения	Регистрация и обработка результатов измерений	Оценка соответствия измеряемых величин
		<p>4 Измерение действительных отклонений конструкций от положений, заданных проектом.</p> <p>5 Все измерения выполняются на основе аттестованных методик измерений, принятых в ППР, ППГР, согласно рекомендуемых МИ приведённых в приложениях А, Б,В.</p>		
<p>Продолжение таблицы 2</p>	<p>1 Устанавливаются в ППР технологические допуски на отклонения геометрических параметров с учетом требований РП.</p> <p>2 В ППГР устанавливаются требования к средствам измерений, методикам измерений на основании расчета точности измерения</p>	<p>1 Измерения при: -создании внутренней разбивочной плановой сети здания (сооружения) на исходном горизонте и перенесении плановой и высотной сети здания на монтажный горизонт; - закреплении высотной и плановой разбивочной сети с установленной точностью; -при производстве детальных разбивочных работ на исходном и монтажном горизонтах.</p> <p>2 Контроль вертикальности элементов.</p> <p>3 Контроль планового положения монтируемых элементов, конструкций.</p> <p>4 Измерения выполняются на основе аттестованных методик измерений, принятых в ППР, ППГР, согласно рекомендуемых МИ приведённых в приложениях А, Б,В.</p>	<p>Запись в журнале геодезических работ и в электронную память прибора с последующей камеральной обработкой и получением координат относительно принятой строительной сетки разбивочных осей. Оценка точности измерений с оформлением журналов измерений и отчета для последующего оформления исполнительных схем (чертежей)</p>	<p>По результатам измерений контроль точности геометрического параметра здания и сооружения с последующей оценкой соответствия геометрического параметра требованиям по обеспечению безопасности с записью в акте приема-сдачи работ в общем и специальном журналах производства работ</p>
5 Монтаж	1 Устанавливаются	1 Измерения при:	Монтажный	Оценка соответ-

Этап производства СМР	Установление требований к геометрическим параметрам и их точности	Работы по измерениям геометрических параметров и контролю их точности относительно проектного положения	Регистрация и обработка результатов измерений	Оценка соответствия измеряемых величин
оборудования	<p>ся в ППР технологические допуски на отклонения геометрических параметров.</p> <p>2 В ППР устанавливают требования к средствам измерений, методикам измерений на основании расчета точности измерения</p>	<p>- нанесении с необходимой точностью установочных рисков, фиксирующих геометрические оси, высоты и центры симметрий монтируемых элементов, конструкций.</p> <p>2 Контроль планового положения монтируемых элементов оборудования и конструкций.</p> <p>3 Проверка горизонтальности плоскостей.</p> <p>4 Контроль планового положения монтируемых элементов оборудования и конструкций</p> <p>5 Измерения выполняются на основе аттестованных методик измерений принятых в ППР, ППГР, согласно рекомендуемых МИ приведенных в приложениях А, Б, В.</p>	<p>чертёж, схема исполнительной съемки фундаментов под оборудование и других опорных поверхностей; схема разбивочной сети на опорных поверхностях. По результатам измерений оценка точности измерений геометрического параметра здания</p>	<p>ствия геометрического параметра требованиям по обеспечению безопасности с записью в акте приема-сдачи работ и в общем и специальном журналах производства работ</p>
6Наблюдения за перемещениями и деформациями	<p>Рабочая программа проведения наблюдений, измерений. В рабочей программе приводятся части зданий и сооружений, за которыми будут проводиться наблюдения; расчетные значения деформаций для эксплуатируемых зданий - наличие трещин и места закладки маяков,</p>	<p>Измерения при:</p> <ul style="list-style-type: none"> - контроле геометрических параметров здания и сооружения, при мониторинге деформаций; -установлении опорных геодезических знаков высотной и плановой сети; - выполнении высотной и плановой привязки установленных геодезических знаков; - установке деформационных марок на зданиях и сооруже- 	<p>Ведение журнала измерений, обработка результатов измерений, оценка точности измерений, составление ведомостей осадок и деформаций по циклам измерений, графическое оформление, составление технического отчёта</p>	<p>Оценка деформаций, прогноз их дальнейшего развития. Рекомендации по обеспечению конструктивной безопасности</p>

Этап производства СМР	Установление требований к геометрическим параметрам и их точности	Работы по измерениям геометрических параметров и контролю их точности относительно проектного положения	Регистрация и обработка результатов измерений	Оценка соответствия измеряемых величин
	<p>сведения о наличии пунктов геодезической сети, а также знаков, данные о системе координат и высотных отметок, сведения о ранее выполненных работах по измерению деформаций и связь их с последующими работами, расчет точности измерений деформаций, методы измерений и порядок обработки результатов измерений. Схемы расположения деформационных знаков и опорных пунктов, их конструкции</p>	<p>ях; - циклических инструментальных измерениях величин вертикальных и горизонтальных перемещений и кренов. Измерения выполняются на основе аттестованных методик измерений, принятых в ППР, ППГР, согласно рекомендуемых МИ приведенных в приложениях А, Б.В.</p>		
<p>Примечание – Вместо полевых журналов и ведомостей вычисления координат и высот могут быть представлены распечатанные результаты измерений, выполненные электронными тахеометрами и цифровыми нивелирами, обработанные по встроенным в приборы специальным программам.</p>				

Перед передачей в строительное производство ППР и ППГР должны быть проверены на достаточность обязательных требований к точности геометрических параметров, их контролю и оценке их соответствия.

5.2.4 До начала выполнения измерительных работ на строительной площадке рабочие чертежи, используемые при строительстве, должны быть проверены на комплектность, взаимную увязку размеров, координат, отметок.

Примечание – Контроль точности геометрических параметров должен проводиться квалифицированными специалистами подрядчика и заказчика, знающих требования настоящего стандарта.

5.3 Схемы геометрических параметров их отклонений подлежащих контролю на основе измерений при строительстве зданий и сооружений

5.3.1 Для производства строительного-монтажных работ точность геометрических параметров зданий и сооружений, изготовленных на строительной площадке элементов и конструкций, а также формы и взаимное положение поверхностей в соответствии с ГОСТ 21779 должны устанавливаться размером и предельными отклонениями их линейных размеров (рисунок 1). Положения о характеристиках точности геометрических параметров зданий и сооружений приведены в приложении Г.

Геометрические параметры зданий и сооружений, к которым устанавливаются требования к точности размеров, а также допускаемые отклонения, являющиеся предметом измерения, следует характеризовать допусками прямолинейности, предельными отклонениями прямолинейности (рисунок 2), допусками плоскостности и предельными отклонениями от плоскостности (рисунок 3).

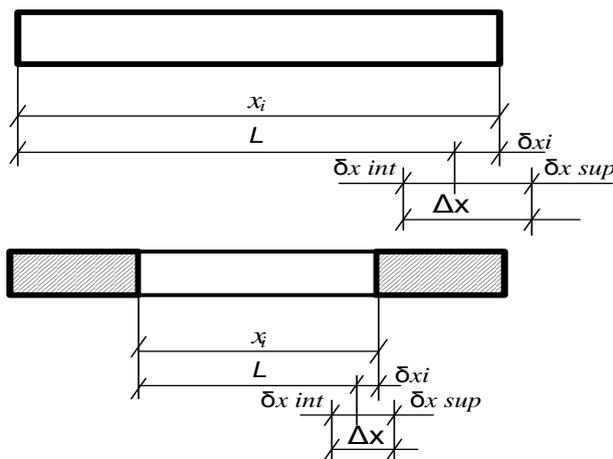
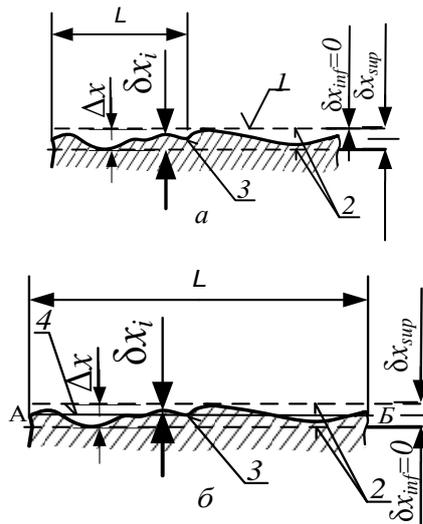


Рисунок 1 – Допуск и отклонение от линейных размеров элементов

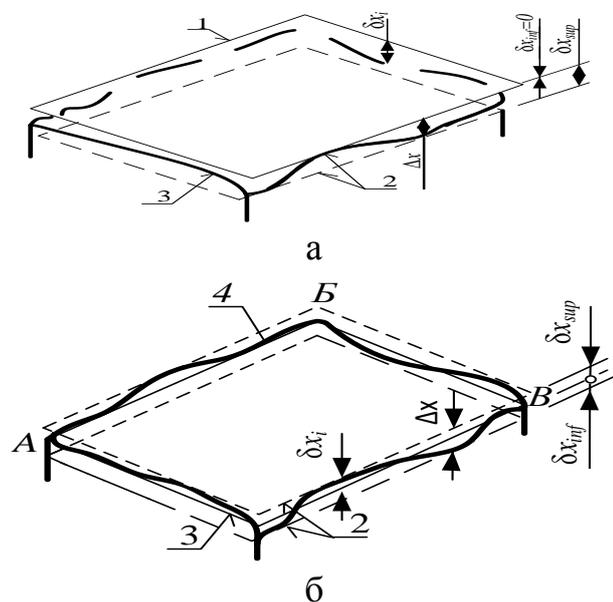
5.3.2 Допуски линейных размеров элементов должны устанавливать точность их изготовления по длине, ширине, высоте, толщине или диаметру, точность размеров и положения выступов, выемок, отверстий, проёмов,



а – допуск и отклонение от прямолинейности при измерениях на заданной длине; б – то же, при измерениях на всей длине; 1 – условная (прилегающая) прямая; 2 - прямые, ограничивающие поле допуска; 3 – реальный профиль; 4 – условная (проходящая через крайние точки) прямая

Рисунок 2 – Допуск прямолинейности и отклонение от прямолинейности

Примечание – При измерениях на заданной длине $\delta x_{inf} = 0$ и $\delta x_{sup} = \Delta x$ при измерениях на всей длине $\delta x_{inf} = \delta x_{sup} = 0,5\Delta x$



а – допуск плоскостности и отклонение от плоскостности при измерениях от прилегающей плоскости; б – то же, при измерениях от условной плоскости, проходящей через три крайние точки реальной поверхности; 1 – условная (прилегающая) плоскость; 2 – плоскости, ограничивающие поле допуска; 3 – реальная поверхность; 4 – условная (проходящая через три крайние точки) плоскость

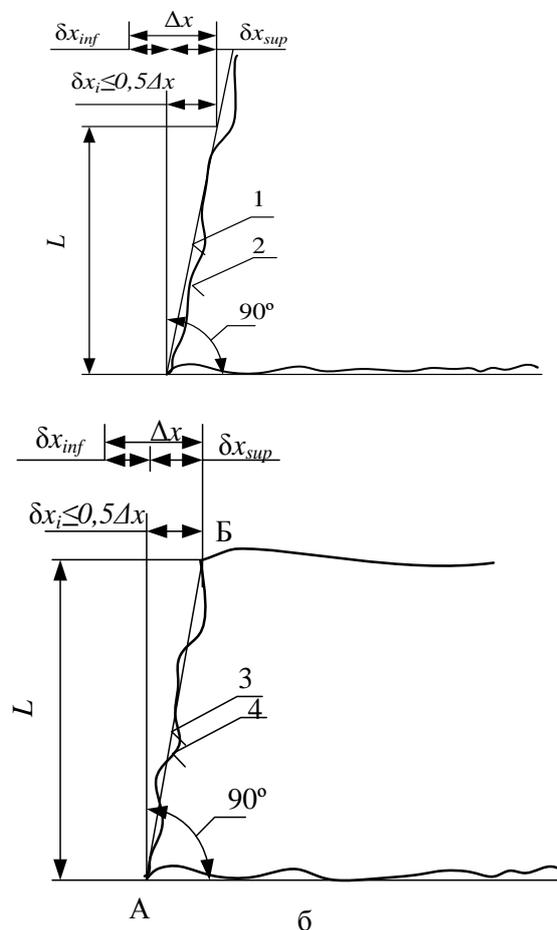
Рисунок 3 – Допуск плоскостности и отклонение от плоскостности

крепёжных и соединительных деталей, а также точность положения наносимых на элементы ориентиров в соответствии с ГОСТ 21779.

5.3.3 Допусками прямолинейности, плоскостности и перпендикулярности поверхностей должны устанавливаться точность формы и взаимного положения отдельных поверхностей простых непризматических элементов.

Примечание – При измерениях от прилегающей плоскости $\delta x_{inf} = 0$ и $\delta x_{sup} = \Delta x$; при измерениях от условной плоскости $\delta x_{inf} = \delta x_{sup} = 0,5\Delta x$.

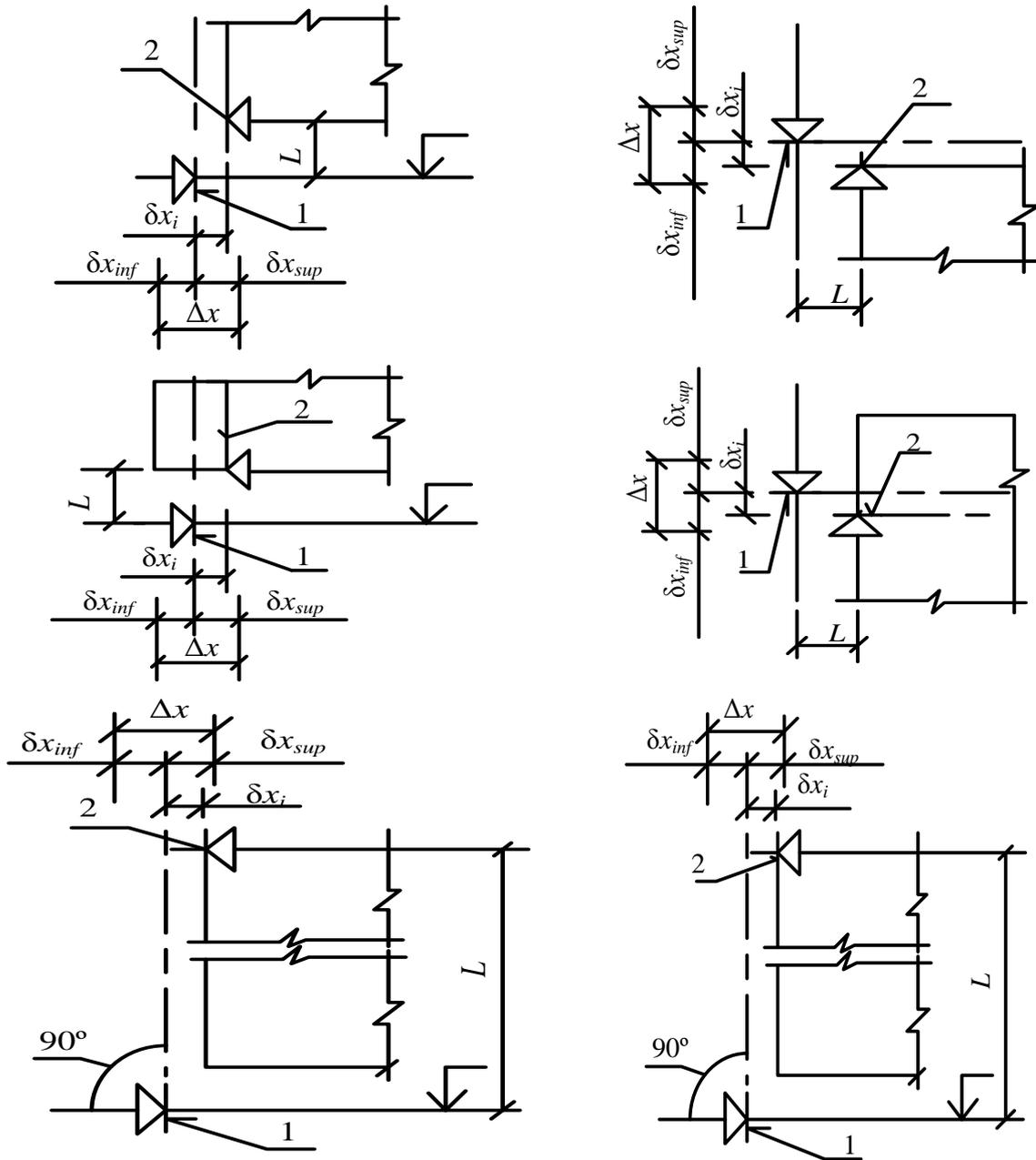
Точность взаимного положения поверхностей строительных конструкций, элементов должна устанавливаться допусками перпендикулярности и предельными отклонениями от перпендикулярности (рисунок 4).



а – допуск и отклонения при измерениях на заданной длине; б – то же, при измерениях на всей длине; 1 – условная (прилегающая) плоскость; 2 – реальная поверхность; 3 – условная (проходящая через крайние точки) плоскость

Рисунок 4 – Допуски перпендикулярности и отклонения от перпендикулярности

5.3.4 Точность геометрических параметров зданий, сооружений и их элементов, возводимых из мелкогабаритных, монолитных и сыпучих материалов, и точность выполнения земляных работ следует устанавливать в соответствии с пунктом 5.3.1

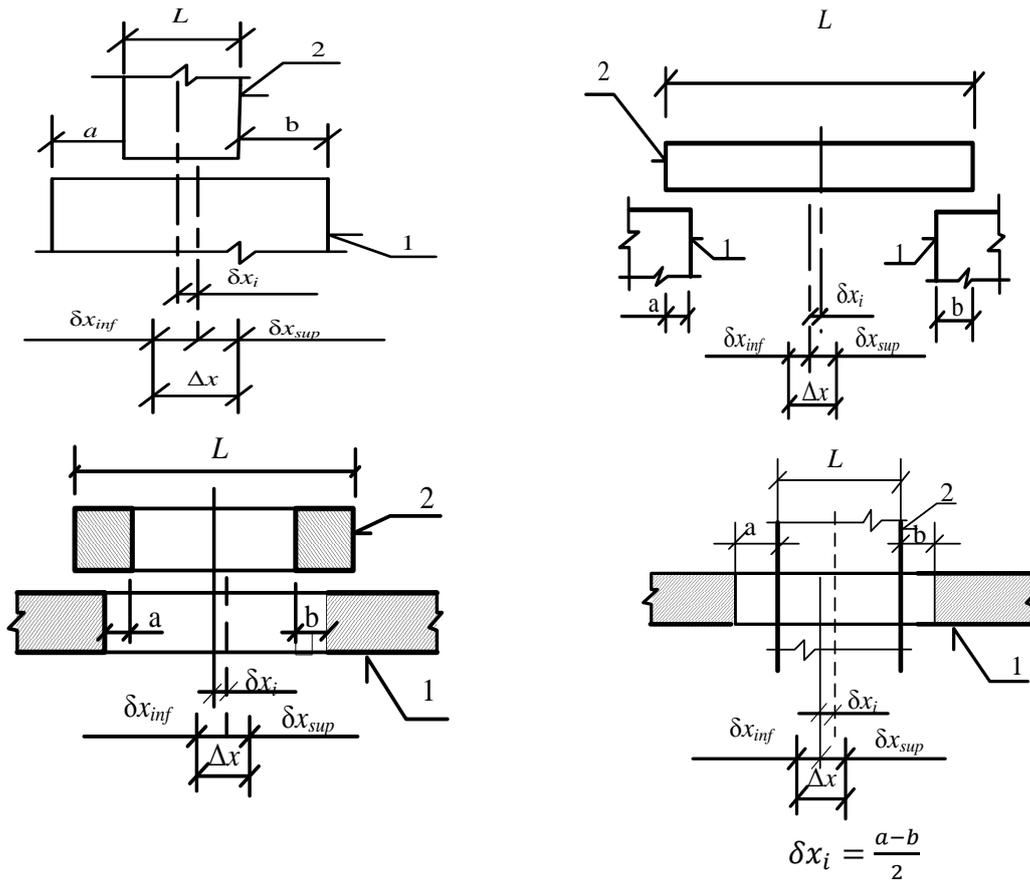


1 – ориентир, принимаемый за начало отсчёта;

2 – ориентир устанавливаемого элемента

Рисунок 5 – Допуск совмещения и отклонение от совмещения ориентиров

5.3.6 Объектами измерения по контролю точности геометрических пара-

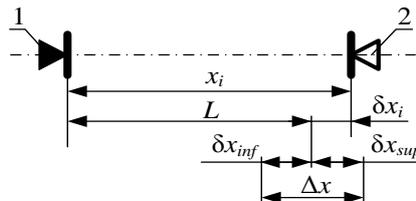


1 – установленный элемент; 2 – устанавливаемый элемент

Рисунок 6 – Допуск симметричности и отклонение от симметричности установки элементов

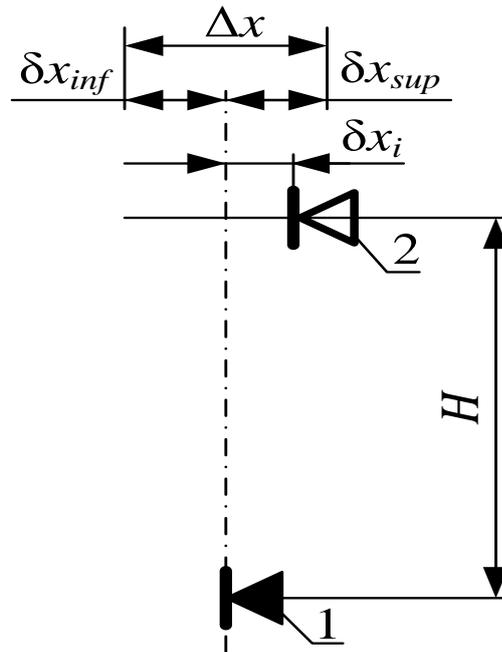
метров при проведении разбивочных работ являются размеры, отклонения разбивки точек и осей в плане (рисунок 7) и передача контрольных точек осей по вертикали (рисунок 8), отклонения от створности точек (рисунок 9), отклонения разбивки высотных отметок (рисунок 10), передача высотных отметок (рисунок 11) и отклонения от перпендикулярности осей (рисунок 12).

1 – ориентир, принимаемый за начало отсчёта;



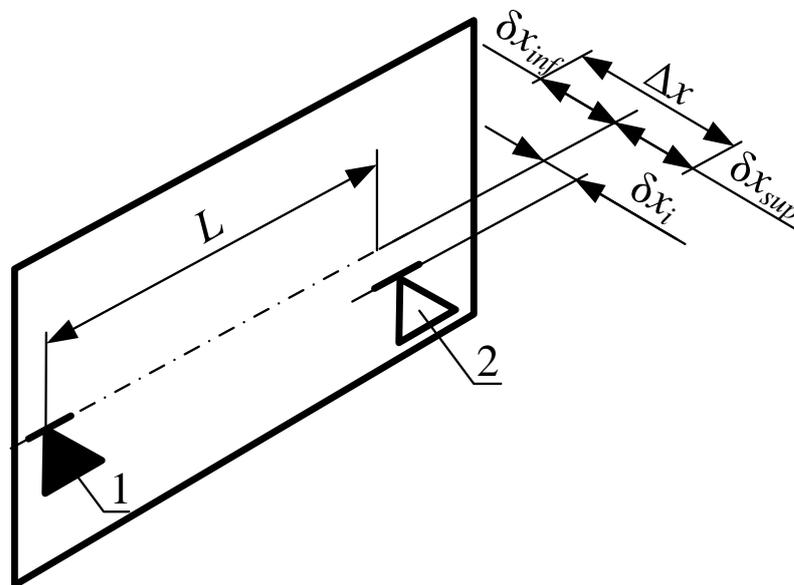
2 – ориентир, устанавливаемый в результате разбивки

Рисунок 7 – Допуск и отклонение разбивки точек и осей в плане



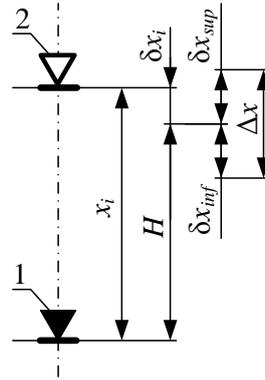
- 1 – ориентир, принимаемый за начало отсчёта;
- 2 – ориентир, устанавливаемый в результате передачи

Рисунок 8 – Допуск и отклонение передачи точек и осей по вертикали



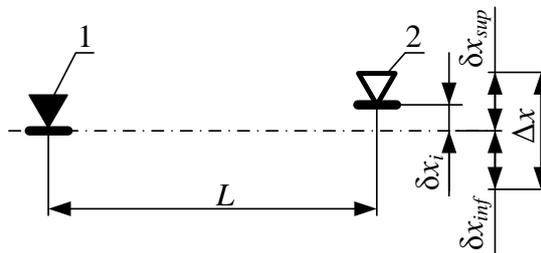
- 1 – ориентир, принимаемый за начало отсчёта;
- 2 – ориентир, устанавливаемый в результате разбивки

Рисунок 9 – Допуск створности и отклонение от створности точек



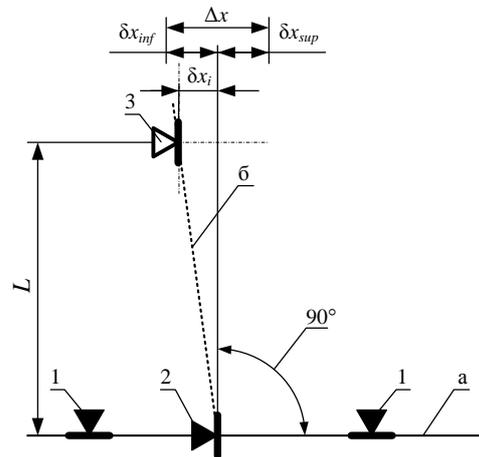
- 1 – ориентир, принимаемый за начало отсчёта;
- 2 – ориентир, устанавливаемый в результате разбивки

Рисунок 10 – Допуск и отклонение разбивки высотных отметок



- 1 – ориентир, принимаемый за начало отсчёта;
- 2 – ориентир, устанавливаемый в результате передачи

Рисунок 11 – Допуск и отклонение передачи высотных отметок



- 1 – ориентиры, определяющие положение оси а;
- 2 – ориентир, принимаемый за начало отсчёта при разбивке оси б;
- 3 – ориентир, устанавливаемый при разбивке оси б

Рисунок 12 – Допуск перпендикулярности и отклонение от перпендикулярности осей

6 Обеспечение точности измерений геометрических параметров зданий и сооружений

6.1 Требования по организации обеспечения точности измерений

6.1.1 Обеспечение соответствия строящихся зданий и сооружений проектным нормативным документам по их безопасности, точности геометрических параметров достигается соблюдением требований настоящего стандарта к:

- специалистам, выполняющим разработку ППР, ППГР, измерения и их обработку;
- порядку определения предельной и расчетной погрешности, характеристик качества выполненных измерений;
- состоянию и применению средств измерений и методик измерений;
- регистрации измерений и формам представления результатов измерений
- использованию результатов измерений при оценке соответствия требованиям по качеству СМР и их результатов.

6.1.2 Требования по обеспечению точности измерения геометрических параметров зданий и сооружений направлены на:

- рациональную организацию измерения, обеспечивающую своевременную и достаточную точность результата измерения;
- единство учета влияющих на точность измерений факторов при организации измерений;
- единство требований к применяемым средствам измерений и методикам;
- установление достаточной и обоснованной точности измерений;
- единство требований к процедурам измерений, регистрации, анализа и обработки результатов измерений, оценки качества измерений на основе оценки соответствия точности измерений.

6.1.3 Специалисты подрядчика, ответственные за разработку МИ, ППР, ППГР, выполнение измерений геометрических параметров зданий и сооружений при выполнении входного, операционного и приёмочного контроля качества строительства обязаны знать и соблюдать требования настоящего стандарта,

эксплуатационной документации на применяемые средства измерений, аттестованной методики измерений.

6.1.4 Согласно ГОСТ 26433.0 в зависимости от величины допускаемого отклонения для контролируемого геометрического параметра, установленного в ППР, ППГР, нормируется предельная погрешность Δx_{pr} измерения, исходя из условия

$$\Delta x_{pr} \leq K_t \cdot \Delta x, \quad (3)$$

где Δx – допуск измеряемого геометрического параметра, рассчитанный по ГОСТ 21779;

K_t – коэффициент обеспечения точности, зависящий от цели измерений и характера объекта.

6.1.4.1 Для измерений, выполняемых при приёмочном контроле изготовленных непосредственно на строящемся объекте строительных конструкций, производстве СМР, а также при производстве и контроле точности разбивочных работ согласно ГОСТ 23616 следует принимать коэффициент обеспечения точности $K_t = 0,2$.

6.1.4.2 Рассчитанная в соответствии с ГОСТ 23616 предельная погрешность измерения геометрического параметра учитывает случайную и неисключённую систематическую погрешности измерений.

6.1.4.3 При назначении точности и выборе средств измерения следует учитывать, что погрешности измерений увеличивают риск неправильной оценки результатов контроля. Для исключения неправильной оценки результатов контроля и сохранения стандартных значений рисков в принятых по ГОСТ Р ИСО 2859-1, ГОСТ Р ИСО 3951-1 планах контроля следует увеличить объем выборки в соответствии с требованиями ГОСТ 23616. Для распределения результатов измерений контролируемого геометрического параметра, подчиняющегося нормальному закону, и при известном приёмочном уровне дефектности увеличение объема выборки n' следует принять по таблице 3.

Таблица 3 – Критерии оценки результатов контроля по увеличенному объему выборки принимают по плану контроля для выборки n

Предельная погрешность измерений Δx_{pr} в долях от технологического допуска контролируемого параметра	Увеличенный объем выборки n' при приемочном уровне дефектности, %			
	0,25	1,5	4,0	10,0
$0,3 \frac{\Delta x}{2}$	$1,13n$	$1,08n$	$1,06n$	$1,036n$
$0,4 \frac{\Delta x}{2}$	$1,23n$	$1,15n$	$1,11n$	$1,065n$

6.1.5 В соответствии с п.п. 5.1 ГОСТ 26433.0 расчетная погрешность измерения принимают из условия

$$\Delta x_r \leq \Delta x_{pr}, \quad (4)$$

где Δx_r – расчётная суммарная погрешность применяемых средства измерений или методики измерения;

Δx_{pr} предельная погрешность измерения.

6.1.5.1 При выборе средств измерений или МИ для результатов измерений, подчиняющихся нормальному распределению, расчетную погрешность Δx_r следует определять в соответствии с ГОСТ 26433.0 в следующей последовательности:

а) по ГОСТ 21779, ГОСТ 23616 определяют предельную погрешность измерения Δx_{pr} ;

б) выбирают метод и соответствующие ему средства измерений, исходя из требований к точности и диапазону измерений, трудоёмкости и производительности измерений, хранения и обработки, сопоставимости результатов измерения, квалификации исполнителей, стоимости средств и процесса измерений;

в) исходя из применяемых средств измерений, условий измерения, особенностей измеряемого геометрического параметра, устанавливают перечень систематических и случайных составляющих погрешностей, составляющих суммарную погрешность результата измерения.

При этом следует учитывать:

- погрешности средства измерения, которые приведены в документе о результатах калибровки, поверки или из эксплуатационной документации на средство измерения;

- погрешности применяемой МИ измерений, приведенные в документе об аттестации МИ;

- погрешности измерения значений параметров (температуры окружающего воздуха, давления и т.д.), определяющих условия выполнения измерений.

г) вычисляют расчётную погрешность измерения, как сумму НСП и случайной погрешности по формуле

$$\Delta x_r = |\Theta| + tS(\tilde{A}), \tag{5}$$

где Δx_r расчётная погрешность измерения;

t – коэффициент Стьюдента принимается по таблице 4;

Таблица 4 – Поправочный коэффициент для многократных наблюдений

Доверительная вероятность	Значение t при n , равном			
	20	10	8	6
0,95	2	2,3	2,4	2,6
0,99	2,5	3,2	3,5	4,0

$|\Theta|$ – абсолютное значение расчетной неисключённой систематической погрешности с учетом заданных поправок для планируемых условий измерений, принятых из эксплуатационной документации на средства измерений, рассчитывается по формуле

$$\Theta = \sqrt{\sum_{j=1}^m \Theta_j^2} \tag{6}$$

или на основе двойных наблюдений, численное значение которой определено из обработки ряда двойных наблюдений согласно положениям ГОСТ26433.0.

Случайную погрешность результата измерения $S(\tilde{A})$ рассчитывают по предварительным измерениям по формуле

$$S(\tilde{A}) = \sqrt{\frac{1}{n(N-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \tag{7}$$

n – число предварительных измерений равное 6;

N – число равноточных предварительных измерений из 6.

Если случайные погрешности представлены несколькими СКО S_i , то СКО результата однократного измерения $S(\tilde{A})$ вычисляют по формуле

$$S(\tilde{A}) = \sqrt{\sum_{i=1}^m S_i^2}. \quad (8)$$

д) для случаев, когда процесс измерения состоит из большого числа отдельных операций, на основе принципа равных влияний определяют среднее значение каждой составляющей расчетной погрешности измерений $\Delta x_{r/i}$ по формуле

$$\Delta x_{r/i} = \frac{\Delta x_r}{\sqrt{r_s + d_\Theta^2}}, \quad (9)$$

где Δx_r – расчётная суммарная погрешность принятой МИ;

i – количество погрешностей, учтённых при определении расчетной погрешности измерений $\Delta x_{r/i}$;

r_s – число случайных составляющих погрешностей;

d_Θ – число систематических составляющих погрешностей.

По отношению к среднему значению составляющей погрешности в расчётной погрешности выделяют те составляющие погрешности, которые легко могут быть уменьшены, увеличивая соответственно значения тех составляющих погрешностей, которые трудно обеспечить имеющимися методами и средствами.

е) выполняют оценку соответствия расчётной суммарной погрешности измерения требованиям условия (4);

ж) при применении аттестованных методик измерений оценка соответствия качества измерений требованиям условия (4) выполняется относительно погрешности измерения, указанной в свидетельстве об аттестации методики измерения, исходя из условия

$$\Delta(P) \leq \Delta x_r, \quad (10)$$

Примечание – Определенная погрешность измерений для многократных прямых измерений в полевых условиях в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 17123-1 также должна удовлетворять условию (10).

В случае несоблюдения этого условия назначают более точные средства измерений или принимают другую методику измерений.

6.2 Требования выбору средств, методик измерений, применяемых для измерения геометрических параметров

6.2.1 Выбор средств, методик измерений, применяемых для измерения геометрических параметров, следует проводить при разработке ППР или ППГР в соответствии с требованиями ГОСТ 26433.0, ГОСТ 8.051, ГОСТ Р ИСО 17123-1 – ГОСТ Р ИСО 17123-8, настоящего стандарта, исходя из задач точности, диапазона и условий измерений, сопоставимости, стоимости, трудоёмкости и производительности измерений и возможности неоднократного применения.

Примечание – В соответствии со статьей 5 Федерального закона «Об обеспечении единства измерений» [4] применяемые средства измерений должны быть поверены, а методики измерений аттестованы в соответствии с требованиями ГОСТ 8.563, если они не регламентируют прямые измерения, проводимые одним средством измерений.

При разработке ППР, ППГР следует использовать сведения о средствах измерений, применяемых для контроля геометрических параметров зданий и сооружений, из Государственного реестра средств измерений, допущенных к применению в России, а при выборе МИ из Государственного реестра аттестованных МИ, допущенных к применению в России, а также из приложения Б ГОСТ 26433.1 и приложения Б ГОСТ 26433.2.

6.2.2 Средства измерений или МИ следует устанавливать в ППР, ППГР для измерений, необходимых для контроля качества СМР при соблюдении условия (10) настоящего стандарта к погрешности измерения.

Примечание – Для оценки соответствия точности геометрических параметров требованиям проектной документации результаты контроля точности геометрических параметров зданий и сооружений подрядчику необходимо регистрировать как результаты измерений, содержащих характеристики точности измерений в соответствии с требованиями ПМГ 96 [6], ГОСТ 8.207.

Положение по определению точности измерений при многократных прямых и косвенных измерениях приведено в приложении Д.

Примечание – Положения и требования определения фактической погрешности измерения в полевых условиях, исходя из типа применяемых средств измерений, установлены ГОСТ Р ИСО 17123-1 – ГОСТ Р ИСО 17123-8. Определение фактической погрешности измерения в полевых условиях позволяет получать реально приближенные к условиям измерений значения характеристик точности измерения, снизить вероятность неверной оценки точности геометрического параметра и его оценки соответствия размера.

Положение и пример определения фактической погрешности измерения в полевых условиях для нивелира приведены в приложении Е.

6.2.3 При косвенных, совокупных измерениях подготовка к измерениям, процесс измерения, регистрация и обработка результатов измерений, оценка точности результата измерений должны проводиться на основе аттестованной по ГОСТ 8.563 методики измерения. Аттестованные МИ, которые следует применять при разработке ППР, ППГР приведены в Приложениях А, Б, В.

6.2.4 В ППР, ППГР следует устанавливать средства измерения, МИ с диапазоном измерения, превышающим максимальное значение измеряемой величины, с возможностью проводить измерение в рабочем диапазоне шкалы выбранного средства измерений указанного в эксплуатационной документации средства измерений или в МИ.

6.2.5 В ППР, ППГР следует устанавливать средства измерения, МИ, применение которых потребует минимальных затрат рабочего времени и средств на проведение измерений, а также обеспечит возможность их многократного использования.

6.3 Условия измерения геометрических параметров зданий и сооружений.

6.3.1 При подготовке к измерениям должен быть обеспечен свободный доступ к объекту измерения и возможность размещения средств измерения. Места измерений должны быть очищены, размечены или замаркированы. Средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке или дейст-

вующие оттиски поверительных клейм на пломбах и подготовлены к измерениям в соответствии с инструкцией по их эксплуатации.

При подготовке и в процессе измерений должно быть обеспечено соблюдение требований к условиям измерений и безопасности труда, в соответствии с требованиями, установленными в инструкции по эксплуатации средства измерений, ППР, ППГР.

6.3.2 Условия измерений задают в виде номинальных значений с допускаемыми отклонениями и (или) границ диапазонов возможных значений влияющих величин. Следует указывать в ППР, ППГР предельные скорости изменений или другие характеристики влияющих величин, а также ограничения на продолжительность измерений, число параллельных определений и т.п. данные.

6.3.3 В соответствии с ГОСТ 26433.0 в качестве нормальных условий измерений, если другое не установлено в нормативно-технической документации на объект измерения, следует принимать:

- температуру окружающей среды 293 К (20°C);
- атмосферное давление 101,3 кПа (760 мм рт. ст.);
- относительную влажность окружающего воздуха 60%;
- относительную скорость движения внешней среды 0 м/с.

При выполнении измерений в условиях, отличающихся от нормальных, необходимо фиксировать действительные значения указанных выше величин.

Положение по введению поправок относительно условий измерения приведены в приложении Ж.

6.4 Требования к организации процесса измерения и применение характеристик качества измерений при контроле точности геометрического параметра при строящихся зданиях и сооружениях

6.4.1 Для обеспечения точности геометрического параметра при строительстве зданий и сооружений подрядчику следует подготавливать, организовывать, проводить, регистрировать процесс измерения, а также использовать

результат измерений и погрешность измерений при оценке соответствия СМР требованиям проектной документации в порядке, показанном на рисунке 13.

Согласно ГОСТ 26433.0 каждый геометрический параметр строительных элементов, конструкций следует измерять в нескольких наиболее характерных сечениях или местах, которые указываются в ППР, ППГР.

6.4.2 Для результатов измерений, фиксирующих значения геометрического параметра на границе допускаемого интервала значений относительно значения заданного проектом, вызвавших разногласие при приёмочном контроле СМР или по требованию органов государственного надзора, подрядчику следует установить в ППР, ППГР порядок проведения повторных прямых измерений для определения погрешности измерения для конкретных полевых условий данной строительной площадки по ГОСТ Р ИСО17123-1.

6.4.2.1 Подрядчику в ППР, ППГР следует установить в соответствии с ГОСТ Р ИСО 10576-1 порядок использования погрешности или неопределённости измерения, полученной в полевых условиях данной строительной площадки подрядчик, при оценке соответствия геометрического параметра, значение величины которого находится у границ допуска данного геометрического параметра или есть разногласия по признанию соответствия данного геометрического параметра по точности.

Примечание – При оценке соответствия геометрического параметра здания или сооружения по ГОСТ Р ИСО 10576-1 с 1993 года используются понятия неопределённости, как составляющие характеристики качества измерения следующие:

- стандартной неопределённости результата измерения U_A , оцениваемая по типу A ;
- стандартная неопределённость результата измерения U_B , оцениваемая по типу B ;
- суммарная стандартная неопределённость результата измерения U_C ;

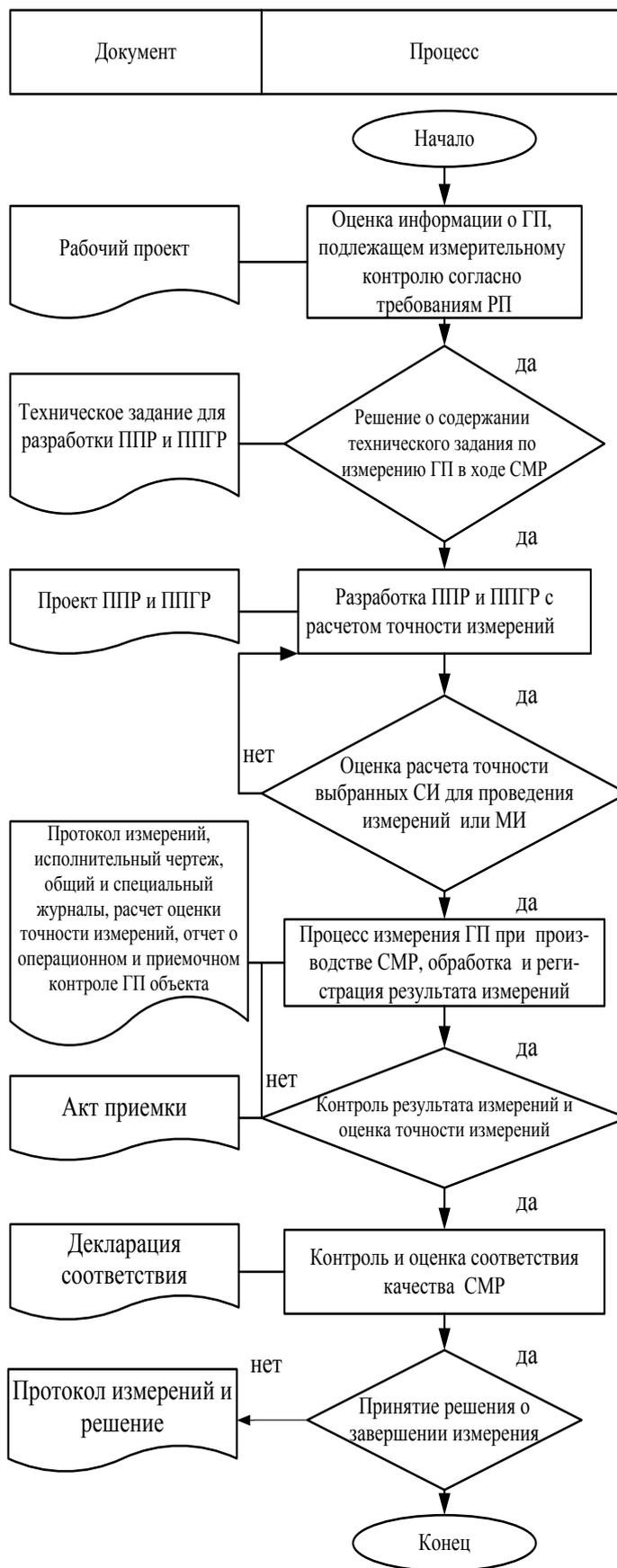


Рисунок 13 – Схема процесса измерений геометрических параметров – расширенная неопределенность U .

Порядок определения неопределённостей приведен в приложении Д.

6.4.2.2 При получении результата измерения, свидетельствующего о несоответствии геометрического параметра требованиям проектной документации, подрядчиком вводятся изменения в ППР или ППГР и устанавливаются требования, предусматривающие увеличение количества измерений или предусматривается применение других, более точных средств измерений.

Примечание – Исходя из технологических требований, или при невозможности влиять на объект измерений, в ряде случаев разработчиком проекта вносятся обоснованные изменения в проектную документацию, проводится вневедомственная экспертиза, на основе чего генеральным подрядчиком вводятся изменения в ППР или ППГР, а процессы измерения проводятся вновь по измененному требованию.

При наличии окончательного решения о соответствии или несоответствии геометрического параметра после введения изменений в процесс измерения, направленных на улучшение характеристик качества измерений, подрядчику следует принимать решение об окончании процесса измерения данного геометрического параметра.

6.4.3 Для обеспечения точности измерения следует устанавливать выполнение измерений двойными наблюдениями геометрического параметра в каждом из установленных сечений или мест (при числе повторных наблюдений в каждом сечении или месте m , равном 2).

При выполнении и контроле точности разбивочных работ, когда требуется повышенная точность, следует проводить многократные наблюдения при числе повторных наблюдений m , более 2.

6.4.3.1 Для уменьшения влияния систематических погрешностей на результат измерения, следует проводить наблюдения в прямом и обратном направлениях, на разных участках шкалы отсчетного устройства, меняя установку и настройку прибора и соблюдая другие приемы, указанные в инструкции по эксплуатации на средства измерения. При этом должны быть соблюдены условия равноточности наблюдений.

Примечание – Равноточность наблюдений обеспечивается выполнением наблюдений одним наблюдателем, тем же методом, с помощью одного и того же средства измерений и в одинаковых условиях воздействующей окружающей среды.

6.4.3.2 Перед началом наблюдений средства измерений следует выдерживать на месте измерений до выравнивания температур этих средств и окру-

жающей среды, далее измерения проводят в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

7 Правила, схемы и методы выполнения измерений

7.1 Требования к выбору схем и методов измерения

7.1.1 При разработке ППР, ППГР подрядчику следует устанавливать для измерения геометрических параметров наиболее применяемые: схемы измерений, аттестованные МИ, приведённые в приложениях А, Б, В, средства измерений, обеспечивая необходимую точность и рациональную стоимость измерений. Разработчику ППР, ППГР следует предпочтительно устанавливать прямые измерения геометрического параметра. При невозможности или неэффективности прямого измерения геометрического параметра устанавливаются требования по выполнению косвенного измерения геометрического параметра. В этом случае значение величины геометрического параметра определяют по установленным в ППР, ППГР аттестованным МИ.

7.1.2 Специалисты, ответственные за выполнение измерений геометрических параметров при контроле качества СМР, должны соблюдать требования аттестованной МИ и эксплуатационной документации на используемые средства измерений.

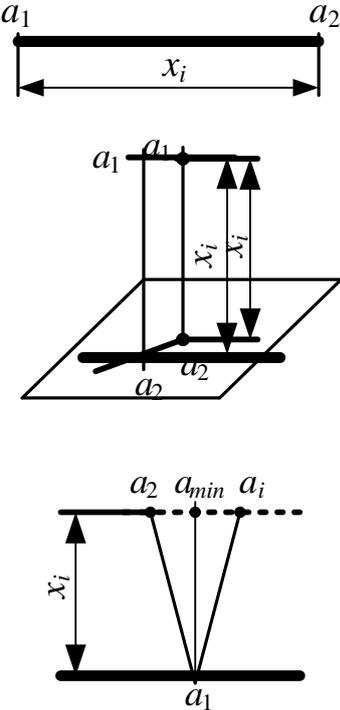
7.1.3 В ППР, ППГР следует устанавливать требования к организации и условиям измерений по обеспечению свободного доступа к объекту измерения, состоянию разметки и его маркировки, возможности размещения средств измерения.

7.2 Схемы и методы измерения линейных величин геометрических параметров зданий и сооружений

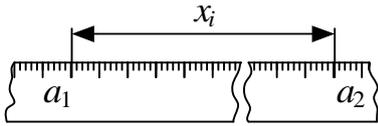
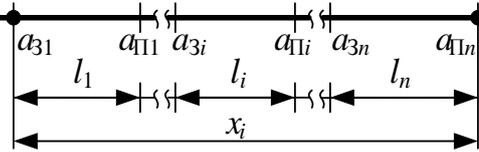
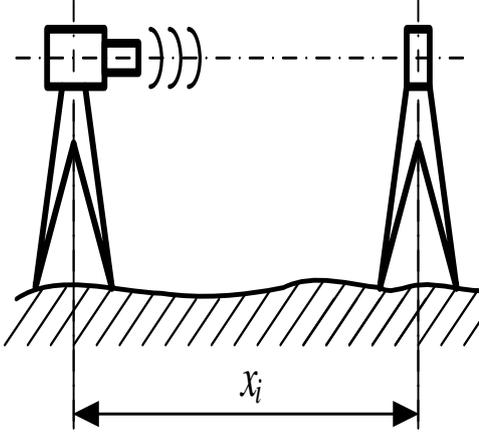
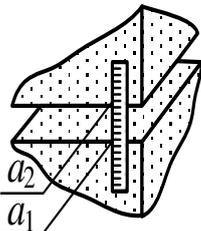
7.2.1 В ППР, ППГ в соответствии с ГОСТ 26433.2 следует устанавливать точки контроля, сечения для измерения линейных величин геометрических параметров зданий и сооружений, подлежащих обязательному контролю, средства и схемы измерений, МИ, приведённые в таблице 5.

Примечание – Линейными величинами, отражающими состояние геометрических параметров зданий и сооружений, являются: длина, ширина, высота, глубина, пролет, зазор, межосевой размер, габаритные размеры, отклонения. Для измерения линейных величин геометрических параметров зданий и сооружений в ППР, ППГР как правило принимаются тахеометры по ГОСТ Р 51774, рулетки измерительные металлические по ГОСТ 7502, теодолиты по ГОСТ 10529, линейки измерительные по ГОСТ 427-75.

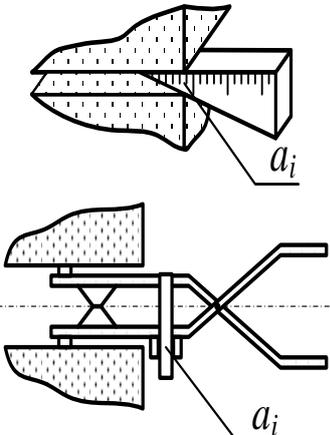
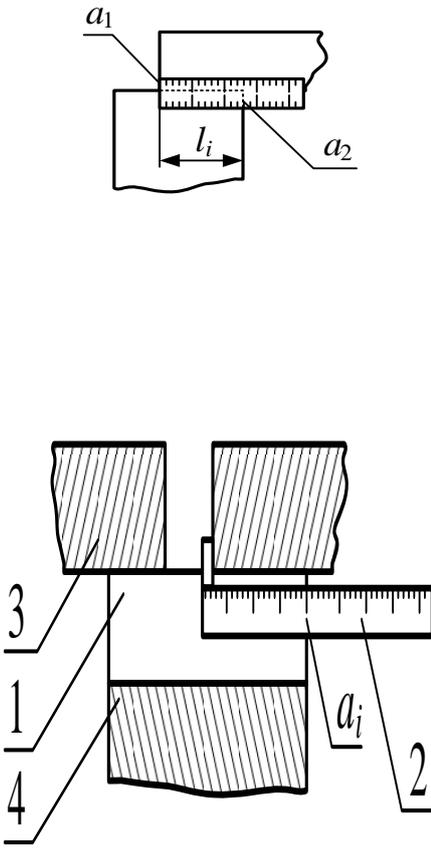
Таблица 5 – Схемы и примеры применения средств и методов линейных измерений

Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
1 Линейные размеры: длина, ширина, высота, глубина, пролет, зазор, межосевой размер, габаритные размеры и др.		
Измеряются расстояния:		
<p>а) между двумя фиксированными точками</p> <p>б) между точкой и прямой, точкой и плоскостью; между двумя параллельными прямыми или плоскостями методом построения и измерения перпендикуляра:</p> <p>с помощью геодезических приборов и других средств угловых и линейных измерений</p> <p>покачиванием линейки, рейки, рулетки в направлениях, обеспечивающих кратчайшее расстояние</p>		$x_i = a_{min} - a_1,$ <p>где a_1 – начальный отсчет по шкале средства измерения в фиксированной точке; a_{min} – минимальный из отсчетов, полученных в процессе покачивания рейки</p>
1.1 Измерение размера рулеткой, линейкой и другими		

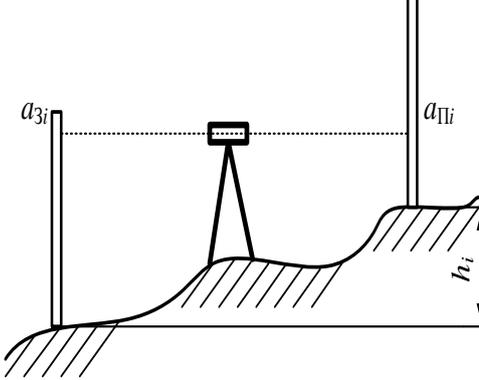
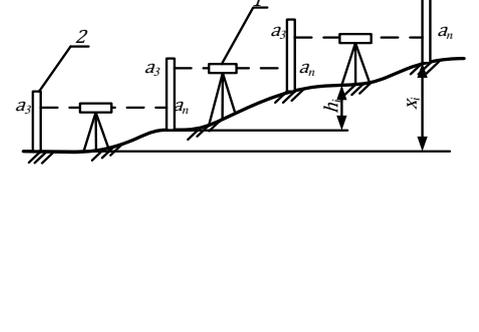
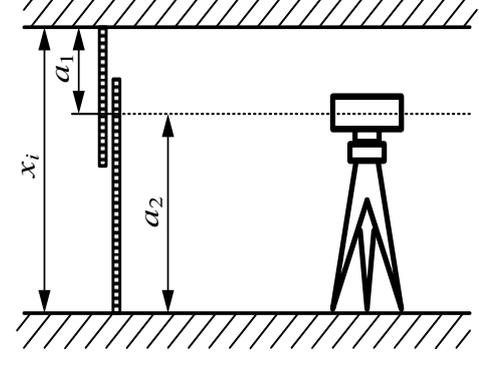
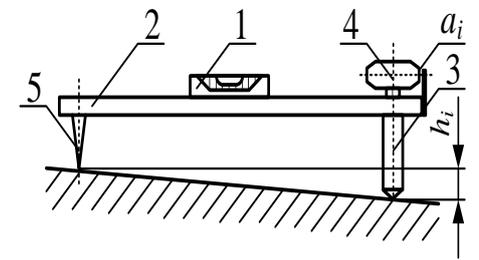
Продолжение таблицы 5

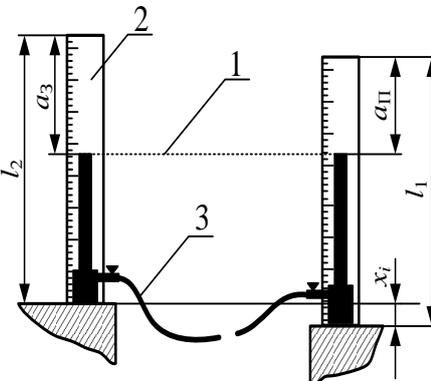
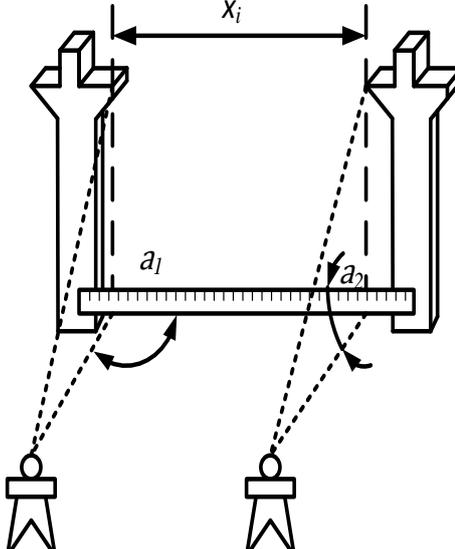
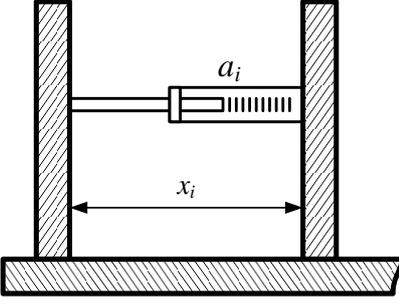
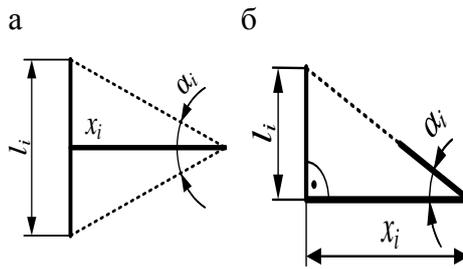
Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
<p>средствами линейных измерений, укладываемых непосредственно в створе измеряемой линии, когда измеряемый размер:</p> <p>а) меньше длины мерного прибора</p>		<p>$x_i = a_2 - a_1$, где a_1, a_2 – начальный и конечный отсчеты по шкале средства измерений соответственно;</p>
<p>б) больше длины мерного прибора</p>		<p>$x_i = \sum_{i=1}^n (a_{\Pi} - a_3)i + \sum \delta x_{cor,i}$, где a_3, a_{Π} – отсчеты по рулетке задний и передний по ходу соответственно;</p> <p>$\sum \delta x_{cor,i}$ – сумма поправок по ГОСТ 26433.0, исключая известных систематических погрешности из результата измерений</p>
<p>1.2 Измерение размера геодезическим светодальномером или электронным тахеометром</p>		<p>Вычисление по формуле, приведенной в эксплуатационной документации на данный тип дальномера</p>
<p>1.3 Измерение зазора:</p> <p>а) линейкой</p>		<p>$x_i = a_2 - a_1$,</p>

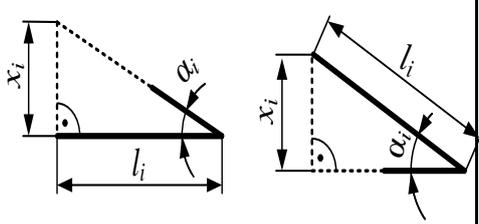
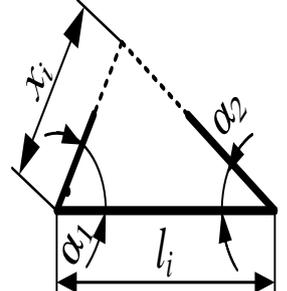
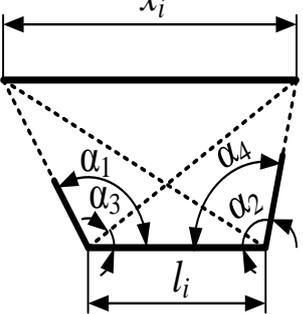
Продолжение таблицы 5

Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
<p>б) клиновым калибром</p> <p>в) кронциркулем</p>		<p>$x_i = a_i,$</p> <p>a_i – отсчет по клиновому калибру</p> <p>$x_i = a_i,$</p>
<p>1.4 Измерение глубины опирания:</p>		
<p>а) линейкой в доступном месте</p> <p>Продолжение таблицы 5</p> <p>б) линейкой-щупом в перекрытом сечении через технологическое (например, коробка электросети) или специально проделанное отверстие</p>	 <p>1 – отверстие в несущей стене; 2 – линейка-щуп; 3 – панель перекрытия; 4 – стеновая панель</p>	<p>$x_i = l_i = a_2 - a_1,$</p> <p>$x_i = a_i,$</p>

Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
<p>в) посредством измерений линейкой перекрытой части сечения и толщины несущей стены</p> <p>г) после укладки плит перекрытий посредством измерения линейкой расстояния от риски на плите перекрытия до несущей стеновой панели; риска на плите перекрытия маркируется заранее, на фиксированном расстоянии от края плиты</p>		<p>$x_i = l_0 - l_i$, где l_0 – известная или измеренная толщина несущей стены; l_i – измеренная ширина не перекрытой части сечения</p> <p>$x_i = l_0 - l_i$, где l_0 – известное расстояние от края плиты до фиксированной риски; l_i – измеренный размер</p>
<p>1.5 Измерение расстояния между горизонтальными плоскостями</p>		
<p>Продолжение таблицы 5 1.5.1 Измерение рулеткой, рейкой по направлению отвесной линии</p>	<p>а</p> <p>б</p>	<p>а) $x_i = a_2 - a_1$;</p> <p>б) $x_i = a_2 - a_1$</p>
<p>1.5.2 Измерение методом геометрического нивелирования</p>		

Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
а) в пределах одной установки нивелира		$x_i = h_i = a_{3i} - a_{Pi},$ <p>где a_3, a_{Pi} – отсчеты по задней и передней по ходу рейкам, соответственно</p>
б) при нескольких последовательных установках нивелира		$x_i = \sum_{i=1}^n h_i = \sum_{i=1}^n a_{3i} - \sum_{i=1}^n a_{Pi},$ <p>где a_3, a_{Pi} – отсчеты по задней и передней по ходу рейкам, соответственно;</p> <p>i – номер станции</p>
в) при измерении высоты помещения		$x_i = a_1 - a_2,$ <p>где a_1, a_2 – отсчеты по рейке, установленной в положение «0» – вверх и «0» – вниз;</p>
1.5.3 Измерение методом микронивелирования	 <p>1 – уровень; 2 – корпус; 3 – подвижный упор; 4 – отсчетное устройство; 5 – неподвижный упор</p>	$x_i = h_i = a_i - MO;$ $MO = \frac{1}{2} (a_i + a'_i)$ <p>MO – место нуля</p>

Продолжение таблицы 5 Измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
1.5.4 Измерение методом гидростатического нивелирования		$x_i = h_i = a_{\text{П}i} - a_{3i} - \text{МО};$ $\text{МО} = l_1 - l_2 = \frac{1}{2}(a_{\text{П}} - a'_{\text{П}} - a_3 - a'_3)$ <p>где $a_3, a_{\text{П}}$ – отсчеты по шкалам заднего и переднего сосудов соответственно; $a'_3, a'_{\text{П}}$ – то же, при обратной перестановке сосудов; МО – место нуля</p>
1.6 Измерение расстояния между двумя недоступными точками методом проектирования точек на линию измерения с помощью теодолита, отвеса или оптического прибора		$x_i = a_2 - a_1,$ <p>где a_2, a_1 – отсчеты по рулетке. Рулетка натягивается горизонтально, в одной вертикальной плоскости с измеряемым пролетом.</p> <p>Проектирование с помощью теодолита осуществляется при двух положениях вертикального круга</p>
1.7 Измерение расстояния между двумя вертикальными плоскостями раздвижной рейкой		$x_i = a_i$
1.8 Косвенные измерения линейных размеров 1.8.1 Измерение расстояния между двумя фиксированными точками методом параллактического треугольника		$\text{a) } x_i = \frac{l_i}{2} \text{ctg} \frac{\alpha_i}{2}$ $\text{б) } x_i = l_i \text{ctg} \alpha_i,$ <p>где l_i – известный размер; α_i – измеренный горизонтальный угол</p>

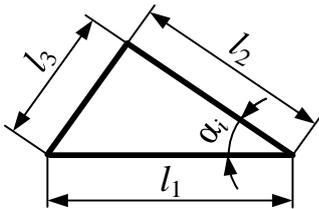
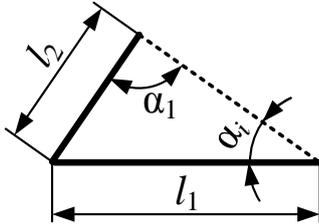
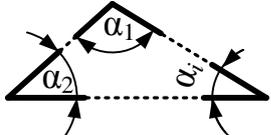
Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
1.8.2 Измерение расстояния между фиксированной точкой и прямой		<p>a) $x_i = l_i \operatorname{tg} \alpha_i;$</p> <p>б) $x_i = l_i \sin \alpha_i$</p>
1.8.3 Измерение расстояния до недоступной точки методом микро- триангуляции		$x_i = \frac{l_i \sin \alpha_1}{\sin(\alpha_1 + \alpha_2)}$
1.8.4 Измерение расстояния между двумя недоступными точками методом микро- триангуляции		$x_i = \sqrt{\frac{\sin^2 \alpha_1}{\sin^2(\alpha_1 + \alpha_2)} + \frac{\sin^2 \alpha_3}{\sin^2(\alpha_3 + \alpha_4)} - \frac{2 \sin \alpha_1 \sin \alpha_3 \cos(\alpha_4 - \alpha_2)}{\sin(\alpha_1 + \alpha_2) \sin(\alpha_3 + \alpha_4)}}$

Примечание – Линейными величинами, отражающими состояние геометрических параметров зданий и сооружений, являются: длина, ширина, высота, глубина, пролет, зазор, межосевой размер, габаритные размеры, отклонения. Для измерения линейных величин геометрических параметров зданий и сооружений в ППР, ППГР как правило принимаются тахеометры по ГОСТ Р 51774, рулетки измерительные металлические по ГОСТ 7502, теодолиты по ГОСТ 10529, линейки измерительные по ГОСТ 427-75.

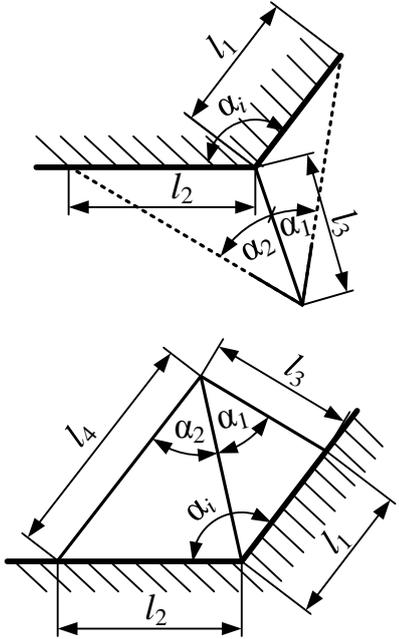
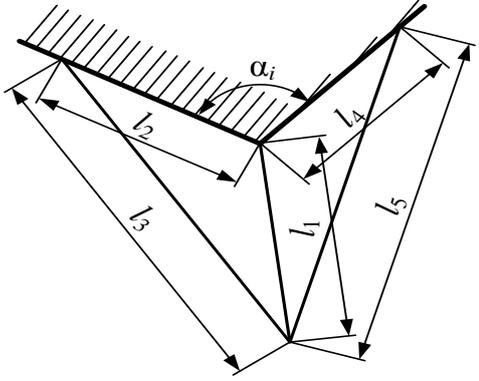
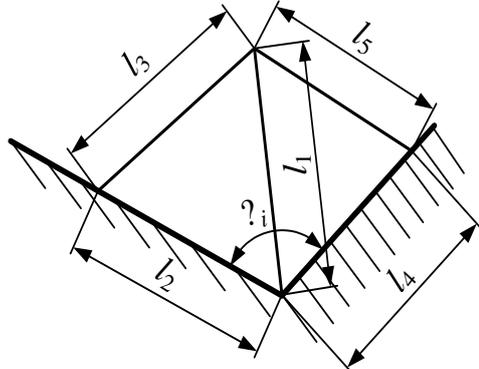
7.3 Схемы и методы измерения угловых величин геометрических параметров зданий и сооружений

7.3.1 В ППР, ППГР следует устанавливать для угловых измерений точки контроля, сечения, средства измерений, а также схемы и методы измерений по ГОСТ 26433.2, приведённые в таблице 6.

Таблица 6 – Схемы и примеры применения средств и методов угловых измерений угловых величин геометрических параметров

Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
1 Угловые размеры: горизонтальные и вертикальные углы; углы образованные пересечением осей и плоскостей		
1.1 Прямое измерение углового размера методом сравнения со шкалой угломерного прибора (теодолита, квадранта и др.)	 <p style="text-align: center;">Горизонтальная линия</p>	α_i, β_i – горизонтальные и вертикальные углы, соответственно, измеряются и вычисляются по методикам и формулам, приведённым в эксплуатационной документации на данный тип угломерного прибора
1.2 Косвенные измерения углового размера 1.2.1 Метод построения и решения треугольника: а) по трем измеренным сторонам l_1, l_2, l_3		$\alpha_i = \arccos \frac{l_1^2 + l_2^2 - l_3^2}{2l_1l_2}$
б) по измеренным углу α_1 и по двум сторонам l_1 и l_2		$\alpha_i = \arcsin \frac{l_2 \sin \alpha_1}{l_1}$
в) по измеренным углам α_1 и α_2		$\alpha_i = 180^\circ - (\alpha_1 - \alpha_2)$
1.2.2 Метод по-		

Продолжение таблицы 6

Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
<p>строения и решения двух треугольников: а) по измеренным двум углам α_1, α_2 и трем сторонам l_1, l_2, l_3</p>		$\alpha_i = \alpha_1 + \alpha_2 + \arcsin \frac{l_3}{l_2} \sin \alpha_2 + \arcsin \frac{l_3}{l_1} \sin \alpha_1$ $\alpha_i = \arcsin \frac{l_4}{l_2} \sin \alpha_2 + \arcsin \frac{l_3}{l_1} \sin \alpha_1$
<p>б) по пяти измеренным сторонам l_1, l_2, l_3, l_4, l_5</p>		$\alpha_i = 360^\circ - \arccos \frac{l_1^2 + l_2^2 - l_3^2}{2l_1l_2} - \arccos \frac{l_1^2 + l_4^2 - l_5^2}{2l_1l_4}$
		$\alpha_i = \arccos \frac{l_1^2 + l_2^2 - l_3^2}{2l_1l_2} + \arccos \frac{l_1^2 + l_4^2 - l_5^2}{2l_1l_4}$

Окончание таблицы 6

Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
1.2.3 Метод построения вспомогательного угла и измерение отрезков $l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6$		$\alpha_i = \alpha_1 - \arcsin \frac{l_2 - l_1}{l_6} - \arcsin \frac{l_4 - l_3}{l_5}$

Примечание – К угловым величинам, отражающим состояние геометрических параметров зданий и сооружений, относятся: горизонтальные и вертикальные углы, углы, образованные пересечением осей и плоскостей. Для измерения угловых величин геометрических параметров зданий и сооружений в ППР, ППГР, как правило, принимаются: тахеометры по ГОСТ Р 51774, теодолиты по ГОСТ 10529, нивелиры по ГОСТ 10528, рулетки измерительные металлические по ГОСТ 7502, линейки измерительные по ГОСТ 427, рейки нивелирные по ГОСТ 11158.

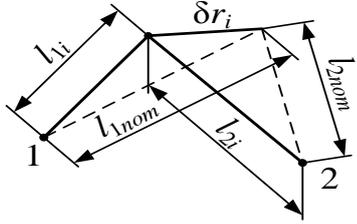
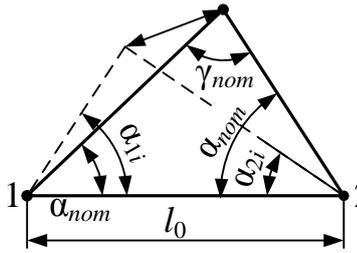
7.4 Схемы и методы измерения линейных и угловых величин геометрических параметров зданий и сооружений

7.4.1 Для косвенных измерений линейных и угловых величин геометрических параметров зданий и сооружений, которые невозможно измерить при прямых измерениях, при разработке ППР, ППГР следует применять схемы и методы согласно ГОСТ 26433.2, приведённые в таблице 7.

Таблица 7 – Схемы и примеры применения косвенных методов измерений линейных и угловых величин геометрических параметров

Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
1 Отклонение от заданного положения точки в		

Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
плане		
1.1 Косвенные измерения с использованием средств линейных и угловых измерений (теодолит, рулетка и др.)		$\delta r_i = \sqrt{\delta^2 x_i + \delta^2 y_i}$
1.1.1 Метод полярных координат		$\delta \alpha_i = \alpha_i - \alpha_{nom}$ $\delta l_i = l_i - l_{nom}$ $\delta r_i = \sqrt{\frac{l_i^2}{\rho^2} \delta^2 \alpha_i + \delta^2 l_i}$
1.1.2 Метод прямоугольных координат		$\delta r_i = \sqrt{(x_i - x_{nom})^2 + (y_i - y_{nom})^2}$
1.1.3 Метод створной засечки		$\delta r_i = \frac{1}{\sin \alpha_i} \sqrt{l_{1i}^2 + l_{2i}^2 + 2l_{1i}l_{2i}\cos \alpha_i}$
1.1.4 Метод линейно-створной засечки		$\delta r_i = \sqrt{\left(\frac{\delta \alpha_i}{\rho} l_i\right)^2 + \delta^2 l_i}$ $\delta l_i = l_i - l_{nom}$ $\delta \alpha_i = \alpha_i - 180^\circ$

Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
1.1.5 Метод линейной засечки		$\delta r_i = \sqrt{\delta l_{1i}^2 + \delta l_{2i}^2 + 2\delta l_{1i}l_{2i}\cos\alpha_{nom}}$ $\delta l_{1i} = l_{1i} - l_{1nom};$ $\delta l_{2i} = l_{2i} - l_{2nom}$
1.1.6 Метод прямой угловой засечки		$r_i = \frac{l_0}{\rho \sin \gamma} \sqrt{\delta^2 \alpha_{1i} \sin^2 \alpha_{2i} + \delta^2 \alpha_{2i} \sin^2 \alpha_{1i} + 2\delta \alpha_{1i} \delta \alpha_{2i} \sin \alpha_{1i} \sin \alpha_{2i}}$

7.5 Схемы и методы измерения линейных величин превышений между точками, отклонений точек конструкций зданий и сооружений

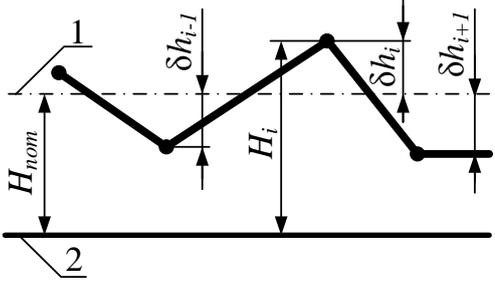
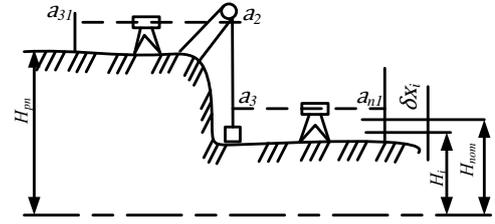
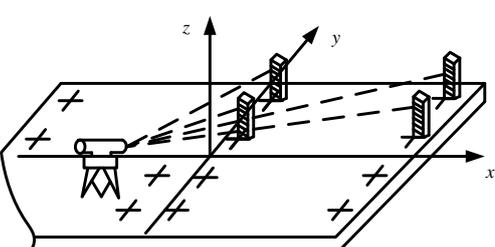
7.5.1 В ППР, ППГ следует устанавливать требования по измерению превышений между точками, отклонений точек конструкций зданий и сооружений и их элементов, ровности монтажного горизонта зданий и сооружений в

сооружений и их элементов, контроля ровности монтажного горизонта соответствии со схемами и методами, приведёнными в таблице 8.

Примечание – Для измерения превышений между точками, отклонений точек конструкций зданий и сооружений и их элементов, ровности монтажного горизонта зданий и сооружений применяют нивелиры по ГОСТ 10529, нивелирные рейки по ГОСТ 11158, электронные тахеометры по ГОСТ Р 51774, рулетки измерительные металлические по ГОСТ 7502, линейки измерительные по ГОСТ 427.

Таблица 8 – Схемы и примеры применения средств и методов измерений величин превышений между точками, отклонений точек конструкций

Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
---	---	--

<p>1 Отклонение точек конструкций и их элементов от проектных отметок на монтажном горизонте, в котловане и т.д.</p>	 <p>1 - горизонтальная линия или плоскость, расположенная на проектной отметке; 2 - исходная горизонтальная плоскость, служащая началом отсчета отметок или имеющая отметку, равную нулю</p>	$\delta h_i = H_i - H_{nom}$
<p>1.1 Измерение методом геометрического нивелирования при передаче отметки в котлован</p>		$H_i = H_{pn} + a_{31} - a_2 - a_3 - a_{п1};$ $\delta x_i = H_i - H_{nom}$
<p>1.2 Измерение методом геометрического нивелирования при контроле ровности монтажного горизонта</p>		$\delta x_i = \frac{H_{max} - H_{min}}{2},$ <p>где H_{max}, H_{min} – отметки наиболее высокой и низкой точек монтажного горизонта</p>

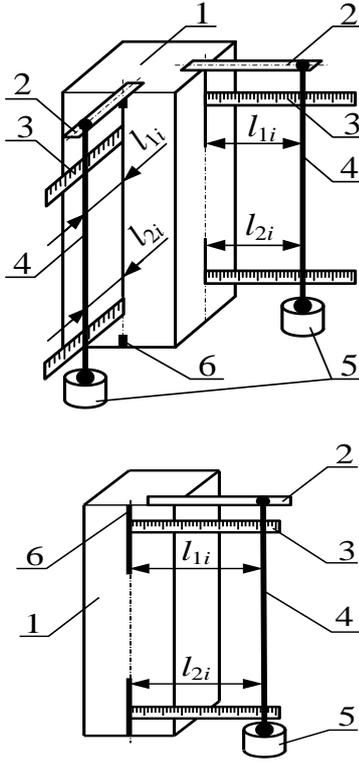
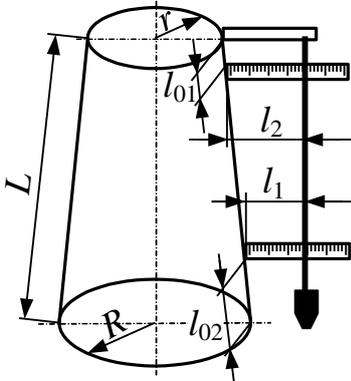
7.6 Схемы и методы измерения линейных величины отклонения от вертикальности конструкций, зданий и сооружений

7.6.1 При разработке ППР, ППГР следует устанавливать требования по измерению отклонений от вертикальности (отвесной) линии конструкций зданий и сооружений, их элементов в соответствии со схемами и методами, приведёнными в таблице 9.

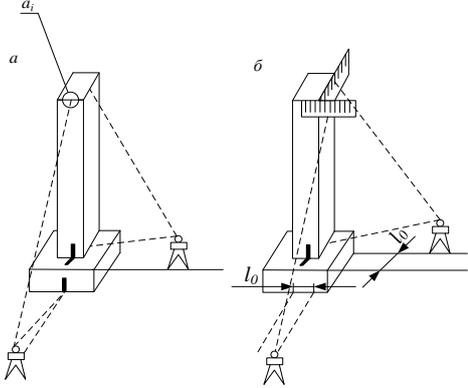
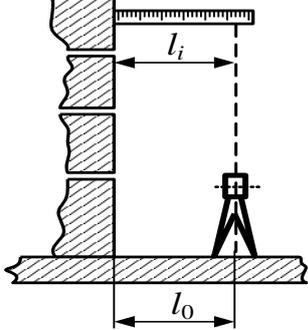
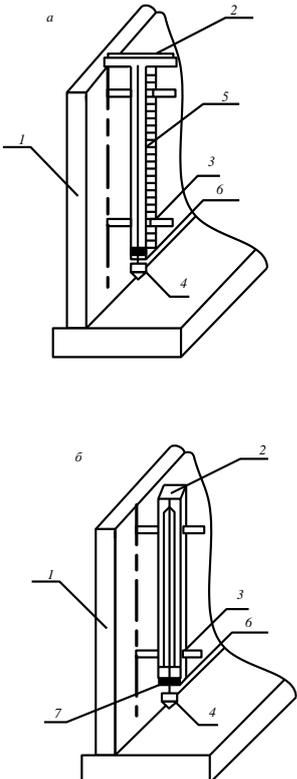
Таблица 9 – Схемы и примеры применения средств и методов измерений величины отклонения от вертикальности конструкций, зданий и сооружений

Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
<p>1 Отклонение от отвесной линии колонн стеновых панелей, стен и других конструкций и их элементов Измеряются отклонения:</p> <p>а) ориентира оси конструкции</p> <p>б) поверхности грани (ребра) конструкции</p>		<p>а) $\delta x_i = l_i$;</p> <p>б) $\delta x_i = l_i - l_0$</p> <p>а) $\delta x_i = l_i$;</p> <p>б) $\delta x_i = l_i - l_0$</p>
<p>в) точек закрепления осей при их передаче по вертикали на монтажные горизонты</p>		<p>$\delta r_i = \delta x_i^2 + \delta y_i^2 = l_{1i}^2 + l_{2i}^2$</p>

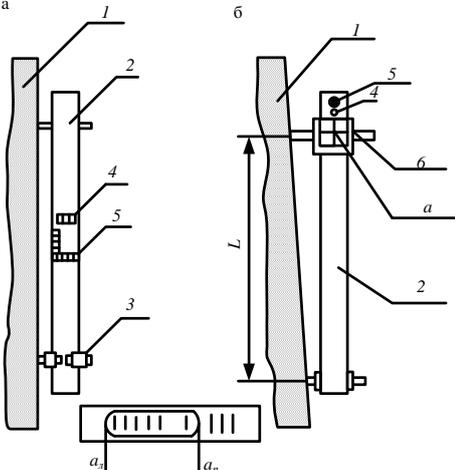
Продолжение таблицы 9

Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
<p>1.1 Измерение с помощью стального строительного отвеса и линейки:</p> <p>а) относительно боковой грани</p> <p>б) относительно ориентиров оси конструкции</p>	 <p>1 – колонна; 2 – консоль для подвески отвеса; 3 – линейка; 4 – отвес; 5 – сосуд с вязкой жидкостью; 6 – ориентир оси конструкции</p>	$\delta x_i = l_{1i} - l_{2i}$ $\delta x_i = l_{1i} - l_{2i}$
<p>в) относительно боковой грани конструкции, имеющей переменное сечение по высоте</p>		$\delta x_i = l_1 - l_2 + c,$ <p>где c – поправка, учитывающая закон изменения размеров сечения. Для колонны, имеющей форму усеченного конуса</p> $c = \frac{R - r}{L} (L - l_{01} - l_{02})$

Продолжение таблицы 9

Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
<p>1.2 Измерения с помощью теодолита и линейки:</p> <p>а) теодолит установлен на разбивочной оси</p> <p>б) теодолит установлен на оси, параллельной разбивочной</p>		<p>а) $\delta x_i = \frac{1}{2}(a_1 + a'_1)$,</p> <p>б) $\delta x_i = \frac{1}{2}(a_1 + a'_1) - l_{0i}$,</p> <p>где a_i, a'_i – отсчеты, полученные при двух положениях вертикального круга</p> <p>Примечание - Особое внимание следует уделять тщательности юстировки уровня горизонтального круга и приведению его пузырька в нуль-пункт</p>
<p>1.3 Измерение оптическим центриром и рейкой</p>		<p>$\delta x_i = l_0 - l_i$</p>
<p>1.4 Измерение рейкой-отвесом:</p> <p>а) навесной</p> <p>б) не навесной</p>		<p>$\delta x_i = \frac{1}{2}(\alpha_i + \alpha'_i)$,</p> <p>где α_i – отсчет по нити успокоенного отвеса относительно нулевого штриха шкалы;</p> <p>α'_i – то же, после поворота рейки на 180°;</p> <p>$\alpha_i - \alpha'_i \leq 2 \text{ мм}$</p>

Окончание таблицы 9

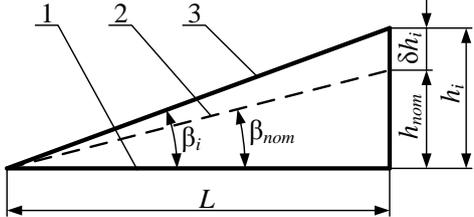
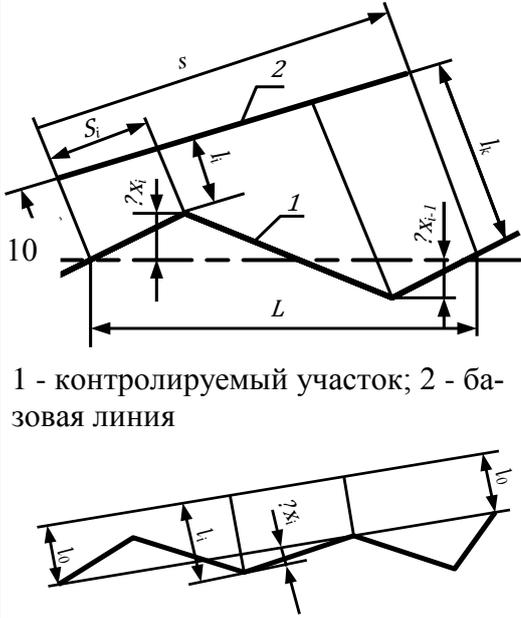
Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
<p>1.5 Измерение рейкой с уровнем:</p> <p>а) по шкале на уровне</p> <p>б) подвижной шкалой рейки при положении центра пузырька в нуль-пункте</p>	 <p>1 - контролируемая конструкция; 2 - рейка с уровнем; 3 - регулируемый упор; 4 - уровень для контроля правильной установки рейки; 5 - уровень для измерения угла наклона контролируемой поверхности; 6 - измерительная подвижная шкала</p>	<p>а) $\delta x_i = \frac{1}{2}(a_{л} - a_{п} + a'_{л} + a'_{п})\tau H$;</p> <p>б) $\delta x_i = \frac{1}{2} \frac{(a+a')-2МО}{L} H$,</p> <p>где $a_{л}; a'_{л}; a_{п}; a'_{п}$ – отсчеты по левому и правому концам пузырька уровня, взятые при прямом и обратном (развернутом на 180°) положении рейки, соответственно;</p> <p>a_i, a'_i – отсчеты по подвижному упору при прямом и обратном (развернутом на 180°) положении рейки, соответственно;</p> <p>МО – место нуля (определяют на вертикальной плоскости);</p> <p>τ – цена деления уровня</p>

Примечание – Для измерений отклонений от вертикальности применяют отвесы и теодолиты по ГОСТ 10529 совместно со средствами линейных измерений, а также средства специального изготовления.

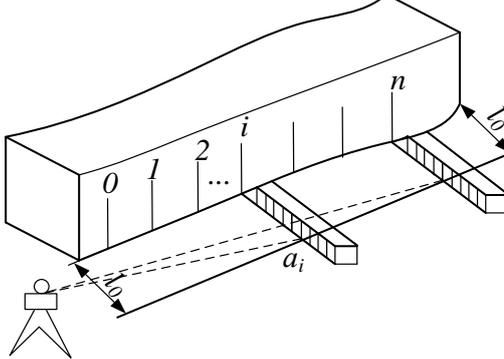
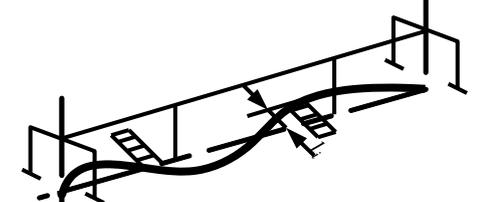
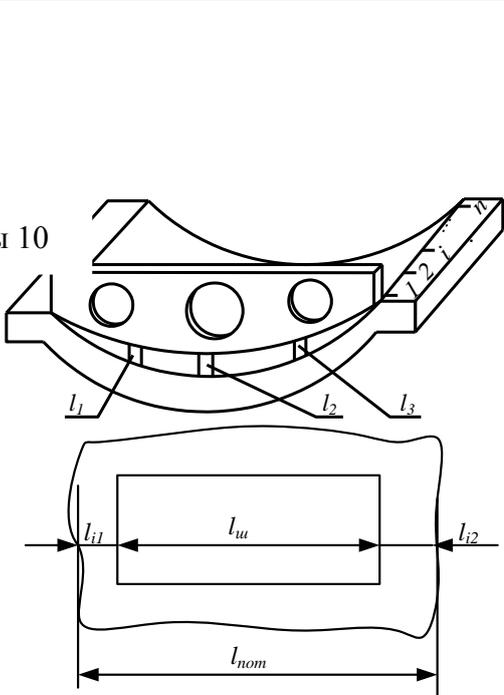
7.7 Схемы и методы измерения величины отклонений от заданного уклона, отклонений от прямолинейности, отклонений в вертикальном сечении, отклонений от плоскостности поверхностей, отклонений от формы заданного профиля, поверхности и конструкций, технологического оборудования, линейных зданий и сооружений

7.7.1 В ППР, ППГР следует устанавливать требования по измерению отклонений от заданного уклона (наклона) отклонений в вертикальном сечении, отклонений от прямолинейности, отклонений от формы заданного профиля, поверхности, измерений отклонений от плоскостности поверхностей конструкций, элементов конструкций, зданий и сооружений, в соответствии со схемами и методами измерений, приведёнными в таблице 10.

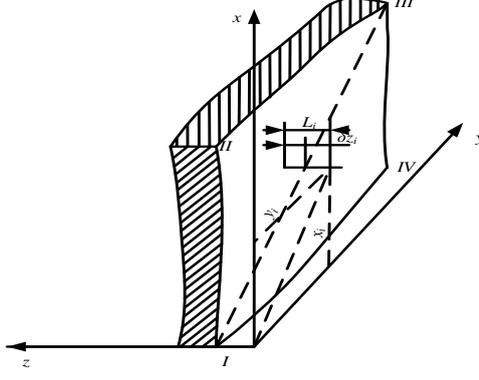
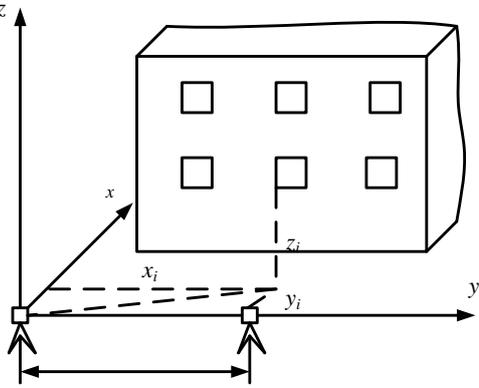
Таблица 10 – Схемы и примеры применения средств и методов измерений отклонений от заданного уклона (наклона) и измерений в вертикальном сечении, отклонений от прямолинейности, отклонений от формы заданного профиля, поверхности, отклонений от плоскостности поверхностей

Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
<p>1 Отклонение от заданного уклона (наклона) конструкции, элемента конструкции, линейных сооружений, технологического оборудования и др. в вертикальном сечении Измеряется методами нивелирования, а также прямым измерением с помощью квадранта или теодолита</p>	 <p>1 - горизонтальная линия; 2 - линия заданного уклона</p>	<p>а) в линейной мере на интервале L</p> $\delta h_i = h_i - h_{nom}$ <p>б) в угловой мере</p> $\delta \beta_i = \beta_i - \beta_{nom}$ <p>в) в относительной величине</p> $\delta x_i = \frac{\delta h_i}{L} = \frac{h_i - h_{nom}}{L} = \text{tg} \beta_i - \text{tg} \beta_{nom}$
<p>2 Отклонение от прямолинейности конструкции, элемента конструкции, технологического оборудования и др.</p>		
<p>Отклонение от прямолинейности измеряется методом построения базовой линии:</p> <p>а) расположенной произвольно относительно контролируемого участка или направления поверхности б) расположенной параллельно прямой, соединяющей конечную и начальную точки контролируемого участка</p>	 <p>1 - контролируемый участок; 2 - базовая линия</p>	$\delta x_i = \left(l_i - l_n - \frac{l_k - l_n}{S} S_i \right) \frac{S}{L}$ <p>при $l_k = l_n = l_0$</p> $\delta x_i = l_i - l_0; \text{ при } l_k = l_n = 0$ $\delta x_i = l_i$ $\delta x_i = l_i - l_0;$

Продолжение таблицы

Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
в) совпадающей с прямой, соединяющей начальную и конечную точки контролируемого участка		$\delta x_i = l_i$
2.1 Измерение по рейке (линейке) от базовой линии, заданной теодолитом		$\delta x_i = a_i - l_0$
2.2 Измерение линейкой от базовой линии, заданной струной и отвесом		$\delta x_i = l_i$
<p>3 Отклонение от формы заданных профиля, поверхности</p> <p>3.1 Прямое измерение отклонения</p> <p>Профильные шаблоны 10</p> <p>нейной поверхности методом измерения отклонений от шаблона</p> <p>3.2 Измерение отклонений профиля прямолинейного сечения методом измерения от шаблона</p>		$\delta x_{i1} = l_{i1};$ $\delta x_{i2} = l_{i2};$ $\delta x_{i3} = l_{i3}$ $\delta x_i = (l_{i1} - l_{i2}) - l_0;$ $l_0 = l_{nom} - l_{ш}$

Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
<p>3.3 Измерение отклонений профиля сечения дорожного полотна методом измерения действительных значений линейно-угловых размеров и уклонов с помощью линейки, рулетки, теодолита, нивелира</p>		$\delta\beta_i = \beta_i - \beta_{nom};$ $\delta l_i = l_i - l_{nom};$ $\delta h_i = h_i - h_{nom}$
<p>3.4 Измерение отклонений формы заданного профиля методом определения пространственных координат точек действительной поверхности</p>		$\delta x_i = x_i - x_{nom};$ $\delta y_i = y_i - y_{nom};$ $\delta z_i = z_i - z_{nom};$ $\delta r_i = \sqrt{\delta^2 x_i + \delta^2 y_i + \delta^2 z_i}$
<p>4 Отклонение от плоскостности поверхностей конструкций, элементов конструкций и сооружений</p> <p>4.1 Измерение отклонений от плоскостности методами:</p> <p>а) геометрического нивелирования с помощью нивелира и рейки (линейки)</p>	<p>Определяется посредством измерений отклонений точек контролируемой поверхности от базовой горизонтальной или вертикальной плоскости с последующим пересчетом этих отклонений относительно условной плоскости по ГОСТ 26433.1</p>	<p>а) условная плоскость проведена через три точки I, II, IV контролируемой поверхности</p> $\delta z_I = \delta z_{II} = \delta z_{IV} = 0;$ $\delta z_i = z_i - K_1 x_i - K_2 y_i,$ <p>где</p> $K_1 = \frac{z_{II}}{x_{II}}; K_2 = \frac{z_{IV}}{x_{IV}};$ $z_i = l_i - l_i;$ $ \delta z_{max} - \delta z_{min} \leq \Delta x$

Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
б) бокового нивелирования с помощью теодолита и рейки (линейки)		<p>б) условная плоскость проведена через диагональ I-III параллельно диагонали II-IV</p> $\delta z_I = \delta z_{III} = 0;$ $\delta z_i = z_i - b_1 x_i - b_2 y_i;$ $b_1 = \frac{z_{II} - c}{x_{II}}; \quad b_2 = \frac{z_{IV} - c}{x_{IV}};$ $c = \frac{z_{II} + z_{IV}}{2} - z_{III};$ $z_i = l_I - l_i;$ $ \delta z_{max} - \delta z_{min} \leq \Delta x$
5 Измерение методами фотограмметрии, лазерного сканирования или безотражательными электронными тахеометрами комплекса геометрических параметров при выполнении архитектурно-технических обмеров и приемочном контроле строительных конструкций, зданий и сооружений		<p>а) аналитический метод: вычисление пространственных координат точек объекта по формулам соответствующего случая съемки и определение по координатам действительных значений геометрических параметров</p> <p>б) аналоговый метод: вычерчивание на специальном приборе графического изображения проекций объекта в соответствующем масштабе и определение геометрических параметров с точностью графических построений</p>

7.8 Схемы и методы измерения линейных и угловых размеров, отклонений в плане и высоте профиля, формы и взаимного положения поверхностей деталей, изделий, конструкций и технологической оснастки, изготавливаемых при производстве СМР непосредственно на монтажном горизонте, строительных площадках зданий и сооружений

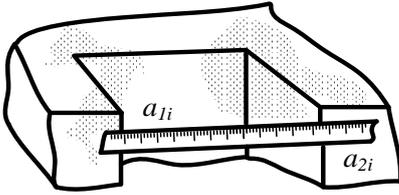
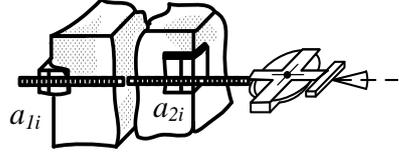
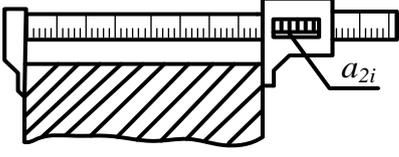
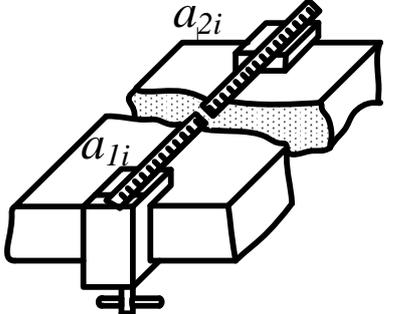
7.8.1 В ППР, ППГР следует устанавливать требования по определению соответствия реального взаимного положения поверхностей элемента (линий, осей) проектным требованиям на основе измерения соответствующих линейных и угловых размеров и их отклонений. Контроль положения проемов, вы-

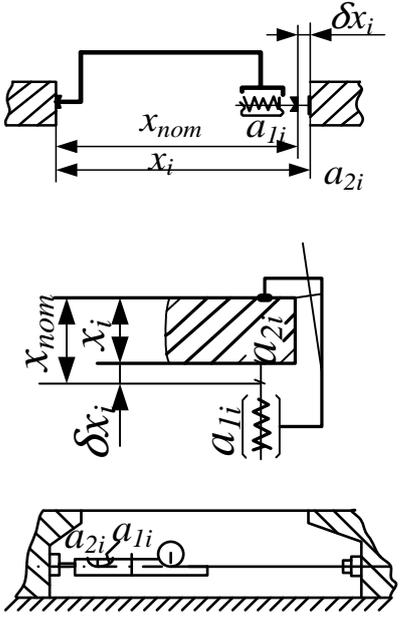
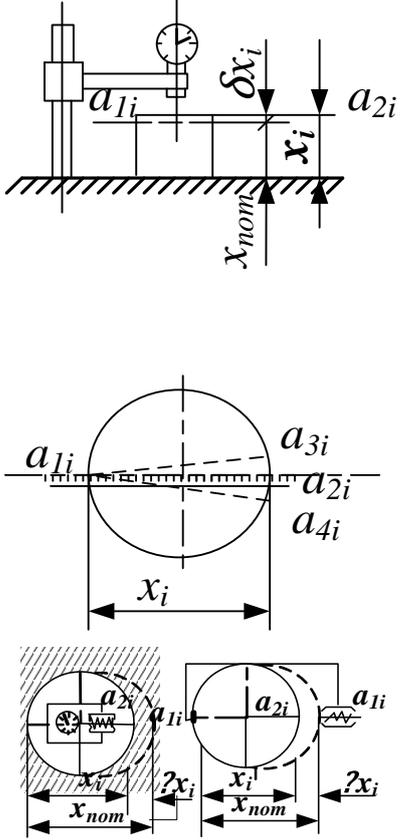
ступов, вкладышей, закладных деталей и других характерных деталей элемента следует проводить измерением указанных в рабочих чертежах размеров между этими деталями или между деталями и гранями (линиями, точками) элемента, принятыми за начало отсчета.

7.8.2 Требования по измерению линейных и угловых размеров, отклонений в плане и высоте профиля, формы и взаимного положения поверхностей деталей, изделий, конструкций и технологической оснастки, изготавливаемых при производстве СМР непосредственно на монтажном горизонте, строительных площадках, в ППР, ППГР следует устанавливать в соответствии со схемами и методами, согласно ГОСТ 26433.0, ГОСТ 26433.1, приведенными в таблице 11.

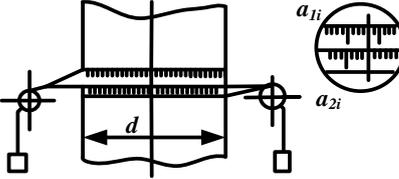
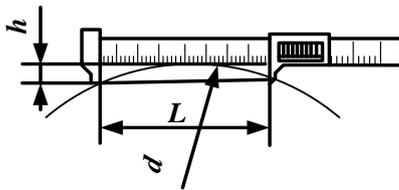
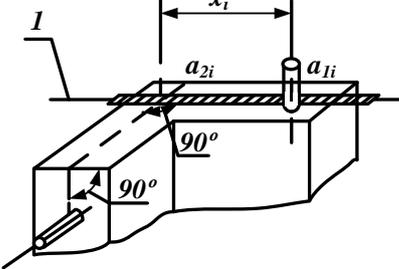
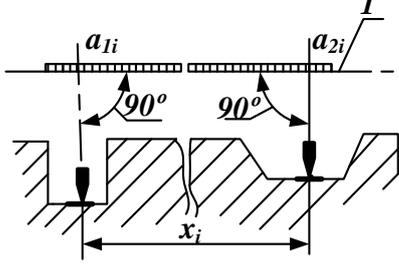
Таблица 11 – Схемы измерений размеров и их отклонений, а также отклонений форм элементов зданий и сооружений, производимых в ходе строительства на строительной площадке

Наименование измеряемого параметра, метода и средства измерения	Схема	Формулы для вычисления измеряемого параметра
<p>1 Линейные размеры и их отклонения</p> <p>1.1 Длина, ширина, толщина элементов и их частей измеряются:</p> <p>а) между двумя фиксированными точками</p> <p>б) между точкой и прямой или плоскостью (между двумя прямыми или плоскостями) методом покачивания</p> <p>в) между точкой и прямой или плоскостью методом построения перпендикуляра при помощи угольника</p> <p>1.1.1 Прямое измерение размера:</p>		

Наименование измеряемого параметра, метода и средства измерения	Схема	Формулы для вычисления измеряемого параметра
<p>а) линейкой</p> <p>б) рулеткой с натяжением вручную (при расстоянии не более 10 м) или динамометром. При наличии в местах измерений дефектов, мешающих снятию отсчетов, применяют выравнивающие приспособления</p>	 	<p>$x_i = a_{2i} - a_{1i}$; $\delta x_i = x_i - x_{nom}$,</p> <p>где x_i- значение искомого размера, определяемого в результате измерения (действительный размер);</p> <p>x_{nom} - номинальный размер;</p> <p>δx_i - действительное отклонение;</p> <p>a_{1i}, a_{2i} - начальный и конечный отсчеты по шкале средства измерения</p>
<p>в) штангенциркулем</p> <p>г) длинномером с устройством для установки и закрепления на изделии конца рулетки с начальным отсчетом</p> <p>Примечание – Разнотолщинность определяют как разность между наибольшим и наименьшим из измеренных значений толщины одного изделия</p> <p>1.1.2 Прямое измерение отклонения средствами измерения, настроенными на номинальный размер:</p>	 	<p>$x_i = a_{2i} (a_{1i} = 0)$</p> <p>То же</p> <p>$\delta x_i = a_{2i} - a_{1i}$ при $a_{1i} = 0, \delta x_i = a_{2i}$; $x_i = x_{nom} \pm \delta x_i$, где a_{1i}- начальный отсчет, соответствующий номинальному размеру; устанавливается равным нулю или другому значению при настройке прибора на измерение</p>

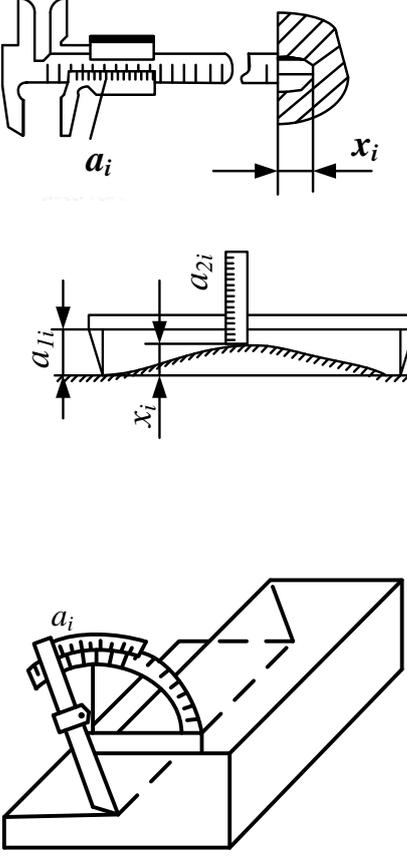
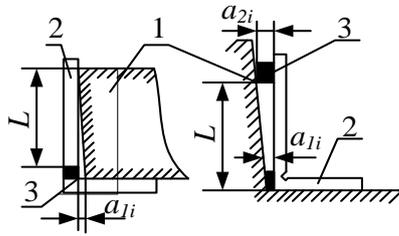
Наименование измеряемого параметра, метода и средства измерения	Схема	Формулы для вычисления измеряемого параметра
<p>а) нутромером</p> <p>б) скобой</p> <p>в) длинномером с определением отклонения по шкале с нониусом</p>		
<p>г) индикатором часового типа, установленным на стенде</p> <p>1.2 Диаметр</p> <p>1.2.1 Прямое измерение диаметра методом покачивания рулеткой, линейкой, штангенциркулем</p> <p>1.2.2 Прямое измерение отклонения методом покачивания скобой, нутромером, настроенными на номинальный размер</p> <p>1.2.3 Косвенное измерение диаметра:</p>		<p>$x_i = a_{2i} - a_{1i}$ $\delta x_i = x_i - x_{nom}$,</p> <p>где a_{2i} - максимальный отсчет из возможных отсчетов (a_{2i}, a_{3i}, a_{4i})</p> <p>$\delta x_i = a_{2i} - a_{1i}$ $x_i = x_{nom} \pm \delta x_i$</p> <p>$d = \frac{a_{2i} - a_{1i}}{\pi}$ $\pi = 3,1416$</p>

Продолжение таблицы 11

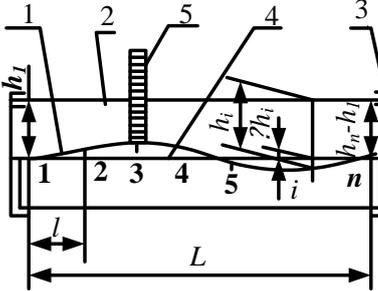
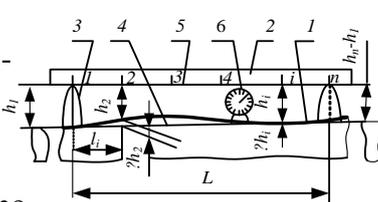
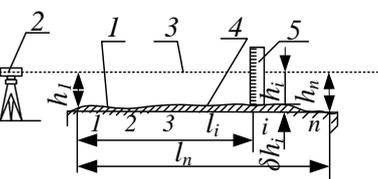
Наименование измеряемого параметра, метода и средства измерения	Схема	Формулы для вычисления измеряемого параметра
<p>а) методом опоясывания рулеткой</p> <p>б) методом измерения хорды и высоты сегмента штангенциркулем с пределами измерения 320-1000 мм</p> <p>Примечание – Овальность определяют как разность между наибольшим и наименьшим из измеренных значений диаметра в одном поперечном сечении.</p> <p>1.3 Расстояния между точками (осями), расположенными на различных гранях элемента</p> <p>1.3.1 Прямое измерение размера рулетками, линейками:</p>	 	$d = \frac{L^2}{4h} + h,$ <p>где L - длина хорды, $L = a_{2i}$</p> <p> высота сегмента (известна или измеряют при известном L)</p>
<p>а) методом проектирования одной из точек (осей) на линию измерения при помощи разметки</p> <p>б) методом проектирования двух точек на линию измерения при помощи угольников, отвесов или оптических центриров</p> <p>1.4 Межосевое расстояние</p>	  <p>1 – линия измерения</p>	$x_i = a_{2i} - a_{1i}$ <p>а) $x_i = L - \frac{d_1 + d_2}{2}$</p>

Продолжение таблицы 11

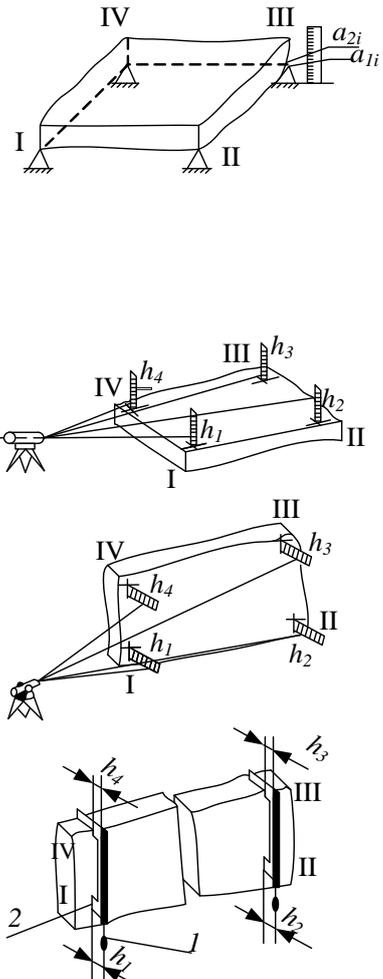
Наименование измеряемого параметра, метода и средства измерения	Схема	Формулы для вычисления измеряемого параметра
1.4.1 Косвенное измерение при помощи линейки, штангенциркуля, рулетки		<p>б) $x_i = \frac{L_1 + L_2}{2}$ где L, L_1, L_2 и d_1, d_2 – размеры, получаемые прямым измерением</p>
1.5 Длина, ширина и глубина (высота) трещин, зазоров, раковин, околлов, наплывов		
1.5.1 Прямое измерение длины, ширины:		
<p>а) линейкой</p> <p>б) микроскопом</p> <p>в) палеткой (прозрачная пластина размером 200х200 мм с сеткой квадратов 5х5 мм)</p> <p>г) щупом</p>		<p>$x_{1i} = a_{2i} - a_{1i}$ $x_{2i} = a_{4i} - a_{3i}$</p> <p>$x_i = a_{2i} - a_{1i}$</p> <p>K – число раковин в квадрате $K = 3,$ $x_i = 7,5 \text{ мм}$</p> <p>$x_i = a_i$</p>
1.5.2 Прямое измерение		<p>$x_i = a_i$</p>

Наименование измеряемого параметра, метода и средства измерения	Схема	Формулы для вычисления измеряемого параметра
<p>глубины, высоты штангенциркулем ШЦ-1</p> <p>1.5.3 Косвенное измерение линейкой</p> <p>2 Угловые размеры и их отклонения 2.1 Прямое измерение углового размера угломерами</p>		$x_i = a_{1i} - a_{2i}$ $a_i = a_i$
<p>2.2 Прямое измерение отклонения углового размера в линейной мере на длине L угольником с линейкой или щупом (отклонения от перпендикулярности, косины реза и т.п.)</p> <p>3 Отклонения формы профиля или поверхности* (прямолинейности и плоскостности, в т.ч. волнистость, прогиб, выпуклость, вогнутость и т.п.)</p>	 <p>1 - проверяемое изделие; 2 - угольник; 3 - щуп, концевая мера, линейка</p>	$\delta x_i = a_{2i} - a_{1i}$
<p>* Полученные измерения по настоящему стандарту значения отклонений от прямолинейности и плоскостности сравнивают с соответствующим допуском.</p>		
<p>3.1 Отклонения от прямолинейности</p>		

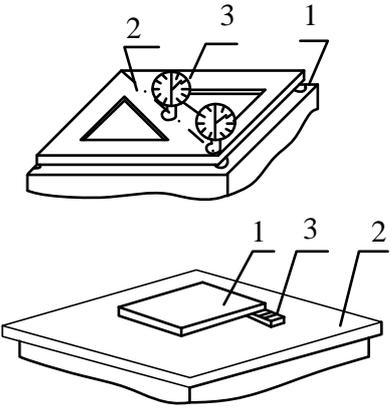
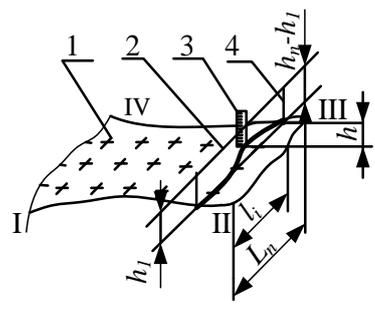
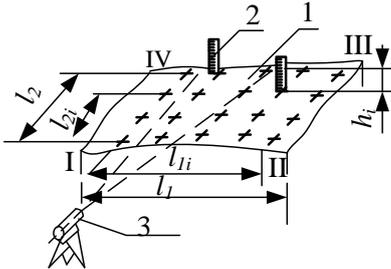
Продолжение таблицы 11

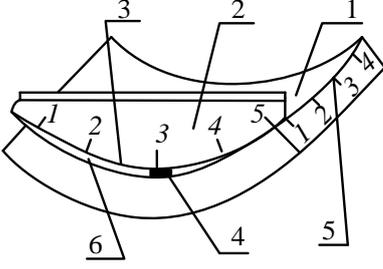
Наименование измеряемого параметра, метода и средства измерения	Схема	Формулы для вычисления измеряемого параметра
<p>3.1.1 Определение отклонения от прямолинейности на всей длине элемента при помощи струны на опорах равной высоты, задающей линию отсчета, и линейки. Масса подвешиваемого груза для металлической струны диаметром 0,2-0,5 мм на длине до 20 м - не менее 10 кг; для капроновой струны диаметром 0,8 - 1,0 мм на длине до 20 м - не менее 2 кг</p> <p>Измерения проводят в размеченных на поверхности элемента точках в количестве, определяемом в зависимости от длины изделия</p>	 <p>1 - проверяемая поверхность; 2 - струна; 3 - опоры для натяжения струны; 4 - условная прямая; 5 - линейка для снятия отсчета</p>	<p>Отклонение от прямолинейности δx_i принимают равным: сумме абсолютных значений наибольшего из всех положительных и наибольшего из всех отрицательных измеренных в различных точках отклонений, δh_i если они имеют разные знаки; наибольшему по абсолютной величине из всех измеренных отклонений δh_i если они имеют одинаковые знаки</p> <p>$\delta h_i = h_1 - h_i$, где $h_1 = h_n$ - расстояние от линии отсчета до проверяемой поверхности в точках опоры; h_i - то же, в промежуточных точках разметки</p>
<p>3.1.2. Определение отклонения от прямолинейности на участке элемента при помощи поверочной линейки или контрольной рейки на опорах равной высоты, задающих линию отсчета, и линейки, индикатора или щупа</p> <p>3.1.3 Определение отклонения от прямолинейности на всей длине элемента при помощи нивелира или теодолита, задающего линию отсчета, и линейки. Точность положения проверяемой поверхности относительно линии отсчета не регламентируется</p> <p>3.2 Отклонения от плоскостности</p>	 <p>1 - проверяемая поверхность; 2 - поверочная линейка, рейка; 3 - опорная призма; 4 - условная прямая; 5 - линия отсчета; 6 - индикатор</p>  <p>1 - проверяемая поверхность; 2 - нивелир; 3 - линия отсчета; 4 - условная прямая; 5 - линейка</p>	<p>То же</p> <p>При установке контрольной рейки непосредственно на поверхность изделия</p> $\delta h_i = h_i$ $\delta h_i = h_1 - h_i + \frac{h_n - h_1}{l_n} l_i$ <p>($h_1 \neq h_n$) - где l_n, l_i - расстояния между начальной и конечной и начальной и промежуточной точками разметки, соответственно; при равном шаге разметки l_n и l_i равны соответствующему числу шагов</p>

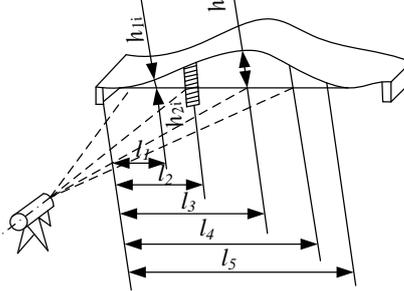
Продолжение таблицы 11

Наименование измеряемого параметра, метода и средства измерения	Схема	Формулы для вычисления измеряемого параметра
<p>3.2.1 Определение отклонения в угловой точке прямоугольного элемента относительно условной плоскости, проведенной через три другие угловые точки (пропеллерность или скручивание):</p> <p>а) методом прямого измерения линейкой или клиновым щупом отклонения в угловой точке элемента, установленного на четыре опоры, расположенные в одной плоскости (условной)</p> <p>б) методом измерений линейкой расстояний от каждой из четырех угловых точек элемента до плоскости отсчета с последующим вычислением отклонения от условной плоскости.</p> <p>В зависимости от положения элемента плоскость отсчета задается горизонтально нивелиром или вертикально теодолитом или двумя отвесами (отвес-рейками). Точность положения элемента относительно плоскости отсчета не регламентируется и определяется длиной измерительной линейки</p>	 <p>1 - отвес; 2 - шкала для отсчета</p>	$\delta x_{III} = a_{2i} - a_{1i}$ $\delta x_i = (h_1 - h_4) - (h_2 - h_3)$ при $h_3 = h_4 = h_0$ $\delta x_i = h_2 - h_1$
<p>3.2.2 Определение отклонения от условной плоскости по всей поверхности элемента:</p>		<p>Отклонение от плоскостности принимают равным наибольшему результату из измерений в четвертой угловой точке и в точке пересечения диагоналей</p>

Продолжение таблицы 11

Наименование измеряемого параметра, метода и средства измерения	Схема	Формулы для вычисления измеряемого параметра
<p>а) методом прямого измерения индикатором часового типа или щупом отклонения поверхности от условной плоскости, проведенной через три точки</p> <p>б) методом измерения линейкой расстояния от размеченных на поверхности элемента точек до линии отсчета, заданной струной, поверочной линейкой или контрольной рейкой на опорах равной высоты, устанавливаемых в размеченных точках по краям элемента. Точки, в которых производят измерения, располагают на контролируемой поверхности в местах пересечения продольных и поперечных сечений элемента из расчета 4-10 сечений на каждой его стороне в зависимости от размеров элемента, а также в местах пересечения проекций диагоналей на поверхности элемента</p>	 <p>1 - объект измерений; 2 - поверочная плита; 3 - щуп, индикатор</p>  <p>1 - проверяемая поверхность; 2 - струна; 3 - линейка; 4 - опоры для натяжения струны</p>	<p>Индикаторы настраивают на нулевой отсчет по поверочной плите</p> <p>Отклонение от плоскостности δx_i принимают равным: сумме абсолютных значений наибольшего из всех положительных и наибольшего из всех отрицательных отклонений δh_i в размеченных точках, если они имеют разные знаки; наибольшему по абсолютной величине из всех отклонений δh_i, если они имеют одинаковые знаки.</p> <p>Формулы и пример вычисления отклонений δh_i в каждой из размеченных точек от условной плоскости, проведенной через одну из диагоналей параллельно другой диагонали, приведены в ГОСТ 26433.1</p>
<p>в) методом измерения линейкой расстояний от размеченных на поверхности элемента точек до плоскости отсчета, заданной горизонтально нивелиром или вертикально теодолитом. Точки, в которых производят измерения, располагают на контролируемой</p>	 <p>1 - проверяемая поверхность;</p>	<p>Отклонение от плоскостности δx_i принимают равным: сумме абсолютных значений наибольшего из всех положительных и наибольшего из всех отрицательных отклонений δh_i в размеченных точках, если они имеют разные знаки;</p>

Наименование измеряемого параметра, метода и средства измерения	Схема	Формулы для вычисления измеряемого параметра
<p>поверхности в местах пересечения продольных и поперечных сечений элемента из расчета 4-10 сечений на каждой его стороне в зависимости от размеров элемента. Точность положения элемента относительно плоскости отсчета не регламентируется и определяется длиной измерительной линейки</p> <p>3.3 Отклонения от заданного профиля или поверхности сложной формы</p> <p>Измерения производят в размеченных на поверхности элемента точках и местах пересечения, характерных для контролируемой поверхности продольных и поперечных (радиальных и круговых и т.п.) сечений</p>	<p>2 - линейка; 3 - нивелир</p>	<p>наибольшему по абсолютной величине из всех отклонений δh_i, если они имеют одинаковые знаки. Формулы и пример вычисления отклонений δh_i в каждой из размеченных точек от условной плоскости, проведенной через одну из диагоналей параллельно другой диагонали, приведены в ГОСТ 26433.1</p> <p>Отклонение δh_i реального профиля от проектного принимают равным наибольшему по величине из всех измеренных значений зазора в контролируемом сечении</p>
<p>3.3.1 Прямое измерение линейкой, индикатором или щупом отклонений реального профиля от шаблона</p> <p>Окончание таблицы 11</p> <p>3.3.2 Определение отклонений от проектных значений действительных координат характерных точек реальной поверхности элемента, установленного в рабочее положение. Измерения выполняют прямыми или косвенными методами</p>	 <p>1 – проверяемая поверхность; 2 – шаблон; 3 – линия отсчета; 4 – щуп; 5 - сечения, в которых устанавливают шаблон; 6 – точки разметки на шаблоне, в которых проводят измерение зазора</p>	$\delta x_i = h_i - \delta h_{inom},$ <p>где h_i – действительное значение координаты; h_{inom} – номинальное значение координаты; $l_{1,...,n}$ – расстояния, соответствующие номинальным значениям координат</p>

Наименование измеряемого параметра, метода и средства измерения	Схема	Формулы для вычисления измеряемого параметра
с использованием нивелира и рейки или струны и линейки, гидростатического высотомера и т.д.		ты, размечаются от точки, принятой за начало координат по горизонтальной оси

Схемы и методы измерений, приведенные в данном разделе, реализуются на основе правил и требований к измерениям, принятым в МИ, и требований условия (10) и пункта 6.2 настоящего стандарта.

Примечание – Для реализации схем и методов приведённых в таблице 11 применяют нивелиры по ГОСТ 10528, теодолиты по ГОСТ 10529 или поверочные линейки по ГОСТ 8026 совместно со средствами линейных измерений (линейками, индикаторами и т.д.), а также оптические струны, визирные трубы, гидростатические высотомеры по действующим техническим условиям. Могут применяться также средства специального изготовления: контрольные рейки, отвес-рейки, струны из стальной проволоки диаметром 0,2-0,5 мм или синтетической лески диаметром 0,8-1,0 мм. При выборе средств измерений для измерения линейных величин руководствуются ГОСТ 26433.1, РД 50-98-86 [11].

7.9 Требования к местам, контрольным точкам, сечениям используемым при измерении длины, ширины, толщины, диаметра, угловым размерам, а также их отклонениям

7.9.1 В ППР следует устанавливать требования к местам, контрольным точкам, сечениям используемым при измерении длины, ширины, толщины, диаметра, угловым размерам, а также их отклонениям. Измерения следует проводить в двух крайних сечениях элемента на расстоянии 50 – 100 мм от краев, а при длине или ширине элемента более 2,5 м – и в соответствующем среднем его сечении.

7.9.2 Отклонения от прямолинейности на лицевой поверхности плоских элементов, следует измерять не менее чем в двух любых сечениях элемента, как правило, в направлении светового потока, падающего на эту поверхность в условиях эксплуатации.

7.9.3 Отклонения от прямолинейности боковых граней плоских элементов измеряют в одном из сечений вдоль каждой из граней, а для элементов цилиндрической формы – вдоль не менее двух образующих, расположенных во взаимно перпендикулярных сечениях. Отклонения от прямолинейности ребра элемента измеряют в сечениях по обеим поверхностям, образующим это ребро, на расстоянии не более 50 мм от него или непосредственно в месте пересечения этих поверхностей.

8 Геодезический контроль точности геометрических параметров зданий и сооружений

8.1 Организация геодезического контроля

8.1.1 Для контроля качества СМР на всех стадиях строительства подрядчику следует проводить геодезический контроль точности геометрических параметров зданий и сооружений.

Геодезический контроль точности геометрических параметров зданий и сооружений следует проводить на основе геодезических измерений:

- при всех видах контроля качества СМР;
- при освоении новых технологий монтажа конструкций или серий зданий и сооружений;
- при введении статистических методов определения уровня качества работы;
- по требованию арбитражных или контролирующих органов.

8.1.2 В соответствии с СП 126.13330 геодезический контроль точности геометрических параметров зданий (сооружений) включает в себя:

- измерения условных координат и их отклонений положения пунктов, точек, створов разбивочных осей. Примерные схемы разбивочных сетей даны в приложении И;
- измерения общих габаритов (расстояний между крайними осями) возводимых зданий, сооружений, соответствия положения элементов, конструкций и

частей зданий, сооружений относительно осей, ориентирных рисок и отметок, вынесенных в натуру трасс и отметок, инженерных надземных и подземных коммуникаций. Проверку проводят в процессе монтажа и после закрепления конструкций, но до засыпки траншей (при операционном контроле);

– измерения планового и высотного положения элементов, конструкций и частей зданий (сооружений), постоянно закрепленных по окончании монтажа (установки, укладки), а также фактического положения подземных инженерных сетей для использования результатов измерения в формировании исполнительной геодезической съемки элементов, конструкций и частей зданий, сооружений и положения подземных инженерных сетей.

Измерения при геодезическом контроле следует выполнять для определения действительного планового, высотного положения, а также отклонений от вертикали и отклонений по горизонтали положений конструкций, как на стадии временного закрепления конструкций, так и после окончательного их закрепления относительно разбивочных осей.

Примечание – В ППР, ППГР следует устанавливать требования к измерениям геометрических параметров, отражающих положение форм и оснастки, оказывающих влияние на точность положения конструкции при изготовлении непосредственно на монтажном горизонте здания, сооружения.

8.1.3 Согласно пункта 4.5 СП 126.1330 выполняемый подрядчиком геодезический контроль следует проводить в соответствии с требованиями, установленными в ППР, а при строительстве крупных, сложных объектов, а также высотных зданий и сооружений – в соответствии с требованиями ППГР.

8.1.3.1 ППР и ППГР разрабатывается генеральным подрядчиком на основании технического задания согласно пункта 4.6 и пункта 5.7 СП 48.13330, пунктов Г2, Г3 СП 126.1330 и раздела 7 СТО НОСТРОЙ 2.33.5.1 Форма технического задания на ППГР приведена в приложении К.

ППР, ППГР согласуется с заказчиком или с техническим заказчиком, а затем утверждается. ППГР разрабатывается с использованием решений, принятых в проекте организации геодезических работ (ПОГР), входящим в проект организации строительства (ПОС).

8.1.3.2 В соответствии с СП 126.13330 ППГР в полном объеме следует разрабатывать для любого строительства на городской территории, при строительстве на территории действующего предприятия, а также при строительстве в сложных природных и геологических условиях или по требованию органа, выдающего разрешение на строительство или выполнение строительномонтажных работ.

В остальных случаях по согласованному решению лица, осуществляющего строительство и заказчика, ППГР разрабатывается в неполном объеме.

8.2 Требования к точности измерений методам контроля выполняемых при геодезическом контроле геометрических параметров зданий

8.2.1 Требования к геодезическому контролю точности геометрических параметров, средства, методы, условия и число проводимых измерений, а также правила обработки их результатов должны обеспечивать необходимую точность и сопоставимость результатов определения действительных значений параметров для обеспечения соблюдения требований пункта 6.1.4 настоящего стандарта.

Значения предельных погрешностей построения межосевых размеров большепролётных промышленных сооружений приведены в приложении Л.

8.2.2 Требования к содержанию работ по контролю точности геометрических параметров необходимо принимать в соответствии с ГОСТ 23616, а в обоснованных случаях по ГОСТ 23615.

8.2.3 Содержание геодезического контроля точности геометрических параметров В ППР, ППГР следует устанавливать:

- соответствующие ссылки на аттестованные МИ в том числе и на рекомендуемые приведённые в приложениях А, Б, В, настоящего стандарта;
- технологические карты, содержащие аттестованные МИ;
- порядок регистрации, хранения, обработки и использования информации о результатах контроля.

Технологические документы, устанавливающие правила контроля точности геометрических параметров и их измерений, должны проходить метрологи-

ческий контроль специалистами организации подрядчика или специалистами сторонней организации, имеющими право проводить метрологическую экспертизу для сторонних юридических лиц и предпринимателей.

8.2.4 В зависимости от задач контроля, вида контролируемых конструкций элементов или операций, а также объемов производства контроль точности геометрических параметров устанавливается в соответствии с ГОСТ 23616 сплошным.

8.2.4.1 Порядок назначения в ППР или ППГР методов контроля геометрических параметров приведен в приложении М.

8.3 Содержание и проведение геодезического контроля геометрических параметров зданий и сооружений

8.3.1 При геодезическом контроле точности планового и высотного положения элементов, конструкций и частей зданий и сооружений, их вертикальности, положения анкерных болтов и закладных деталей на монтажном горизонте необходимо определять отклонения от знаков внутренней разбивочной сети здания (сооружения). Створы разбивочных осей, установочные риски на боковых гранях конструкций, реперы, марки и маяки или ориентиры, которые использовались при выполнении работ необходимо устанавливать в соответствии с СП 126.13330 от знаков разбивочной сети строительной площадки, внешней разбивочной сети здания или сооружения или от принятых в ППР долговременных контрольных пунктов. Перед началом работ необходимо проверить неизменность положения пунктов сети и ориентиров относительно координат, указанных в ведомостях координат передаваемых от заказчика.

8.3.2 Геодезическим контролем точности геометрических параметров строительных конструкций и элементов возводимых зданий и сооружений на монтажном горизонте следует определять действительное положение и отклонение контрольных точек горизонтальных продольных и поперечных осей или граней конструкций относительно принятых в ППР контрольных пунктов разбивочных осей.

8.3.3 Геодезическим контролем точности геометрических параметров строительных конструкций и элементов возводимых зданий и сооружений должно определяться положение и отклонение:

- опорных плоскостей конструкций относительно проектных требований по высоте;
- по вертикали монтируемых конструкций или элементов относительно вертикальной или наклонной плоскости, заданной проектом.

8.3.4 Общие положения к составу и содержанию раздела ППР и ППГР по геодезическому контролю точности геометрических параметров изложены в приложении Н.

8.3.5 Положения по проведению геодезической исполнительной съёмки и регистрации её результатов изложены в приложении П.

9 Регистрация результатов измерений, их обработка и формы представления

9.1 Обработка результатов многократных измерений

9.1.1 Обработка результатов многократных измерений направлена на получение в установленной форме результата измерения с известной характеристикой точности. Характеристики качества измерения следует регистрировать совместно с числовым значением результата измерения в соответствии с ПМГ 96, РМГ 43, ГОСТ 8.207, Р50.2.038.

Результатом прямого многократного измерения геометрического параметра x в каждом сечении или месте является среднее арифметическое значение \bar{x} из m результатов наблюдений x_j этого параметра, принимаемое за действительное значение x_i параметра x в данном сечении или месте

$$x_i = \bar{x} = \frac{\sum_{j=1}^m x_j}{m}, \quad (11)$$

где $i = 1 \dots n$ – число сечений или мест;

$j = 1 \dots m$ – число наблюдений в каждом сечении или месте.

При этом действительное отклонение δx_i параметра x от его номинального значения x_{nom} определяют по формуле

$$\delta x_i = x_i - x_{nom}. \quad (12)$$

При непосредственном измерении отклонения параметра x в качестве действительного отклонения δx_i принимают среднее арифметическое значение $\bar{\delta x}$ из m наблюдений δx_j этого отклонения в каждом установленном сечении или месте

$$\delta x_i = \bar{\delta x} = \frac{\sum_{j=1}^m \delta x_j}{m}. \quad (13)$$

9.1.2 Перед вычислением x_i и δx_i исключают результаты наблюдений, выполненных с грубыми погрешностями, и вводят поправки для исключения известных систематических погрешностей, в том числе возникающих из-за несоответствия условий измерения нормальным или принятым в МИ.

9.2 Формы представления результата измерения

9.2.1 Полученные результаты измерения после обработки следует представлять в формах, установленных ПМГ 96 и ГОСТ 8.207.

Результат измерений представляется именованным числом.

Пример – 100,00 мм; 20,01 м; 45°30'; 0°18'30" – именованные числа.

Совместно с результатом измерений должны быть представлены характеристики его погрешности и их статистические оценки. Точность измерения должна выражаться одним из следующих способов:

– интервалом, в котором с установленной вероятностью находится симметричная погрешность измерения $\tilde{A}, \pm\Delta, (P)$;

Пример – Результат измерения 35°18'30," $\Delta \pm 30"$, $P=0,96$.

Примечание – При однократном измерении результат представляется по форме $\tilde{A}, \pm\Delta, (P)$, где погрешность измерения принимается из характеристик точности средства измерения или МИ.

– интервалом, в котором с установленной вероятностью находится систематическая составляющая погрешность измерения

$$\tilde{A}, \text{ от } \Delta_{inf}, \text{ до } \Delta_{sup}, P, \quad (14)$$

где: \tilde{A} – результат измерения в единицах измеряемой величины;

Δ_{sup} – соответственно абсолютная погрешность измерения с нижней и верхней ее границами в тех же единицах измерения;

P – вероятность, с которой погрешность измерения находится в этих границах;

Пример – Результат измерения 1210 мм, $\Delta_{inf} = 1$, $\Delta_{sup} = 2$ мм, $P=0,95$.

– средним квадратическим отклонением случайной составляющей погрешности измерения

$$\tilde{A}, S(\tilde{A}), P, \quad (15)$$

где $S(\tilde{A})$ – оценка среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности измерения в единицах измеряемой величины;

Пример – Результат измерения 1210 мм, $S(\tilde{A})=2$ мм, $P=0,95$.

– при отсутствии данных о виде функций распределений составляющих погрешности результата и необходимости дальнейшей обработки результатов или анализа погрешностей результаты измерений представляют в форме $\tilde{A}, S(\tilde{A}), n, \Theta, P$.

Пример – Результат измерения 1210 мм, $S(\tilde{A}) = 2$ мм, количество измерений $n=20$ в течение 58 мин., $\Theta = 2$ мм, $P=0,95$.

9.2.2 Значение результата измерения должно оканчиваться цифрами того же разряда, что и значение погрешности или расширенной неопределенности для обеспечения уровня доверия.

Характеристики качества измерений представляют числом, содержащим не более двух значащих цифр. Для промежуточных результатов расчёта характеристик качества измерений рекомендуется сохранять третью значащую цифру. При записи окончательного результата третью значащую цифру округляют в большую сторону. Допускается характеристики качества измерений представлять числом, содержащим одну значащую цифру. В этом случае вторую значащую цифру округляют в большую сторону, если цифра последующего не указываемого младшего разряда равна или больше пяти, или в меньшую сторону, если эта цифра меньше пяти.

Вычисленные угловые величины записываются с округлением до 0,1 значащей цифры наименьшего разряда данного числа (размера), линейные до 0,01 м и превышения – до 0,001 м.

Значение доверительной вероятности может быть повышено за счет увеличения количества измерений до 50 и более. Для высокоточных рабочих измерений может быть достигнуто значение доверительной вероятности 0,98. Получение результатов измерений с заданным значением доверительной вероятности выполняется в соответствии с техническим заданием на ППР или ППГР.

9.2.3 Согласно ПМГ 96, Р 50. 2. 038, в качестве характеристики точности результата измерения стороны по договору могут принимать неопределённость измерения, что фиксируется в договоре или при согласовании ППР, ППГР.

9.2.4 Если результат прямых многократных измерений получен согласно положению второго абзаца пункта 5.1.4 РМГ 91 по методике, когда характеристики качества измерения оценивались в процессе самих измерений или непосредственно перед ними, то результат следует представлять с характеристиками качества измерения с приведением значений погрешности или неопределённости измерений, определенных в соответствии с ГОСТ 8.207, ПМГ 96, Р 50.2.038.

9.2.5 Допускается представление результата измерений доверительным интервалом, покрывающим с известной доверительной вероятностью истинное значение измеряемой величины. В этом случае статистические оценки характеристик погрешности измерения отдельно не указываются.

Примечание – Такая форма представления результатов измерений допускается в случаях, когда характеристики погрешности измерений заранее не установлены и погрешность измерений оценивается в процессе самих измерений или непосредственно перед ними.

9.2.6 Совместно с результатами измерений могут приводиться дополнительные данные и условия измерений.

9.2.6.1 Представление результатов измерений изменяющейся во времени измеряемой величины может сопровождаться указаниями моментов времени, соответствующих каждому из представленных результатов измерений. При

этом началом шкалы времени может служить любой момент времени, принятый для данного измерения в качестве начального.

9.2.6.2 Представление результатов измерений, полученных как среднее арифметическое значение результатов многократных наблюдений, должно сопровождаться указанием числа наблюдений и интервала времени, в течение которого они проведены. Если измерения, при которых получены данные результаты, проводятся по аттестованной методике измерений, вместо указания числа наблюдений и интервала допускается давать ссылку на этот документ.

Пример – Результат измерения 10,36 м. Характеристики погрешности и условия измерений – по аттестованной методике измерений. Свидетельство об аттестации №12 от 06.05.2008 г.

9.2.6.3 Для правильной интерпретации результатов и погрешности измерений, полученных по данной методике измерений, могут приводиться физическая модель объекта измерений и ее параметры, принятые в качестве измеряемых величин.

Примечания

1. По результатам измерений, при контроле качества построения заказчиком геодезической плановой и высотной опорной сети строительной площадки, внешней разбивочной сети здания, сооружения подрядчику следует оценить соответствие перечисленных сетей проекту и при необходимости откорректировать следующие материалы:

- схемы съемочного обоснования;
- материалы поверки, компарирования средств измерений;
- полевые журналы измерения или распечатанные протоколы измерения с электронных носителей, полученных блоков памяти применяемых средств измерений;
- ведомости вычисления координат и высот контрольных пунктов и точек, реперов;– абрисы точек, закрепленных на долговременную сохранность(ведомости брошюруются в тетради и оформляются титульным листом, на оборотной стороне которого дается оглавление);
- каталог координат и высот точек, закрепленных на долговременную сохранность.

Вместо полевых журналов могут быть представлены документированные результаты обработки измерений (ведомости и каталоги), выполненные электронными тахеометрами и цифровыми нивелирами по встроенным в приборы программам.

3. Вычисление рабочих координат и высот реперов (по результатам измерений) должны производиться в расчётных ведомостях, затем сводятся в каталоги по форме, принятой договором. Каталоги координат внутренней разбивочной сети здания или сооружения, контрольных точек осей, конструкций строительных элементов, протоколы измерений и ведомости расчёта координат и отклонений контрольных точек от проектного положения для каждого монтажного горизонта, следует включать в состав исполнительной документации для обоснованного решения о соответствии качества строительства объекта проекту.

10 Оценка соответствия точности измерений

10.1 На основании протокола измерений подрядчику следует выполнить оценку соответствия качества (точности) измерений данного геометрического параметра установленным требованиям. Определение характеристик качества (точности) для прямых многократных измерений выполняют в соответствии с ГОСТ 8.207 и Р 50.2.038[12] в порядке, приведенном в приложении Д.

10.1.1 Качество (точность) измерений следует считать достигнутым, если числовое значение погрешности результата прямых многократных измерений $\Delta(P)$ не превышает числового значения предельной погрешности измерения Δx_{pr} , вычисленной в соответствии с пунктом 6.1.3 данного стандарта в единицах измеряемой величины

$$\Delta(P) \leq \Delta x_{pr}, \quad (16)$$

или если числовое значение расширенной неопределенности результата измерений $U(P)$ не превышает числового значения предельной погрешности.

$$U(P) \leq \Delta x_{pr}. \quad (17)$$

10.1.1.1 Оценка соответствия точности измерений, где точность измерений характеризуется интервалом погрешности, в котором с установленной вероятностью находится погрешность измерения, то для по отношению к предельной погрешности измерения следует использовать численные значения нижней и верхней ее границами абсолютной погрешности измерения, соответственно Δ_{inf} и Δ_{sup} , представляемых в тех же единицах измерения, что и измеряемая

величина. Критерием качества измерения следует рассматривать выполнение условия

$$\Delta_{inf}(P) < \Delta_{sup}(P) \leq \Delta x_{pr}, \quad (18)$$

Примечание – Подрядчику следует устанавливать в ППР, ППГР числовое значение предельной погрешности измерения для каждого контролируемого геометрического параметра и особенности проведения оценки точности измерений, исходя из требований ГОСТ 26433.0 или для условий конкретной строительной площадки, строящегося объекта в соответствии с ГОСТ 17123.1 – ГОСТ 17123.8. Например, при выполнении разбивочных работ оценку точности измерений следует проводить подрядчику каждый раз до и после измерений в соответствии с требованиями ППР, ППГР.

11 Использование характеристик точности измерений при оценке соответствия геометрических параметров зданий и сооружений требованиям проектной документации

11.1 При соблюдении точности измерений требованиям раздела 10 настоящего стандарта геометрический параметр следует считать соответствующим проектным требованиям, если результат измерения данного параметра отвечает условиям (1) и (2).

11.1.1 Подрядчику следует установить в ППР, ППГР порядок проведения повторных измерений, направленных на повышение точности измерений, которые будут являться основанием для оценки соответствия точности данного геометрического параметра, если значение геометрического параметра находится у нижней или верхней границы допуска и одна из сумм значения результата измерения со значением нижней границы погрешности или со значением верхней границы выходит за значение границы допуска, установленного ППР, ППГР для данного геометрического параметра.

11.2 При повторных или арбитражных измерениях для повышения точности измерения подрядчику следует внести изменения в ППР, ППГР, предусмотрев более точные МИ, или увеличить число измерений для уменьшения слу-

чайной погрешности. После внесения изменений в ППР, ППГР проводятся повторные измерения.

11.2.1 При необходимости подрядчик для прямых однократных измерений может установить в ППР, ППГР порядок определения точности измерений для конкретных полевых условий данной строительной площадки в зависимости от применяемых типов оптических средств измерений в соответствии с ГОСТ Р ИСО 17123.1 – ГОСТ Р ИСО 1723.8. Положения по определению оценки точности измерений в полевых условиях приведены на примере оптического нивелира в приложении Д настоящего стандарта.

11.3 В ППР подрядчику следует установить порядок окончательного решения по результатам повторных более точных измерений.

11.3.1 Если повышение точности повторных измерений геометрического параметра привело к числовому значению результата измерений, который входит в интервал допуска, установленного в ППР, то следует считать, что точность геометрического параметра соответствует требованиям проектной и технологической документации.

11.3.2 Если при повторных, более точных измерениях, результат измерений не отвечает условиям (1), (2), то подрядчику следует признать точность геометрического параметра не соответствующей требованиям проектной и технологической документации строящегося здания, сооружения. В этом случае СМР подлежат корректировке или выполнению вновь, или разработчиком проекта вносятся изменения в проектную документацию с проведением необходимых экспертиз и согласований, на основании чего проводят изменения в ППР, ППГР.

Приложение А

(рекомендуемое)

Методика измерения условных горизонтальных координат контрольных точек разбивочных осей и их отклонений от проектных требований на исходном и монтажных горизонтах электронным тахеометром с пунктов внешней и внутренней разбивочных сетей при возведении зданий и сооружений

А.1 Область применения

А.1.1 Настоящий документ устанавливает требования к методике измерения для определения горизонтальных условных координат контрольных точек разбивочных осей и их отклонений от проектного положения на исходном и монтажных горизонтах электронным тахеометром с пунктов внешней и внутренней разбивочных сетей при строительстве зданий и сооружений.

А.1.2 Методика применяется при строительстве зданий и сооружений любой этажности и конфигурации при наличии прямой видимости с пунктов разбивочной сети на контролируемые точки разбивочных осей (контрольные точки) для достижения соответствия объекта строительства требованиям проектной и технологической документации.

А.1.3 Измерениям подлежат координаты горизонтального положения контрольных точек разбивочных осей на исходном и монтажных горизонтах, к точности и месту расположения которых установлены требования в ППР или ППГР, технологической документации на строительство, реконструкцию, капитальный ремонт зданий и сооружений.

Примечание – Данная методика измерений применяется также для контроля значений координат и их отклонений контрольных точек при оценке соответствия требованиям к допускаемым отклонениям, установленным ГОСТ 21779, для горизонтальных разбивочных осей второго класса точности строительства на исходном и монтажном горизонтах, а также соответствия требованиям к разбивочным осям других классов, у которых значения допускаемых отклонений больше, чем допускаемые отклонения для осей второго класса. Допускается использование данной методики с применением более точных или равноточных средств измерений, обеспечивающих точность линейных и угловых измерений указанную в таблице А1.

А.2 Требования к показателям точности измерений

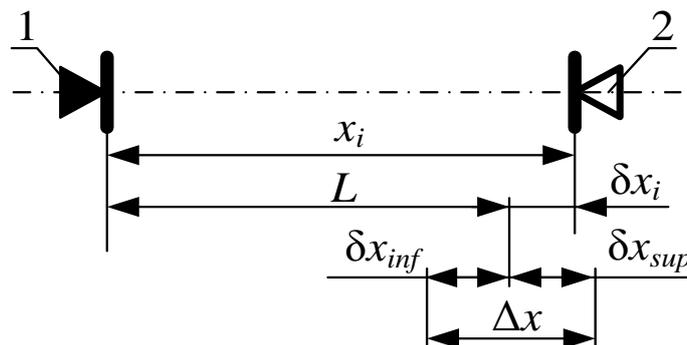
А.2.1 Абсолютная погрешность измерений по данной методике при определении горизонтальных, условных координат контрольных точек планового положения разбивочных

осей и их отклонений от проектного положения на исходном и монтажных горизонтах по диапазонам измерения расстояний составляет:

- $\pm 0,6$ мм в диапазоне измерений расстояний до 4000 мм;
- $\pm 0,9$ мм в диапазоне измерений расстояний от 4000 до 8000 мм;
- $\pm 1,5$ мм в диапазоне измерений расстояний от 8000 до 16000 мм;
- $\pm 2,3$ мм в диапазоне измерений расстояний от 16000 до 25000 мм;
- $\pm 4,0$ мм в диапазоне измерений расстояний от 25000 до 40000 мм;
- $\pm 6,3$ мм в диапазоне измерений расстояний от 40000 до 60000 мм;
- $\pm 9,5$ мм в диапазоне измерений расстояний от 60000 до 100000 мм;
- $\pm 10,0$ мм в диапазоне измерений расстояний от 100000 до 160000 мм.

Методика применяется для определения координат контрольных точек на расстоянии L , не превышающем 160 м.

Схема отклонений и допусков при измерении расстояний до контрольных точек и осей показана на рисунке А.1.



- 1 – ориентир, принимаемый за начало отсчета;
- 2 – ориентир, устанавливаемый в результате разбивки

Рисунок А.1 – Схема допусков и предельных отклонений условных координат контрольных точек и осей в плане

А.3 Требования к средствам измерения

А.3.1 Для обеспечения измерений, соответствующих второму классу точности, применяются средства измерения и вспомогательные устройства, приведенные в таблице А.1

Таблица А.1 – Перечень применяемых средств измерения и вспомогательных устройств

Наименование средств измерения и вспомогательных устройств	Шифры ГОСТ, в соответствии с которыми выпускают средства измерения, вспомогательные устройства	Метрологические, технические характеристики средства измерения
1 Электронный тахеометр	ГОСТ 51774-2001	Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерения угла одним приёмом: – горизонтального угла $\alpha = 0,5''$; – точность измерения расстояния на отражающую пленку $\sigma x_l = 0,5 + 10^{-6}D$; – средняя квадратическая погрешность центрирования – 0,2 мм
2 Штатив ШР160 (3 шт.)	ГОСТ 11897-94	Штативы должны выдерживать крутящие моменты, значения которых приняты в паспорте на тахеометр, но не менее 1 Н
3 Трегер (2 шт.)	В комплекте с прибором	
4 Адаптер (2 шт.)	В комплекте с прибором	Адаптер должен быть оснащен оптическим центром и цилиндрическим уровнем. Средняя квадратическая погрешность центрирования – 0,2 мм
5 Визирная марка с пластиковым отражателем (2 шт.)	В комплекте с прибором	Марка должна содержать пластиковый отражатель

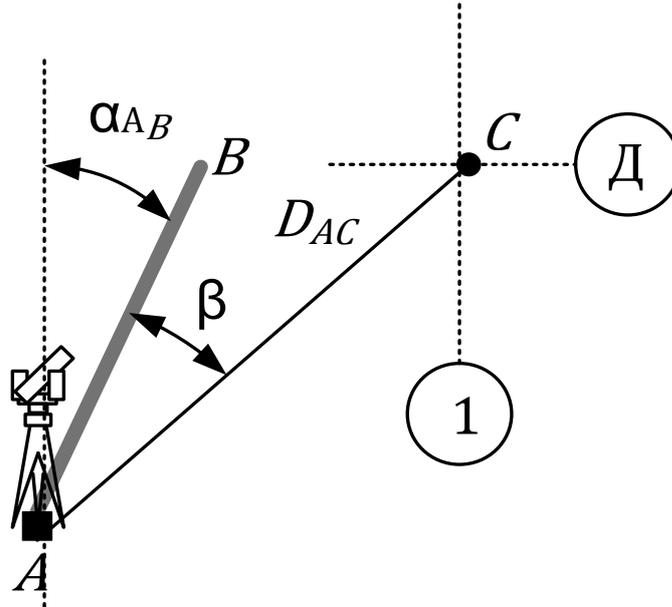
А.4 Метод измерения

А.4.1 Измерения по определению горизонтальных, условных координат контрольных точек планового положения разбивочных осей и их отклонений от проектного положения на исходном и монтажных горизонтах относительно установленных проектом с точностью второго класса выполняют методом полярных координат (далее сокращённо - полярный метод).

А.4.2 В методе полярных координат положение любой точки на плоскости определяется относительно исходной точки (полюса) с помощью семейства лучей с началом в полюсе, один из которых фиксируется как полярная ось, по двум параметрам – радиусу D_{AC} и полярному углу β , который находится по измерению углов направлений исходной стороны и направления на контролируемую точку (рисунок А.2).

А. 4.3 Измерения по методу полярных координат выполняются в следующее последовательности. Тахеометр устанавливают и центруют его вертикальную ось над точкой А (пункт разбивочной сети). Поворачивая тахеометр по ходу часовой стрелки, ориентируя зрительную трубу тахеометра точно наведём на точку В (пункт разбивочной сети), снимают показания значений горизонтального угла α_B направления В исходной стороны, затем плавно поворачивают тахеометр по ходу часовой стрелки наводим зрительную трубу на точку С (

контролируемая точка), перемещая винтами точной настройки до совмещения перекрестия сетки нитей зрительной трубы с центром отражателя. Снимают показания значений горизонтального угла α_C направления С и проводят измерение горизонтального расстояния D_{AC} . Результаты наблюдений, выполненные тахеометром при круге «право» (КП) составляют один приём.



① ② Д плановые разбивочные оси здания или сооружения; пересечение осей является одной из контрольных точек

Рисунок А.2 – Схема измерений по методу полярных координат

Из решения обратной геодезической задачи, используя координаты точки А (x_A, y_A) и точки В (x_B, y_B), вычисляется дирекционный угол α_{AB} стороны АВ

$$\alpha_{AB} = \arctg \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}. \quad (\text{A.2})$$

Из решения прямой геодезической задачи с использованием измеренных данных вычисляются действительные (фактические) прямоугольные плановые координаты точки С (x_{C_d}, y_{C_d})

$$x_{C_d} = D_{AC} \cdot \cos(\alpha_{AB} + \beta), \quad (\text{A.3})$$

$$y_{C_d} = D_{AC} \cdot \sin(\alpha_{AB} + \beta). \quad (\text{A.4})$$

Разность между действительными и номинальными координатами точки С позволяет оценить соответствие планового положения точки С, закрепляющей точку пересечения разбивочных осей, проектным требованиям

$$dx = x_{C_d} - x_{C_{ном}}, \quad (\text{A.5})$$

$$dy = y_{C_d} - y_{C_{ном}}, \quad (\text{A.6})$$

где $x_{C_{ном}}$, $У_{C_{ном}}$ – значения, принятые проектом.

А.5 Требования безопасности и охраны окружающей среды

А.5.1 При выполнении геодезических измерений на строительном объекте следует руководствоваться правилами техники безопасности, изложенными в инструкциях по охране труда в составе эксплуатационной документации на тахеометр и инструкциях, разработанных и утвержденных в установленном порядке для профессий и должностей работников, привлекаемых к измерениям по данной методике измерений.

А.5.2 Охрана труда и техника безопасности при выполнении геодезических работ регламентируется стандартами или рабочими инструкциями и инструкциями по охране труда на данную работу, в том числе в составе ППР, ППГР.

А.5.3 К измерениям, проводимым в соответствии с данной методикой, допускается в установленном порядке персонал, отвечающий требованиям по квалификации, в возрасте не моложе 18 лет, прошедший периодическое медицинское освидетельствование. Персонал обязан пройти первичный, периодический инструктаж по охране труда и инструктаж на новом рабочем месте.

А.5.4 Рабочий персонал должен быть одет в исправную спецодежду, обязан знать правила работы с применяемыми средствами измерений, техническими и вспомогательными устройствами, особенности работы на строящемся объекте.

А.5.5 Перемещение персонала с приборами должно осуществляться по лестничным маршам, имеющим ограждения. Лестницы, настилы, поручни ограждения должны быть в исправном состоянии и надежно закреплены. Нельзя ходить по опалубке, по лестницам, ступеньки которых не очищены от грязи, снега и льда. Запрещается перемещаться по вертикали, пользуясь тросом, канатом, а также по краю монтажного горизонта, перемышкам, перегородкам, капитальным стенам. Возможные маршруты, проходы передвижения должны быть предварительно осмотрены с целью исключения возможной опасности для здоровья персонала, выполняющего измерения.

А.5.6 При работе геодезиста на монтажном горизонте все проёмы и отверстия должны быть закрыты или ограждены.

А.5.7 Запрещается выполнять геодезические работы:

- с применением неисправных или случайных вспомогательных технических устройств;
- при сильном порывистом ветре силой в 6 и более баллов;

– при сильном снегопаде, дожде, тумане, слабой освещенности и других условиях, ограничивающих видимость, при гололедице;

– без предохранительных касок и поясов на монтажном горизонте в зоне выполнения монтажных работ и действия башенного крана.

А.5.8 Для предотвращения взрыва запрещается использовать электронный тахеометр в условиях высокой концентрации пыли или пепла, в местах с недостаточной вентиляцией, вблизи от легко воспламеняющихся веществ и материалов или в среде, имеющей запах или другие признаки наличия паров легко воспламеняющихся веществ.

А.5.9 Для предотвращения потери зрения запрещено смотреть на солнце через зрительную трубу.

А.5.10 Измерения возможны только при исправных средствах измерений и их оснастки персоналом, изучившим эксплуатационную документацию и прошедшим стажировку и оценку знаний работы с данным средством измерений и его вспомогательными устройствами.

А.6 Требования к квалификации операторов

К выполнению измерений и (или) обработке их результатов допускаются лица, имеющие квалификацию, отвечающую требованиям общероссийского классификатора профессий и должностей рабочих и служащих по роду выполняемых функций, включающих измерения по контролю качества СМР. Это мастер строительного участка, производитель работ на строительном участке, геодезист, инженер по техническому надзору за работами в строительстве, которые периодически проходят повышение квалификации и аттестацию.

А.7 Требования к условиям измерения

А.7.1 При выполнении измерения условия измерений должны отвечать требованиям эксплуатационной документации на применение средств измерения.

Примечание – В общем случае работа с тахеометром допускается при следующих значениях климатических факторов:

- а) температура окружающей среды от минус 20°С до плюс 30°С;
- б) относительная влажность воздуха до 85% при температуре плюс 20°С;
- в) атмосферное давление от 600 до 1070 кПа.

А.7.2 Запрещается работать при дожде, снегопаде, гололёде. Для ослабления влияния внешней среды на точность измерения их необходимо выполнять в период спокойных изо-

бражений и при малых колебаниях визирных целей, в утреннее и вечернее время. Полуденный период (с 12 до 14 часов) должен быть исключен из наблюдений.

А.7.3 При работе необходимо так выбирать опорные пункты, чтобы угол β не превышал 90° и измеряемое расстояние не превышало длины исходной стороны.

А.8 Подготовка к выполнению измерения

А.8.1 При подготовке к выполнению измерения проводят работы, перечисленные ниже.

А.8.1.1 До начала работы тахеометр должен быть поверен, отъюстирован, его аккумулятор заряжен. Перед выполнением измерительных работ на объекте должны быть выполнены все подготовительные операции, включающие:

- осмотр местности и выбор оптимальных условий измерения с целью обеспечения соблюдения требований по технике безопасности при выполнении измерений;

- установку тахеометра на ориентирном пункте разбивочной сети, точность построения которого определена проектом в системах координат субъектов Российской Федерации или в условных координатах при работе на монтажном горизонте, ориентирование отражателей над контролируемыми точками;

- установку параметров измерения тахеометра;

- ручную индексацию вертикального круга тахеометра;

- подготовку полевого и электронного журнала.

А.8.1.3 Установка штатива тахеометра и визирной марки выполняется максимально точно над отметкой центра исходного или контролируемого пункта таким образом, что бы пузырек горизонтального уровня адаптера был симметрично на центральной нулевой отметке, а затем в соответствии с эксплуатационной документацией изготовителя с помощью оптического центрира была выполнена центровка тахеометра или оси отражающей марки с точностью 0,2 мм. После установки прибора необходимо убедиться в устойчивости и прочности штатива и, что к нему исключено прикосновение посторонних предметов до завершения измерений.

А.8.1.4 При установке параметров наблюдений, согласно эксплуатационной документации на средство измерений, должны быть обязательно включены следующие опции:

- компенсатор (Г, В);

- ошибка компенсатора;

- поправка за коллимацию;

- поправка за кривизну и рефракцию;

- разрешение по углу – 0,5";

- разрешение по расстоянию – 0,1 мм;
- поправка «призмы»;
- атмосферная поправка – давление/температура/влажность.

А.8.1.5 Подготовка полевого журнала включает:

- нумерацию страниц, их число должно быть заверено руководителем работ;
- составление схемы наблюдений с указанием ориентировки отражателей;
- регистрацию в журнале установленных формой журнала номера прибора, указание фамилии исполнителя, данных о погодных условиях, даты наблюдения, сведения об аттестации МИ.

А.8.1.6 Подготовка электронного журнала, согласно эксплуатационной документации на средство измерений, включает:

- создание нового или открытие существующего файла работ с достаточным объёмом свободной электронной памяти в компьютере тахеометра;
- установку масштабного коэффициента;
- установку идентификатора точки;
- измерение расстояний – точных, усредненных из 3-х измерений;
- измерения, выполняемые при двух кругах L и R ;
- допуск по горизонтальному кругу – 3";
- допуск по вертикальному кругу – 5";
- допуск по расстоянию – 1 мм.

А.8.1.7 Установить винты точной наводки в среднее положение.

А.8.1.8 Для равномерного распределения смазки выполнить несколько оборотов корпуса тахеометра вокруг вертикальной оси относительно опорного стола тахеометра.

А.8.1.9 Отфокусировать сетку нитей.

А.9 Порядок выполнения измерения

А.9.1 Для определения горизонтальных, условных координат контрольных точек планового положения разбивочных осей и их отклонений от проектного положения на исходном и монтажных горизонтах относительно установленных проектом с точностью второго класса производятся измерения линейных и угловых величин.

А.9.2 При выполнении измерений линейных и угловых величин устанавливается следующая последовательность измерений.

А.9.2.1 Грубо наводят зрительную трубу тахеометра при круге L на точку B (рисунок А.2), располагая вертикальную нить слева от точки B .

А.9.2.2 Винтами точной наводки выполняют точное наведение на точку B при круге L (лево). Снимают показания значения горизонтального угла согласно эксплуатационной инструкции на тахеометр.

А.9.2.3 При наведении необходимо соблюдать следующие правила:

- закрепительные винты трубы завёрнуты до первичного касания упора без усилия, чтобы вращение трубы было плавным и исключались люфт и резкое перемещение от усилия оператора, перемещать зрительную трубу на центр отражателя до совмещения перекрестия сетки нитей зрительной трубы с центром отражателя;

- уклонение пузырька уровня от нуля пункта во время измерения не должно быть более 1 деления;

- точное наведение на визирную цель вертикальной нитью трубы должно заканчиваться плавным ввинчиванием винта до совпадения визируемой цели с вертикальной нитью.

Если при этом нить переходит через предмет, то наведение выполняют снова.

А.9.2.4 Обнуляют отсчет по горизонтальному кругу.

А.9.2.5 Записывают в журнал (рисунок А.3) отсчёт по горизонтальному кругу на точку $B - \alpha_L$ с точностью до 1".

А.9.2.6 Поворачивая тахеометр по часовой стрелке в наводят зрительную трубу тахеометра на контролируемую точку C .

А.9.2.7 Выполняют измерения горизонтального расстояния на D_{LAC} .

А.9.2.8 Записывают в журнал отсчёт по горизонтальному кругу на точку $C - \alpha_{LC}$ и горизонтальное расстояние D_{LAC} , полученное как среднее значение из трех измерений данного расстояния с точностью до 0,1 мм.

А.9.2.9 Переводят трубу через зенит и поворачивают тахеометр на 180° по ходу часовой стрелки.

А.9.2.10 Винтами точной наводки выполняют точное наведение на точку C при круге R (право).

А.9.2.11 Выполняют измерения горизонтального расстояния на D_{RAC} . Записывают в журнал отсчёт по горизонтальному кругу на точку $C - \alpha_{RC}$ и горизонтальное расстояние D_{RAC} , полученное как среднее значение из трёх измерений данного расстояния.

А.9.2.12 Вращая тахеометр по часовой стрелке, наводят зрительную трубу тахеометра на точку B .

А.9.2.13 Записывают в журнал отсчёт по горизонтальному кругу на точку $B - \alpha_{RB}$.

А.9.2.14 Действия, указанные в пунктах А.9.2 – А.9.10, составляют один приём.

А.9.2.15 При проведении контрольных измерений, в соответствии с ГОСТ 26433.0, наблюдения выполняются двумя приёмами. Во втором приёме для уменьшения ошибки цен-

трирования и редукции выполняется новое центрирование прибора и марок. Перед центрированием трегер должен быть повернут на 180° относительно оси.

А.9.2.16 В таблице А.2 приведены допуски, в пределах которых должны находиться результаты измерений горизонтальных углов и расстояний.

Таблица А.2 – Допуски результатов измерения горизонтальных углов и расстояний

Элементы измерения, к которым установлен допуск	Допуск
Расхождение значений одного и того же угла, полученного из двух полуприёмов	8"
Колебание значений угла, полученного из разных приёмов	5"
Колебание $2C$ в приёме	20"
Расхождение значений одного и того же расстояния, полученного из двух полуприёмов	0,8 мм
Колебание значений одного и того же расстояния, полученного из разных приёмов	0,6 мм

А.9.3 При выполнении измерений в координатах последовательность измерений должна быть следующей:

А.9.3.1 Ввод в память прибора координат для точек A и B .

А.9.3.2 Зрительная труба тахеометра грубо наводится при круге L на точку B (рисунок А.2.), располагая вертикальную нить слева от точки B .

Винтами точной наводки выполняют точное наведение на точку B при круге L (лево)

А.9.3.3 Выполняют ориентирование тахеометра на точку B (установка значения дирекционного угла линии AB).

А.9.3.4 Выполняют измерения координат на точку B и записывают в журнал (рисунок А.4) координаты точки B (x_{LB}, y_{LB}) с точностью до 0,1 мм.

А.9.3.5 Вращая тахеометр по часовой стрелке, наводят зрительную трубу тахеометра на точку C .

А.9.3.6 Выполняют измерения координат на точке C и записывают в журнал (рисунок А.4) координаты точки C (x_{LC}, y_{LC}) с точностью до 0,1 мм.

А.9.3.7 Переводят зрительную трубу через зенит и поворачивают тахеометр на 180° по ходу часовой стрелки.

А.9.3.8 Винтами точной наводки выполняют точное наведение на точку C при круге R (право).

А.9.3.9 Выполняют измерения координат на точке B и записывают в журнал координаты точки B (x_{RB}, y_{RB}).

А.9.3.10 Вращая тахеометр по часовой стрелке, наводят зрительную трубу тахеометра на точку *B*.

А.9.3.11 Выполняют измерения координат на точке *B* и записывают в журнал координаты точки *C* (x_{RC}, y_{RC}).

А.9.3.12 Действия, указанные в пунктах А.9.3.1– А.9.3.11, составляют один приём.

А.9.3.13 Выполняют действие п. А.9.2.15.

А.9.3.14 В таблице А.3 приведены допуски, в пределах которых должны находиться результаты измерения координат.

Таблица А.3 – Допуски результатов измерения координат

Элементы измерений, к которым относится допуск	Допуск
Расхождение значений координат, полученных из двух полуприёмов	0,8 мм
Колебание значений угла, полученного из разных приёмов	0,5 мм
Колебание $2C$ в приёме	20"
Расхождение значений одного и того же расстояния, полученного из двух полуприёмов	0,8 мм
Колебание значений одного и того же расстояния, полученного из разных приёмов	0,6 мм

А.9.4 Алгоритм измерения при выполнении измерения набором наблюдений следующий.

А.9.4.1 Перед выполнением измерения необходимо обязательно установить согласно эксплуатационной документации следующие параметры набора наблюдений:

- метод сбора наблюдений – «направление»;
- количество наборов – «2»;
- количество повторных измерений расстояний – «3»;
- порядок сторон инструмента– «F1F2/F2F1»;
- порядок наблюдения – «123...321»;
- список наблюдаемых точек – «да».

А.9.4.2 Вводят и подтверждают список наблюдаемых точек.

А.9.4.3 Грубо наводят зрительную трубу тахеометра при круге *L* на точку *B* (рисунок А.2), располагая вертикальную нить слева от точки *B*.

А.9.4.4 Винтами точной наводки выполняют наведение на точку *B* при круге *L* (лево).

А.9.4.5 Выполняют измерения на точке *B*.

А.9.4.6 Далее выполняют действия, аналогичные пунктам А.9.2.6 – А.9.2.15, без фиксации всех результатов измерения в «бумажном» журнале в условиях строительной площадки с последующей обработкой в установленной форме в условиях инженерного офиса.

А.10 Обработка результатов измерений

А.10.1 Все полевые измерения по определению координат контрольных точек и их отклонений записывают в бумажные журналы установленной формы или в электронный журнал (память тахеометра, для последующей печати).

Результаты измерения горизонтальных углов и расстояний регистрируются в журнале измерений (рисунок А.3).

Результаты координатных измерений, полученные полярным методом, регистрируются в журнале координатных измерений полярным методом (рисунок А.4).

А.10.2 При записи в бумажный журнал (рисунки А.3 и А.4) запись ведут простым карандашом или шариковой ручкой разборчиво и аккуратно. Неправильную запись зачеркивают так, чтобы её можно было прочитать, и сверху делают правильную запись. При исправлении чисел зачеркивают всё число, а не отдельные цифры, и сверху пишут полностью новое.

А.10.3 Обработка результатов измерений одного приёма (рекомендуемая форма журнала регистрации и обработки измерений рисунок А.3) проводится по следующей схеме.

А.10.3.1 Вычисляется значение удвоенной коллимационной ошибки из отсчётов на точке *B* при КЛ и КП

$$2C = (\alpha_{RB} - 180 - \alpha_{LB})/2. \quad (A.7)$$

А.10.3.2 Вычисляется среднее значение из отсчётов горизонтального угла на точке *B* при КЛ и КП

$$\alpha_{Bcp} = (\alpha_{RB} - 180 + \alpha_{LB})/2. \quad (A.8)$$

А.10.3.3 Вычисляется значение удвоенной коллимационной ошибки из отсчётов на точке *C* при КЛ и КП

$$2C = (\alpha_{RC} - 180 - \alpha_{LC})/2. \quad (A.9)$$

А.10.3.4 Вычисляется среднее значение из отсчётов горизонтального угла на точке *B* при КЛ и КП

$$\alpha_{Ccp} = (\alpha_{RC} - 180 + \alpha_{LC})/2. \quad (A.10)$$

А.10.3.5 Вычисляется значение горизонтального угла β из первого приёма

$$\beta_1 = \alpha_{Ccp} - \alpha_{Bcp}. \quad (A.11)$$

А.10.3.6 Вычисляется значение разности расстояний на точке *C* при КЛ и КП

Журнал регистрации измерений горизонтальных углов и расстояний полярным методом
№ _____

(Цель, назначение измерения)

Организация исполнитель: _____

Руководитель работ _____ / ФИО/

Исполнитель, должность _____ / ФИО/

Представитель заказчика, должность _____ / ФИО/

Наименование здания сооружения и его адрес _____ проект _____,
ППР _____ Дата и время измерений _____

Температура среды _____ °С Видимость _____ Изображение _____ Ветер _____

Тахеометр типа _____ заводской № _____ Дата последней поверки тахеометра _____

Абсолютная погрешность методики измерения _____ по свидетельству о метрологической аттестации методики измерений № _____ от _____, выданному ФГУП ВНИИФТРИ РОССТАНДАРТА РФ.

Точка стояния, № приёма	Точка наблюдения	Круг	Отсчёт по горизонтальному кругу α_L , α_R	$2C = (\alpha_R - 180 - \alpha_L)/2$,	$\alpha_{всп} = (\alpha_R - 180 + \alpha_L)/2$	$\beta = C - B$	Горизонтальное проложение		$D_{cp} = \frac{D_L - D_R}{2}$,
							D_L , D_R	$D_L - D_R$	
			° ' "	° ' "	° ' "	° ' "			
	B	L							
		R							
	C	L							
		R							

Контроль точности измерения _____

(Контроль точности выполняется в соответствии с требованиями ППР или ППГР или в соответствии ГОСТ Р ИСО 17123, P50.2.038,)

Подписи: Исполнителя _____ Представителя технического заказчика _____ /ФИО/
МП _____ Руководитель работ _____

Рисунок А.3 – Форма журнала регистрации измерений горизонтальных углов и расстояний полярным методом

$$\Delta D_C = D_L - D_R. \tag{A.12}$$

А.10.3.7 Вычисляется значение горизонтального расстояния D_{AB} из первого приёма

$$D_{1AC} = (D_L + D_R)/2. \tag{A.13}$$

А.10.3.8 Второй приём обрабатывается аналогично пунктам 10.3.2 – 10.3.7 и получаются β_2 и D_{2AC} .

А.10.3.9 Выполняется контроль между приёмами согласно данным таблицы А.3. В случае не допускаемых расхождений выполняется третий приём.

А.10.3.10 Вычисляется значение горизонтального угла β_{cp} и расстояния $D_{AC_{cp}}$ из 2-х приёмов

$$\beta_{cp} = (\beta_1 + \beta_2)/2, \quad (A.14)$$

$$D_{AC_{cp}} = (D_{1AA} + D_{2AA})/2. \quad (A.15)$$

А.10.3.11 Перед вычислением x_{icp} исключают результаты наблюдений, выполненные с грубыми погрешностями, и вводят поправки для исключения известных систематических погрешностей, в том числе возникающих из-за отклонений условий измерения от нормальных.

А.10.3.12 Из решения обратной геодезической задачи, используя координаты точек $A(x_A, y_A)$ и $B(x_B, y_B)$, вычисляется дирекционный угол α_{AB} стороны AB

$$\alpha_{AB} = \arctg \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}. \quad (A.16)$$

А.10.3.13 Из решения прямой геодезической задачи с использованием измеренных данных вычисляются действительные (фактические) прямоугольные плановые координаты точки $C(x_{C_d}, y_{C_d})$

$$x_{C_d} = D_{AC_{cp}} \cdot \cos(\alpha_{AB} + \beta_{cp}), \quad (A.17)$$

$$y_{C_d} = D_{AC_{cp}} \cdot \sin(\alpha_{AB} + \beta_{cp}). \quad (A.18)$$

Примечание – Разность между действительными и номинальными координатами точки C позволяет оценить соответствие планового положения точки C , закрепляющей точку пересечения разбивочных осей, проектным требованиям

$$dx = x_{C_d} - x_{C_{nom}}, \quad (A.19)$$

$$dy = y_{C_d} - y_{C_{nom}}. \quad (A.20)$$

А.10.4 Обработка измерений в координатах выполняется следующим образом.

А.10.4.1 Вычисляют и контролируют (таблица А.4) значения разностей координат точки C при КЛ и КП из первого приёма

$$\Delta x = x_{1LC} - x_{1RC}, \quad (A.21)$$

$$\Delta y = y_{1LC} - y_{1RC}. \quad (A.22)$$

А.10.4.2 Вычисляют координаты точки C из первого приёма

$$x_{1C} = x_{1LC} + x_{1RC}, \quad (A.23)$$

$$y_{1C} = y_{1LC} + y_{1RC}. \quad (A.24)$$

А.10.4.3 Второй приём обрабатывается аналогично пунктам А.10.4.1- А.10.4.2 и получаются значения x_{2C} и y_{2C} .

Журнал регистрации условных координат определенных полярным методом
№ _____

(Назначение условных координат, монтажный горизонт)

Организация исполнитель: _____

Руководитель работ _____ /Должность, ФИО/

Исполнитель линейных и угловых измерений _____ /Должность, ФИО/

по методике измерений, прошедшей метрологическую аттестацию согласно свидетельству о метрологической аттестации методики измерений № _____ от _____, выданному ФГУП ВНИИФТРИ РОССТАНДАРТА РФ.

Исполнитель расчета условных координат _____ /Должность, ФИО/

Представитель заказчика, должность _____ /Должность, ФИО/

Наименование здания сооружения и его адрес _____ проект _____,

ППР _____ Дата и время исходных измерений для расчёта условных координат _____

Зарегистрированных в журнале угловых и линейных измерений № _____

Дата заполнения журнала _____

№ приёма, точка стояния, x_A y_A	Точка наблюдения	x_{Li} y_{Li}	x_{Ri} y_{Ri}	$\Delta x = x_{Li} - x_{Ri}$ $\Delta y = y_{Li} - y_{Ri}$	$x_i = (x_{Ri} + x_{Li})/2$ $y_i = (y_{Ri} + y_{Li})/2$

Исполнитель расчёта условных координат _____ /ФИО/

Руководитель работ _____ /ФИО/

М.П.

Рисунок А.4 – Форма журнала регистрации координатных измерений полярным методом

А.10.4.4 Выполняется контроль между приёмами согласно данным таблицы А.4. В случае недопустимых расхождений делается третий приём.

А.10.4.5 Вычисляются действительные (фактические) значения координат точки С из двух приёмов

$$x_{C_d} = (x_{1c} + x_{2c})/2, \tag{A.25}$$

$$y_{C_d} = (y_{1c} + y_{2c})/2. \tag{A.26}$$

А.10.4.6 Определение соответствия планового положения точки С, закрепляющей точку пересечения разбивочных осей, проектным требованиям производится аналогично пункту А.10.3.14.

А.10.5 При выполнении измерений набором наблюдений обработка измерений выполняется следующим образом.

А.10.5.1 Распечатываются данные наблюдений и к ним добавляется схема наблюдений.

А.10.5.2 Выполняется контроль результатов измерения горизонтальных углов и расстояний в соответствии с таблицей А.3. На схему выписываются осреднённые данные из двух приёмов $\beta_{\text{ср}}$ и $D_{\text{Аср}}$. При недопустимых расхождениях выполняется третий приём.

А.10.5.3 Дальнейшая обработка происходит аналогично пунктам А.10.3.12 – А.10.3.14.

А.11 Оформление результата измерения

А.11.1 Измеренные полярным методом горизонтальные углы и расстояния заносятся сразу в журнал регистрации измерений (рекомендуемая форма, рисунок А.3) для расчёта средних значений измеряемых линейно угловых величин. На основании данных, полученных в ходе расчётов полярным методом, в журнале регистрации измерений горизонтальных углов и расстояний (рисунок А.3) выполняется расчет координат контрольных точек плановых разбивочных осей и их отклонений с последующим заполнением журнала регистрации условных координат, определенных полярным методом (рекомендуемая форма, рисунок А.4). Журнал подписывается ответственным исполнителем и руководителем работ. Журнал должен быть постранично пронумерован, прошит и иметь бумажную пломбу, если иное не определено договором.

Примечание – Перечисленные журналы являются неотъемлемой частью акта контроля геодезической разбивочной основы для строительства или актов по приемке работ по геодезическому контролю на исходном и монтажных горизонтах.

Единица наименьшего разряда условной горизонтальной координаты численно равна одному миллиметру.

А.12 Контроль точности результата измерения

А.12.1 Контроль точности результата измерения геометрического параметра проводят с целью оценки соответствия качества измерения путём:

– сопоставления абсолютной погрешности результата измерения, установленной в свидетельстве о метрологической аттестации методики измерений, с установленной в ППР, ПППР абсолютной предельной погрешностью измерения;

А.12.2 Требования к точности измерения геометрического параметра считают выполненными при условии, что значение абсолютной погрешности результата измерения или

значение абсолютной погрешности измерения, записанное в свидетельстве о метрологической аттестации методики измерений, или расширенная неопределенность результата измерений не превышает установленной в ППР или в ППГР предельной погрешности Δx_{pr} .

$$\Delta(P) \leq \Delta x_{pr}, \quad (\text{A.27})$$

$$U(P) \leq \Delta x_{pr}. \quad (\text{A.28})$$

Примечание – Особенности требований к оценке точности измерений параметра для конкретных объектов, средств измерений могут устанавливаться подрядчиком в ППР или ППГР в соответствии с разделами 6, 11 настоящего стандарта.

Приложение Б (рекомендуемое)

Методика измерения горизонтальных и вертикальных условных координат контрольных точек разбивочных вертикальных осей теодолитом и нивелиром при возведении зданий и сооружений

Б.1 Область применения

Б.1.1 Настоящий документ устанавливает требования к методике измерения горизонтальных и вертикальных условных координат контрольных точек разбивочных вертикальных осей и их отклонений от вертикальности при переносе на монтажный горизонт теодолитом и нивелиром при возведении зданий и сооружений. Настоящая методика предназначена для контроля соблюдения требований по вертикальности осей второго класса по ГОСТ 21779, при выносе на монтажный горизонт и контроле отклонений осей от вертикальности при производстве и приёмочном контроле результата СМР.

Методика применяется при строительстве зданий с высотой наземной части – до 60 м, и глубиной подвальной части – до 10 м.

Б.1.2 Объектами измерений являются координаты контрольных точек разбивочных осей на монтажном горизонте или сопряженные с ними координаты контрольных точек осей строительных элементов и строительных конструкций зданий (сооружений) в процессе строительно-монтажных работ, определяющие точность положения строительных конструкций, заданных проектом.

Примечание – Данная методика измерений применяется также для контроля значений координат и их отклонений при оценке соответствия требованиям к допускаемым отклонениям, установленным ГОСТ 21779, для горизонтальных и вертикальных разбивочных осей, у которых значения допускаемых отклонений больше, чем допускаемые отклонения для осей второго класса, в том числе с участием средств измерений, обеспечивающих большую или равнозначную точность линейно-угловых измерений указанной в таблице Б1.

Б.2 Требования к показателям точности измерений

Б.2.1 Абсолютная погрешность измерений по данной методике при определении горизонтальных и вертикальных условных координат контрольных точек положения разбивочных осей и их отклонений от проектного положения на исходном и монтажных горизонтах по диапазонам измерения вертикальных расстояний H и отклонения координат по створно-

сти в зависимости от номинального от расстояния L до рассматриваемой точки на монтажном горизонте составляет:

$\pm 0,6$ мм в диапазоне измерений расстояний по вертикали H до 4000 мм и створности при номинальном расстоянии L до рассматриваемой высотной отметки от 4000 до 8000 мм;

$\pm 0,9$ мм в диапазоне измерений расстояний по вертикали H от 4000 до 8000 мм и створности при номинальном расстоянии L до рассматриваемой высотной отметки от 8000 до 16000 мм;

$\pm 1,5$ мм в диапазоне измерений расстояний по вертикали H от 8000 до 16000 мм и створности при номинальном расстоянии L до рассматриваемой высотной отметки от 16000 до 25000 мм;

$\pm 2,3$ мм в диапазоне измерений расстояний по вертикали H от 16000 до 25000 мм и створности при номинальном расстоянии L до рассматриваемой высотной отметки от 25000 до 40000 мм;

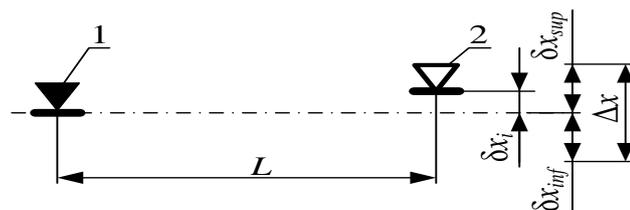
$\pm 4,0$ мм в диапазоне измерений расстояний по вертикали H от 25000 до 40000 мм и створности при номинальном расстоянии L до рассматриваемой высотной отметки от 40000 до 60000 мм;

$\pm 6,0$ мм в диапазоне измерений расстояний по вертикали H от 40000 до 60000 мм и створности при номинальном расстоянии L до рассматриваемой высотной отметки от 60000 до 100000 мм;

$\pm 8,0$ мм в диапазоне измерений расстояний по вертикали H от 60000 до 100000 мм и створности при номинальном расстоянии L до рассматриваемой высотной отметки от 100000 до 130000 мм;

$\pm 9,0$ мм в диапазоне измерений расстояний по вертикали H от 100000 до 130000 мм и створности при номинальном расстоянии L до рассматриваемой высотной отметки от 130000 до 160000 мм.

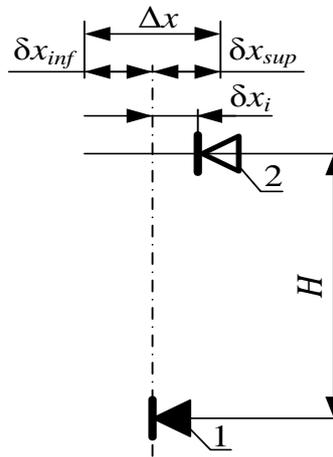
Б.2.2 Схемы отклонений и допусков при измерениях расстояний до контрольных точек и осей показаны на рисунках Б.1, Б.2, Б.2, Б.3, Б.4.



1 – ориентир, принимаемый за начало отсчета;

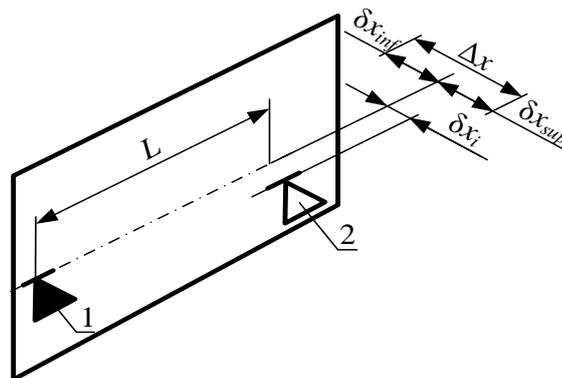
2 – ориентир, устанавливаемый в результате передачи

Рисунок Б.1 – Схема допусков и отклонений передачи высотных отметок



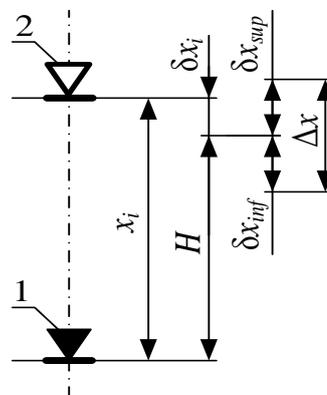
- 1 – ориентир, принимаемый за начало отсчета;
- 2 – ориентир, устанавливаемый в результате передачи

Рисунок Б.2 – Схема допусков и предельных отклонений при передаче точек и осей по вертикали



- 1 – ориентир, принимаемый за начало отсчета;
- 2 – ориентир, устанавливаемый в результате разбивки

Рисунок Б.3 – Схема допуска створности и отклонения от створности точек



- 1 – ориентир, принимаемый за начало отсчёта;
- 2 – ориентир, устанавливаемый в результате разбивки

Рисунок Б.4 – Схема допусков и отклонений разбивки высотных отметок

Б.3 Требования к средствам измерения

Б.3.1 Согласно ГОСТ 26433.2 для обеспечения измерений, соответствующих для разбивочных осей по второму классу точности, применяют средства измерений и вспомогательные устройства, приведенные в таблице Б.1.

Таблица Б.1 – Перечень применяемых средств измерений и вспомогательных устройств

Наименование средства измерения	Кол-во, шт.	Метрологические характеристики				Класс точности
		Абсолютная погрешность	Средняя квадратическая погрешность	Цена деления	Диапазон измерения	
1 Теодолит ГОСТ10529	2		горизонтального угла 5" вертикального угла 3"	20"	50 м	-
2 Линейка (ГОСТ 427)	1	± 0,5 мм	-	1,0 мм	1 м	-
3 Нивелир ГОСТ 10528	2		± 3,0 мм на 1 км двойного хода	15 ± 1,5 (мм)	50 м	-
4 Рулетка ГОСТ 7502	1	±0,15 мм	-	1 мм	50 м	2
5 Рейка ГОСТ 11158	2	± 3,0 мм	-	1 мм	50 м	-
Примечания – 1. <i>H</i> - высота, в метрах, контролируемой конструкции. 2. Допускается применение других средств измерений, вспомогательных устройств с аналогичными или лучшими метрологическими и техническими характеристиками						

Б.4 Метод измерения

Б.4.1 Измерения при передаче условных координат контрольных точек вертикальных осей на монтажный горизонт выполняются методом наклонного проектирования.

Б.4.2 Необходимо независимо переносить проектные оси с уровня исходного горизонта (уровня первого этажа) на монтажный горизонт. Теодолит должен быть размещен на расстоянии не менее двух высот строящегося здания от периметра этого здания.

Теодолит устанавливают на створную точку *A*, нивелируют и центрируют его. Проецирование выполняют при двух положениях трубы (КП – круге право и КЛ – круге лево). Измерив линейкой с миллиметровыми делениями расстояние между точками проекций, полученных при КП и КЛ (*a* и *b*), расстояние делят пополам и отмечают среднюю точку *c* (рисунок Б.5).

Примечание – В связи с работой пристегнутых к зданию башенных кранов, будет присутствовать короткопериодический крен, зависящий от поворота стрелы крана и массы поднимаемого груза. Поэтому для исключения указанного источника ошибок, все работы по передаче точек внут-

ренной разбивочной основы на монтажный горизонт должны производиться при остановленных кранах со стрелой, повернутой на центр здания.

Необходимо учитывать, что влияние внешней среды на точность выноса вертикальных осей сооружений может оказаться существенным, если визирный луч проходит вдоль обогреваемых солнцем или нагревательными приборами стен и конструкций, поэтому нельзя проводить измерения с 11 часов до 15 часов в жаркие солнечные дни.

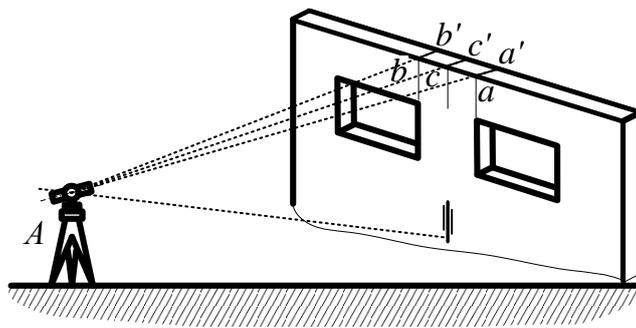


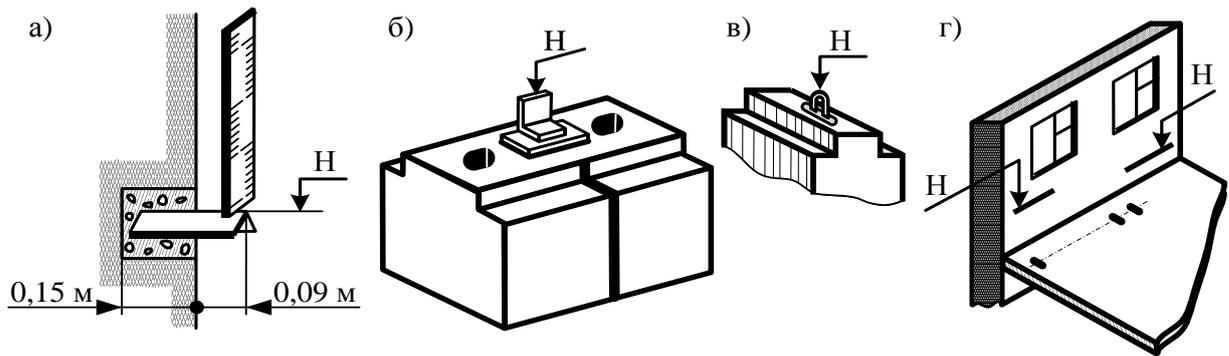
Рисунок Б.5 – Схема переноса монтажных осей на верхние ярусы (монтажный горизонт) сооружения

Б.4.3 Передача высотных отметок на монтажный горизонт выполняется методом геометрического нивелирования и подвешенной рулетки. В зданиях рулетку располагают между этажами через вентиляционные отверстия, лифтовые шахты, оконные проемы и т.п. Для подвеса рулетки используют специальные кронштейны. Рулетку со вспомогательным грузом до 10 кг опускают с монтажного до исходного горизонта. Чтобы уменьшить колебания рулетки, груз помещают в ёмкость с водой. На исходный и определяемый реперы устанавливаются рейки, между ними и рулеткой с соблюдением равенства плеч – нивелиры.

Б.4.3.1 Отметки на монтажный горизонт подлежат передавать только от марок и реперов высотной основы, заложенной на исходном горизонте.

Б.4.3.2 На монтажном горизонте должно быть не менее двух рабочих реперов. Рабочими реперами служат закладные детали в смонтированных конструкциях, монтажные петли плит перекрытий, горизонтальные открашенные риски на арматуре, конструкциях (рисунок Б.6).

Б.4.4 Для выполнения передачи отметки необходимы: два нивелира, штативы, комплект нивелирных реек, стальная компарированная рулетка, груз от 7 до 10 кг для подвеса рулетки (таблица Б.1). На монтажном горизонте значения отклонений условных координат контрольных точек от проектных требований при приемочном контроле определяются относительно контрольных отметок x_i, y_i , полученных в ходе операционного контроля СМР.



а – стеной репер в виде угольника; б – металлическая плашка;
в – монтажная петля; г – окраска полосы на панели

Рисунок Б.6 – Знаки закрепления высотной разбивочной сети

Б.4.5 Для исключения накопления ошибок переносить отметки на монтажный горизонт следует только с реперов исходного горизонта. Это позволяет исключить влияние осадок сооружения на межгоризонтные превышения в процессе его строительства.

Б.5 Требования безопасности и охраны окружающей среды

Б.5.1 При выполнении геодезических работ на строительном объекте следует руководствоваться правилами техники безопасности, изложенными в СНиП 12-03-2001 и ведомственных инструкциях, разработанных и утвержденных в установленном порядке для профессий и должностей работников, привлекаемых к измерениям по данной методике измерений.

Б.5.2 Охрана труда и техника безопасности при выполнении геодезических работ регламентируется стандартами или рабочими инструкциями и инструкциями по охране труда на данную работу.

Б.5.3 К измерениям, проводимым в соответствии с данной методикой, допускается в установленном порядке персонал, отвечающий требованиям по квалификации, в возрасте не моложе 18 лет, прошедший периодическое медицинское освидетельствование. Персонал обязан пройти первичный, периодический инструктаж по охране труда и инструктаж на новом рабочем месте.

Б.5.4 Рабочий персонал должен быть одет в исправную спецодежду, обязан знать правила работы с применяемыми средствами измерений, техническими и вспомогательными устройствами, особенности работы на строящемся объекте.

Б.5.5 Перемещение геодезистов с приборами должно осуществляться по лестничным маршам, имеющим ограждения. Лестницы, настилы, поручни, ограждения должны быть в исправном состоянии и надежно закреплены. Нельзя ходить по опалубке, а также по настилам, лестницам, ступеньки которых не очищены от грязи, снега и льда. Запрещается переме-

щаться по вертикали, пользуясь тросом, канатом, а также по краю монтажного горизонта, перемышкам, перегородкам, капитальным стенам. Возможные маршруты, проходы передвижения должны быть предварительно осмотрены с целью исключения возможной опасности для здоровья персонала, выполняющего измерения.

Б.5.6 При измерениях на монтажном горизонте все проёмы и отверстия должны быть закрыты или ограждены.

Б.5.7 Запрещается выполнять геодезические работы:

- с применением неисправных или случайных вспомогательных технических устройств;
- при сильном порывистом ветре силой в 6 и более баллов;
- при сильном снегопаде, дожде, тумане, слабой освещенности и других условиях, ограничивающих видимость;
- без предохранительных касок и поясов на монтажном горизонте в зоне выполнения монтажных работ и действия башенного крана;
- на строительной площадке, здании и сооружении при гололедице.

Б.5.8 Для предотвращения потери зрения запрещено смотреть на солнце через зрительную трубу.

Б.5.9 Эксплуатация возможна только при исправных средствах измерений и их оснастки персоналом, изучившим эксплуатационную документацию и прошедшим обучение по работе с данным средством измерений.

Б.6 Требования к квалификации операторов

Б.6.1 К выполнению измерений и (или) обработке их результатов допускаются лица, имеющие квалификацию, отвечающую требованиям общероссийского классификатора профессий и должностей рабочих и служащих по роду выполняемых работ. Это мастер строительного участка, производитель работ на строительном участке, геодезист, инженер по техническому надзору за работами в строительстве, которые проходят повышение квалификации и аттестацию по курсу «Геодезические работы в строительстве» с периодичностью не менее 1 раза в пять лет.

Б.7 Требования к условиям измерения

Б.7.1 При выполнении измерения условия измерений должны отвечать требованиям эксплуатационной документации на применение средств измерения.

Примечание – В общем случае теодолитом и нивелиром допускается проводить измерения при следующих климатических факторах:

- а) температуры окружающей среды от минус 20°С до плюс 25°С;
- б) относительной влажности воздуха до 85% при температуре плюс 20°С;
- в) атмосферного давления от 600 до 1070 кПа.

Запрещается работать при дожде, снегопаде, гололёде. Для ослабления влияния внешней среды на результаты измерений их необходимо выполнять в период спокойных изображений и при малых колебаниях визирных целей, в утреннее и вечернее время. Полуденный период (2–3 часа) должен быть исключен из наблюдений.

Б.8 Подготовка к выполнению измерений

Б.8.1 При подготовке к выполнению измерений проводят работы, перечисленные ниже.

Б.8.2 До начала работы средства измерения должны быть поверены, исправны и отъюстированы. Перед выполнением измерительных работ на объекте должны быть выполнены все подготовительные операции, включающие:

- осмотр местности;
- проверки нивелира:
- внешний осмотр нивелира;
- проверку и регулирование хода подъемных винтов;
- проверку плавности вращения прибора вокруг своей оси;
- проверку круглого уровня: ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения нивелира;
- проверку сетки нитей: горизонтальная нить сетки должна быть перпендикулярна к оси вращения нивелира;
- проверку условия уровенных нивелиров, чтобы ось цилиндрического уровня была параллельна визирной оси зрительной трубы и перпендикулярна к оси нивелира;
- исследования реек перед началом работ и по их окончании, в результате которых определяют:
 - случайные ошибки дециметровых интервалов шкал реек;
 - среднюю длину метровых интервалов шкал реек;
 - разность высот нулей реек;
 - величину прогиба реек;
 - установку, центровку и ориентирование теодолита;
 - подготовку полевого журнала;

– нумерацию страниц, их число должно быть заверено начальником отдела технического контроля;

– составление схемы наблюдений с указанием ориентировки пятки рейки относительно теодолита и контролируемых конструкций;

– выписку номера прибора, указание фамилии исполнителя, данных о погодных условиях, даты наблюдения.

Непосредственно перед проведением работ проверяют параллельность оси круглого уровня и оси рейки.

Осмотр местности выполняется с целью выполнения требований техники безопасности и выбора оптимальных условий наблюдения. Место и средство крепления должны обеспечивать рейке неизменное положение в процессе измерений.

Наблюдения начинают только после выравнивания температур средства измерения и окружающей среды.

Установка, центровка и ориентирование теодолита выполняется в соответствии с эксплуатационной документацией изготовителя.

Б.9 Порядок выполнения измерений

Б.9.1 При выполнении измерений по определению координат контрольных точек вертикальных осей выполняют операции, приведенные ниже.

Б.9.2 Порядок действий при выносе.

Б.9.2.1. Теодолит центрируют над осевым пунктом, закрепляющим соответствующую ось и находящимся на расстоянии от переносимой оси в 1,5 раза больше высоты монтажного горизонта (рисунок Б.5);

Б.9.2.2. Выполняют визирование при круге «лево» (КЛ) на осевую метку на разбивочной марке, заложенной в цокольной части здания.

Б.9.2.3. Наклонным лучом осевая точка проектируется на панель перекрытия соответствующего этажа. Наносят осевую риску.

При наличии уровня при вертикальном круге приводят его пузырек в нуль-пункт и берут отсчет по вертикальному кругу;

Б.9.2.4. Трубу переворачивают через зенит, теодолит – на 180°. Повторяют действия пунктов Б.9.2.2 – Б.9.2.3 при круге «право» (КП). Вновь приводят пузырек уровня в нуль-пункт и берут второй отсчет по вертикальному кругу в соответствии с руководством по эксплуатации.

Б.9.2.5. Величину расхождения между осевыми точками, намеченными при КП и КЛ, измеряют линейкой с миллиметровыми делениями, делят пополам и среднюю точку отмечают в виде креста специальным (несмываемым) остро отточенным карандашом.

Б.9.2.6. Если на противоположной стороне здания есть створная точка, закрепляющая одноимённую ось, то прибор переносят и устанавливают над ней, а действия пунктов Б.9.2.1 – Б.9.2.4 повторяют. Если створный знак не сохранился, то перенос осуществляют, используя визирную марку (отвес, металлический штырь), как показано на рисунке Б.7, а.

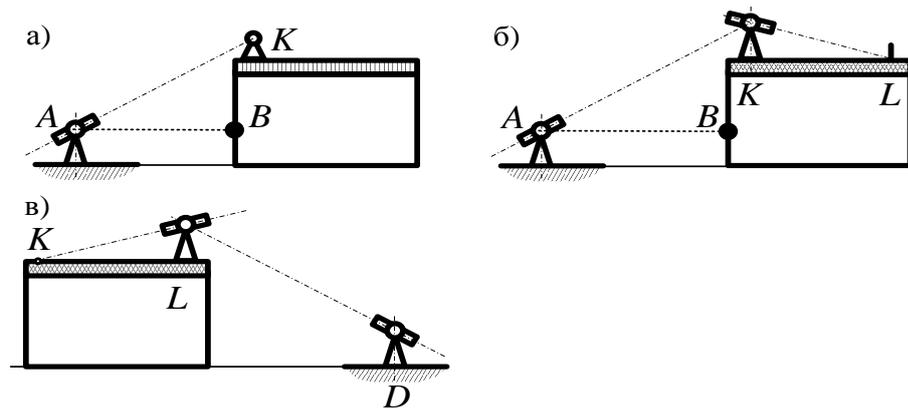


Рисунок Б.7 – Определение положения оси на монтажном горизонте

Б.9.2.7 По визирной марке в створе линии AB (рисунок Б.7, а) на металлической пластине намечают центр визирной цели K . Над ней устанавливают теодолит и при двух положениях вертикального круга от направления на точку A откладывают угол 180° . Полученные точки L и K определяют положение оси на монтажном горизонте (рисунок Б.7, б). Для контроля выноса оси устанавливают теодолит над точкой L и измеряют угол между направлением на точку K и створную точку D (рисунок Б.7, в).

Б.9.3 Передача отметок с исходного на монтажный горизонт.

Б.9.3.1 Перенос отметок выполняют методом геометрического нивелирования и подвешенной рулетки в соответствии с рисунком Б.8.

На монтажных горизонтах выполняют повторные измерения. В этой ситуации возможны три случая:

- 1) отклонения всех измеренных элементов от соответствующих измерений, выполненных на исходном горизонте, не выходят за пределы погрешностей измерений;
- 2) отклонения измеренных элементов выходят за пределы погрешностей измерений, но остаются в границах совместного действия погрешностей измерений;
- 3) хотя бы одно измерение отличается от измерения, выполненного на исходном горизонте, на величину, выходящую за пределы погрешностей измерений.

В первом случае рекомендуется оставить точки базисной фигуры на монтажном горизонте без изменения. Во втором случае выполнить уравнивание измерений на монтажном

горизонте и редуцировать фигуру до проектной. В третьем случае необходимо повторить измерение с исходного горизонта.

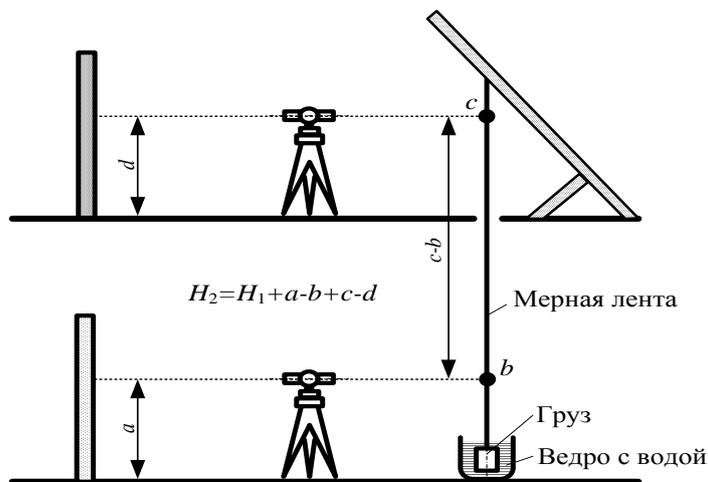


Рисунок Б.8 – Схема передачи отметки на монтажный горизонт

Б.10 Обработка результатов измерений

Б.10.1 Все полевые измерения (колонки 2, 3, 5, 6 – для теодолита) записывают в журналы установленной формы (рекомендуемые формы, рисунки Б.9 и Б.10). Запись ведут простым карандашом разборчиво и аккуратно. Неправильную запись зачеркивают так, чтобы её можно было прочесть, и сверху делают правильную запись. При исправлении чисел зачеркивают всё число, а не отдельные цифры, и сверху пишут полностью новое.

Б.10.2 Обработка результатов измерений одного приёма при передаче оси на монтажный горизонт теодолитом проводится аналитическим способом, а именно, вычисляется среднее значение из отсчетов по рейке при КЛ и КП

$$a_{\text{Вср1}} = (a_{\text{ВКЛ1}} + a_{\text{ВКП1}})/2 \quad (\text{Б.2})$$

Б.10.3 При передаче отметки на монтажный горизонт отметку рабочего репера вычисляют по формуле

$$H_2 = H_1 + a + (c - b) - d, \quad (\text{Б.3})$$

где H_2 – отметка репера на монтажном горизонте;

H_1 – отметка репера на исходном горизонте;

a – отсчет по рейке на исходном горизонте;

b – отсчет по рулетке на исходном горизонте;

c – отсчет по рулетке на монтажном горизонте;

d – отсчет по рейке на монтажном горизонте.

**Журнал измерений горизонтальных координат
контрольных точек разбивочных осей на монтажном горизонте
методом наклонного проектирования
№ _____**

(Цель, назначение измерения)

Организация исполнитель: _____
 Руководитель работ _____ / ФИО/
 Исполнитель, должность _____ / ФИО/
 Представитель заказчика, должность _____ / ФИО/
 Наименование здания сооружения и его адрес _____ проект _____,
 ППР _____ или ППГР _____ Дата и время измерений _____
 Температура среды _____ °С Видимость _____ Изображение _____ Ветер _____
 Теодолит типа _____ заводской № _____ Дата последней поверки теодолита _____
 Теодолит типа _____ заводской № _____ Дата последней поверки теодолита _____
 Линейка металлическая типа _____ заводской № _____ Дата последней поверки линейки _____
Абсолютная погрешность методики измерения _____ по свидетельству о метрологической аттестации методики измерений № _____ от _____, выданному ФГУП ВНИИФТРИ РОССТАНДАРТА РФ.

№ стр.	№ этажа / отметка уровня, м	1 приём			2 приём			Отсчет по линейке по	
		$a_{iКЛ1}$	$a_{iКП1}$	$a_{iСр1} = \frac{a_{iКЛ1} + a_{iКП1}}{2}$	$a_{iКЛ2}$	$a_{iКП2}$	$a_{iСр2} = \frac{a_{iКЛ2} + a_{iКП2}}{2}$	1приём-му/ 2приём-му	по X / по Y от $x_{рn} y_{рn}$ до $x_i y_i$
		o' "	o' "	o' "	o' "	o' "	o' "	мм	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Подписи: Исполнителя _____ /ФИО/ Представителя заказчика _____ /ФИО/

Рисунок Б.9 – Полевой журнал для записи измерений, выполненных теодолитом

Если расхождение превышений, полученных из разных приемов не превышает точности измерений (4 мм), то эти значения усредняют и в полученный результат вводят поправки в длину рулетки: Δl_1 – поправка на компарирование; Δl_2 – на температуру; Δl_3 – на удлинение рулетки от разности масс грузов, принятых при измерении и при компарировании; Δl_4 – на удлинение рулетки вследствие собственного веса. Поправка Δl_1 на компарирование рулетки принимается по паспорту или по результатам компарирования на местном компараторе.

Поправка вычисляется на всю длину мерного прибора или на 1 м и при растяжении рулетки вводится со знаком «плюс».

**Журнал измерений вертикальных условных координат
контрольных точек разбивочных осей на монтажном горизонте
методом геометрического нивелирования и подвешенной рулетки
№ _____**

(Цель, назначение измерения)

Организация исполнитель: _____
 Руководитель работ _____ / ФИО/
 Исполнитель, должность _____ / ФИО/
 Представитель заказчика, должность _____ / ФИО/
 Наименование здания сооружения и его адрес _____ проект _____,
 ППР _____ или ППГР _____ Дата и время измерений _____
 Температура среды ____°С Видимость _____ Изображение _____ Ветер _____
 Нивелир типа _____ заводской № _____ Дата последней поверки нивелира _____
 Нивелир типа _____ заводской № _____ Дата последней поверки нивелира _____
 Рейка нивелирная _____ заводской № _____ Дата последней поверки рейки _____
 Рейка нивелирная _____ заводской № _____ Дата последней поверки рейки _____
 Рулетка металлическая _____ заводской № _____ Дата последней поверки рулетки _____
 Линейка металлическая типа _____ заводской № _____ Дата последней поверки линейки _____
 Абсолютная погрешность методики измерения _____ по свидетельству о метрологической аттестации методики измерений № _____ от _____, выданному ФГУП ВНИИФТРИ РОССТАНДАРТА РФ.

№ станций № реек	Расстояния до задней и передней реек от оси нивелира		Отсчеты по рейке		Превышение,	Среднее превышение,
			задняя	передняя		
	мм		мм	мм	мм	мм
1	2		3	4	5	6
Постранич- ные кон- трольные вычисления						

Подписи: Исполнителя _____ /ФИО/ Представителя заказчика _____ /ФИО/

Рисунок Б.10 – Форма полевого журнала для записи измерений, выполненных нивелиром

Поправка на тепловое расширение рулетки определяется по формуле

$$\Delta l_2 = \alpha l(t - t_0), \tag{Б.4}$$

где α – температурный коэффициент линейного расширения материала рулетки, для стали равен $1,2 \cdot 10^{-5}$;

$l = (c - b)$ – измеряемый интервал рулетки, м;

t – средняя температура воздуха при проведении измерений;

t_0 – температура при компарировании рулетки.

Поправка Δl_3 на удлинение рулетки от разности масс грузов, принятых при измерении и при компарировании, вычисляется по формуле

$$\Delta l_3 = \frac{l(Q-Q_0)}{EF}, \quad (\text{Б.5})$$

где Q – масса рабочего груза, кг;

Q_0 – масса груза при компарировании, кг;

E – модуль Юнга, для стали равен $2 \cdot 10^4$ кгс/мм²;

F – площадь поперечного сечения рулетки по паспорту, мм².

Очевидно, что поправка исключается, если массы грузов при компарировании и измерениях одинаковы.

Поправка Δl_4 на удлинение рулетки под действием собственного веса определяется по формуле

$$\Delta l_4 = \frac{\gamma l^2}{2E}, \quad (\text{Б.6})$$

где γ – удельный вес материала рулетки, для стали равен $7,8 \cdot 10^{-6}$ кг/мм³.

Высотная отметка марки на монтажном горизонте H_b вычисляется по представленной ниже формуле, при этом суммирование производится алгебраически, т.е. с учетом знаков слагаемых

$$H_b = H_a + \Delta H, \quad (\text{Б.7})$$

$$\Delta H = (c - b) + (a - d) + \Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3 + \Delta l_4. \quad (\text{Б.8})$$

Б.11 Оформление результатов измерений

Б.11.1 Полученные результаты измерения заносятся сразу в журнал регистрации измерений (рисунки Б.9, Б.10, формы журналов рекомендуемые) для последующего расчёта значений условных горизонтальных и вертикальных координат контрольных их отклонений с последующим заполнением журнала. Регистрация условных координат, определенных методом наклонного проектирования выполняется в журнале (рисунок Б.11, форма журнала рекомендуемая).

Журнал подписывается ответственным исполнителем и руководителем работ. Журнал должен быть постранично пронумерован, прошит и иметь бумажную пломбу, если иное не определено договором.

Примечание – Перечисленные журналы являются неотъемлемой частью акта контроля геодезической разбивочной основы для строительства или актов по приемке работ по геодезическому контролю на исходном и монтажных горизонтах.

Применение результатов измерений в документах исполнительной съемки производится в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51872, ГОСТ 2.307, ГОСТ 21.508, ГОСТ 21.101, СП 126.13330.

Журнал регистрации горизонтальных и вертикальных условных координат контрольных точек разбивочных осей, определенных методом наклонного проектирования и методом геометрического нивелирования и подвешенной рулетки
№ _____

(Назначение условных координат, монтажный горизонт)

Организация исполнитель: _____

Руководитель работ _____ /Должность, ФИО/

Исполнитель линейных и угловых измерений _____ /Должность, ФИО/ по методике измерений, прошедшей метрологическую аттестацию согласно свидетельству о метрологической аттестации методики измерений № _____ от _____, выданному ФГУП ВНИИФТРИ РОССТАНДАРТА РФ. Исполнитель расчета условных координат _____ /Должность, ФИО/ Дата заполнения журнала _____

Представитель заказчика, должность _____ /Должность, ФИО/ Наименование здания сооружения и его адрес _____ проект _____, ППР _____ Дата и время исходных измерений для расчёта горизонтальных условных координат контрольных точек разбивочных осей _____, зарегистрированных в журналах: -угловых и линейных измерений методом наклонного проектирования № _____ от _____ методом геометрического нивелирования и подвешенной рулетки

№ приёма, исходная точка стояния по проекту x_{Pn}, y_{Pn}	№ этажа, /приёма, Точка Наблюдения по проекту x_{Pi}, y_{Pi}, z_{Pi}	Круг		Значение координаты $x_i = (x_{Ri} + x_{Li})/2$ $y_i = (y_{Ri} + y_{Li})/2$ $z_i = (z_{Ri} + z_{Li})/2$	Отклонение координаты		
		левый x_{Li} y_{Li} z_{Li}	правый x_{Ri} y_{Ri} z_{Ri}		$\Delta x = x_i - x_{Pi}$	$\Delta y = y_i - y_{Pi}$	$\Delta z = z_i - z_{Pi}$

МП Исполнитель расчёта условных координат _____ /ФИО/
Руководитель работ _____ /ФИО/
Ознакомлен представитель (технического) заказчика _____ /ФИО/

Рисунок Б.11 – Форма журнала регистрации координатных измерений методом наклонного проектирования

Б.12 Контроль точности результатов измерения

Б.12.1 Контроль точности результата измерения геометрического параметра проводят с целью оценки соответствия качества измерения установленным требованиям путём:

– сопоставления абсолютной погрешности результата измерения, установленной в свидетельстве о метрологической аттестации методики измерений с установленной предельной абсолютной погрешностью измерения.

Б.12.2 Требования к точности измерения геометрического параметра считают выполненными при условии, что значение абсолютной погрешности результата измерения или значение абсолютной погрешности измерения, записанное в свидетельстве о метрологической аттестации методики измерений, или расширенная неопределенность результата измерений не превышает установленной в ППР или в ППГР предельной погрешности Δx_{pr}

$$\Delta(P) \leq \Delta x_{pr} \quad (\text{Б.9})$$

$$U(P) \leq \Delta x_{pr}. \quad (\text{Б.10})$$

Примечание – Требования по оценке точности измерений геометрического параметра для конкретных объектов, средств измерений, могут устанавливаться подрядчиком в ППР или ППГР на данное здание и сооружение в соответствии с настоящим стандартом.

Приложение В (рекомендуемое)

Методика измерения теодолитом отклонений от вертикали строительных конструкций и элементов зданий и сооружений

В.1 Область применения

В.1.1 Настоящий документ устанавливает требования к методике измерения отклонений от вертикали строительных конструкций и элементов зданий и сооружений теодолитами, к которым в ГОСТ 21779 установлены пределы допускаемых отклонений для второго класса точности строительства.

В.1.2 Методика применяется при строительстве зданий и сооружений высотой наземной части – до 60 м, глубиной подвальной части – до 10 м. Средства измерения должны быть размещены на расстоянии не менее 2 – 3 высот монтажного горизонта от периметра строящегося здания и сооружения.

В.1.3 Объектами измерений являются:

– отклонения геометрических параметров, определяющих вертикальность строительных элементов, конструкций зданий и сооружений относительно проектного положения на монтажном горизонте при производстве СМР и после завершения СМР;

– отклонения геометрических параметров от проектного положения формирующего оборудования, приспособлений и оснастки для изготовления и монтажа строительных конструкций, определяющие точность строительных конструкций по вертикальности, требования к отклонениям которых установлены в нормативно-технической, проектной и технологической документации.

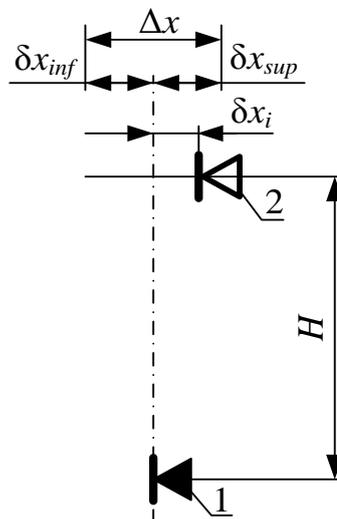
Примечание – Данная методика измерений допускается к применению для контроля отклонений геометрических параметров, определяющих точность по вертикальности строительных конструкций, строительных элементов здания или сооружения, у которых значения допускаемых отклонений, установленных ГОСТ 21779, больше, чем допускаемые отклонения для зданий и сооружений второго класса точности строительства, в том числе с участием средств измерений, обеспечивающих точность линейно-угловых измерений, большую или равнозначную указанной в таблице В1.

В.2 Требования к показателям точности измерений

В.2.1 Абсолютная погрешность измерений по данной методике при определении отклонений от вертикальности положения строительных элементов и конструкций на исход-

ном и монтажных горизонтах по диапазонам измерения вертикальных расстояний H составляет:

- $\pm 0,6$ мм в диапазоне измерений расстояний по вертикали H до 4000 мм;
- $\pm 0,9$ мм в диапазоне измерений расстояний по вертикали H от 4000 до 8000 мм;
- $\pm 1,5$ мм в диапазоне измерений расстояний по вертикали H от 8000 до 16000 мм;
- $\pm 2,3$ мм в диапазоне измерений расстояний по вертикали H от 16000 до 25000 мм;
- $\pm 4,0$ мм в диапазоне измерений расстояний по вертикали H от 25000 до 40000 мм;
- $\pm 6,0$ мм в диапазоне измерений расстояний по вертикали H от 40000 до 60000 мм;
- $\pm 8,0$ мм в диапазоне измерений расстояний по вертикали H от 60000 до 100000 мм;
- $\pm 9,0$ мм в диапазоне измерений расстояний по вертикали H от 100000 до 130000 мм.



1 – ориентир, принимаемый за начало отсчета;

2 – ориентир, устанавливаемый в результате передачи

Рисунок В.1 – Схема допусков и предельных отклонений при контроле по вертикальности

В.3 Требования к средствам измерения

В.3.1 Согласно ГОСТ 26433.2 для обеспечения измерений, соответствующих второму классу точности, применяют средства измерения и вспомогательные устройства, приведенные в таблице В.1.

В.3.2 Допускается применение других средств измерения, вспомогательных устройств с аналогичными или лучшими метрологическими и техническими характеристиками.

(точка B), фиксирующей ту же ось, устанавливается рейка. Рейка располагается горизонтально, перпендикулярно визирной оси теодолита (рисунок В.2) и в одной вертикальной плоскости с контролируемым элементом.

В.4.3 Теодолит ориентируется на точку B и при поднятии зрительной трубы берется отсчет по рейке. Прибор ориентируется на контрольную точку C_i , созданную при операционном контроле процессов СМР на отметке монтажного горизонта. Заданное проектное положение точек C и B определено одной вертикальной осью. Затем берется отсчет по линейке. Данные измерения выполняются при круге «лево» (КЛ) и круге «право» (КП) теодолита.

В.4.4 Разность отсчетов по рейке

$$x_i = a_{vi} - a_{ni} \quad (B.2)$$

характеризует линейную величину смещения точки C_i от вертикальной оси (1) заданной точки B в плоскости, перпендикулярной оси визирования.

В.4.5 Контроль отклонений относительно вертикали в осях, имеющих другое направление, выполняется с точкой K_i аналогичным способом.

В.5 Требования безопасности и охраны окружающей среды

В.5.1 При выполнении геодезических работ на строительном объекте следует руководствоваться правилами техники безопасности, изложенными в СНиП 12-03-2001 и ведомственных инструкциях, разработанных и утвержденных в установленном порядке для профессий и должностей работников, привлекаемых к измерениям по данной методике измерений.

В.5.2 Охрана труда и техника безопасности при выполнении геодезических работ регламентируется стандартами или рабочими инструкциями и инструкциями по охране труда на данную работу.

В.5.3 К измерениям, проводимым в соответствии с данной методикой, допускается в установленном порядке персонал, отвечающий требованиям по квалификации в возрасте не моложе 18 лет, прошедший периодическое медицинское освидетельствование. Персонал обязан пройти первичный, периодический инструктаж по охране труда и инструктаж на новом рабочем месте.

В.5.4 Рабочий персонал должен быть одет в исправную спецодежду, обязан знать правила работы с применяемыми средствами измерений, техническими и вспомогательными устройствами, особенности работы на строящемся объекте.

В.5.5 Перемещение геодезистов с приборами должно осуществляться по лестничным маршам, имеющим ограждения. Лестницы, настилы, поручни ограждения должны быть в исправном состоянии и надежно закреплены. Нельзя ходить по опалубке, по лестницам, сту-

пеньки которых не очищены от грязи, снега и льда. Запрещается перемещаться по вертикали, пользуясь тросом, канатом, а также по краю монтажного горизонта, перемышкам, перегородкам, капитальным стенам. Возможные маршруты, проходы передвижения должны быть предварительно осмотрены с целью исключения возможной опасности для здоровья персонала, выполняющего измерения.

В.5.6 При работе геодезиста на монтажном горизонте все проёмы и отверстия должны быть закрыты или ограждены.

В.5.7 Запрещается выполнять геодезические работы:

- с применением неисправных или случайных вспомогательных технических устройств;
- при сильном порывистом ветре силой в 6 и более баллов;
- при сильном снегопаде, дожде, тумане, слабой освещенности и других условиях, ограничивающих видимость;
- без предохранительных касок и поясов на монтажном горизонте в зоне выполнения монтажных работ и действия башенного крана;
- на строительной площадке, здании и сооружении при гололедице.

В.5.8 Для предотвращения потери зрения запрещено смотреть на солнце через зрительную трубу.

В.5.9 Эксплуатация возможна только при исправных средствах измерений и их оснастки персоналом, изучившим эксплуатационную документацию и прошедших стажировку работы с данным средством измерений.

В.6 Требования к квалификации операторов

В.6.1 К выполнению измерений и (или) обработке их результатов допускаются лица, имеющие квалификацию, отвечающую требованиям общероссийского классификатора профессий и должностей рабочих и служащих по роду выполняемых функций, включающих измерения при контроле качества СМР. Это мастер строительного участка, производитель работ на строительном участке, геодезист, инженер по техническому надзору за работами в строительстве.

В.7 Требования к условиям измерения

В.7.1 При выполнении измерения условия измерений должны отвечать требованиям эксплуатационной документации на применение средств измерения.

Примечание – В общем случае тахеометры должны быть работоспособными при воздействии следующих климатических факторов:

- а) температуры окружающей среды от минус 20°С до плюс 25°С;
- б) относительной влажности воздуха до 85% при температуре плюс 20°С;
- в) атмосферного давления от 600 до 1070 кПа.

В.7.2 При выполнении измерений условия измерений должны отвечать требованиям эксплуатационной документации на применение средств измерения.

Примечание – Запрещается работать при дожде, снегопаде, гололёде. Для ослабления влияния внешней среды на результаты измерений их необходимо выполнять в период спокойных изображений и при малых колебаниях визирных целей, в утреннее и вечернее время. Полуденный период (2–3 часа) должен быть исключен из наблюдений.

В.8 Подготовка к выполнению измерений

В.8.1 При подготовке к выполнению измерений проводят работы, перечисленные ниже.

В.8.2 Средства измерения должны быть поверены и отъюстированы. Перед выполнением измерительных работ на объекте должны быть выполнены все подготовительные операции, включающие:

- осмотр местности;
- установку линейки;
- установку, центровку и ориентирование теодолита,
- подготовку полевого журнала.

Осмотр местности выполняется с целью выполнения требований техники безопасности работ, выполняемых при измерениях и выбора оптимальных условий наблюдения. Место и средство крепления средств измерений должны обеспечивать линейке неизменное и горизонтальное положение в процессе измерений.

Наблюдения начинают только после выравнивания температур средства измерения и окружающей среды.

Установка, центровка и ориентирование теодолита выполняется в соответствии с эксплуатационной документацией изготовителя.

Подготовка полевого журнала включает:

- нумерацию страниц, их число должно быть заверено начальником отдела технического контроля;
- составление схемы наблюдений с указанием ориентировки пятки рейки относительно теодолита и контролируемых конструкций;

– выписку номера прибора, указание фамилии исполнителя, данных о погодных условиях, даты наблюдения.

В.9 Порядок выполнения измерения

В.9.1 Выполнение измерения координат отклонений элементов выполняют следующим образом.

В.9.2 Наводят зрительную трубу теодолита при КЛ на точку B , закрепляющую строительную ось (1) на уровне исходного этажа здания и приводят пузырек уровня при алидаде на середину ампулы (рисунок В.2).

В.9.3 Открепляют зрительную трубу и, вращая её в вертикальной плоскости, наводят центр сетки нитей на середину шкалы рейки. Записывают в журнал отсчет a_B с точностью до 1 мм.

В.9.4 Наводят зрительную трубу теодолита на контролируемую точку C_i и приводят пузырек уровня при алидаде на середину ампулы.

В.9.5 Открепляют зрительную трубу и наводят центр сетки нитей на середину шкалы рейки. Записывают в журнал отсчет a_{C_i} с точностью до 1 мм.

В.9.6 Последовательно выполняют пункты 9.3 – 9.4 для всех контрольных точек C_i .

В.9.7 Полуприём завершают контрольными измерениями на точку B , повторно выполняя действия пунктов В.9.1 и В.9.2. Разность отсчетов a_B в начале и в конце полуприёма не должна превышать 2 мм.

В.9.8 Выполняют измерения при КП аналогично пунктам В.9.1 – В.9.6.

В.9.9 Действия, указанные в пунктах В.9.1 – В.9.7, составляют один приём.

В.9.10 При проведении контрольных измерений, в соответствии с ГОСТ 26433.0, наблюдения выполняются двумя приёмами. Во втором приёме шкала рейки смещается в горизонтальной плоскости на 3–5 см.

В.10 Обработка результатов измерений

В.10.1 Все полевые измерения (колонки 2, 3, 6, 7) записывают в журнал рекомендуемой формы (рисунок В.3).

Запись ведут простым карандашом разборчиво и аккуратно. Неправильную запись зачеркивают так, чтобы ее можно было прочитать, и сверху делают правильную запись. При исправлении чисел зачеркивают все число, а не отдельные цифры, и сверху пишут полностью новое число.

В.10.2 Обработка результатов измерений одного приема (рисунок В.3) проводится аналитическим способом по следующей схеме

**Журнал измерения отклонений по вертикали строительных конструкций
и элементов зданий и сооружений на монтажном горизонте**

№ _____

(Цель, назначение измерения)

Организация исполнитель: _____
 Руководитель работ _____ / ФИО/
 Исполнитель, должность _____ / ФИО/
 Представитель заказчика, должность _____ / ФИО/
 Наименование здания сооружения и его адрес _____ проект _____,
 ППР _____ или ППГР _____ Дата и время измерений _____
 Температура среды _____ °С Видимость _____ Изображение _____ Ветер _____
 Теодолит типа _____ заводской № _____ Дата последней поверки теодолита _____
 Линейка металлическая типа _____ заводской № _____ Дата последней поверки линейки _____
 Абсолютная погрешность методики измерения _____ по свидетельству о метрологической аттестации методики измерений № _____ от _____, выданному ФГУП ВНИИФТРИ РОССТАНДАРТА РФ.

№ стр.	№ этажа и отметка уровня	1 приём				2 приём				$\Delta_i = x_{2i} - x_{1i}$	$x_{i\text{ср}} = (x_{i1} + x_{i2})/2$
		$a_{i\text{КЛ}1}$	$a_{i\text{КП}1}$	$\alpha_{i\text{КЛ}1} + \alpha_{i\text{КП}1}$ $\alpha_{i\text{ср}1} = \frac{\quad}{2}$	$x_{i1} = a_{i\text{ср}1} - a_{1\text{ср}1}$	$a_{i\text{КЛ}2}$	$a_{i\text{КП}2}$	$\alpha_{i\text{КЛ}2} + \alpha_{i\text{КП}2}$ $\alpha_{i\text{ср}2} = \frac{\quad}{2}$	$x_{i2} = a_{i\text{ср}2} - a_{1\text{ср}2}$		
	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм

Подписи: Исполнителя _____ /ФИО/ Представителя заказчика _____ /ФИО/

Рисунок В.3 – Форма полевого журнала регистрации отклонений по вертикали строительных конструкций и элементов зданий (сооружений) на монтажном горизонте

а) вычисляется среднее значение из отсчетов по рейке на точке В при КЛ и КП

$$a_{B\text{ср}1} = (a_{B\text{КЛ}1} + a_{B\text{КП}1})/2; \tag{B.3}$$

б) вычисляется среднее значение из отсчетов по рейке на точке C_i при КЛ и КП

$$a_{C_i\text{ср}1} = (a_{C_i\text{КЛ}1} + a_{C_i\text{КП}1})/2; \tag{B.4}$$

в) вычисляется величина отклонения точки C_i по вертикали от точки B в наблюдаемой плоскости из 1-го приема

$$x_{i1} = a_{C_i \text{cp}1} - a_{B \text{cp}1}; \quad (\text{B.5})$$

г) при выполнении измерений m приёмами, обработка каждого приёма выполняется аналогично пунктам а) – в), а за окончательный результат величины смещения точки C_i по вертикали от точки B принимают среднее арифметическое из вычисленных величин x_i в m приемах

$$x_{i \text{cp}} = \frac{\sum x_i}{m}; \quad (\text{B.6})$$

д) перед вычислением $x_{i \text{cp}}$ исключают результаты наблюдений, выполненные с грубыми погрешностями, и вводят поправки для исключения известных систематических погрешностей, в том числе возникающих из-за несоответствия условий измерений нормальным условиям.

В.11 Оформление результатов измерения

В.11.1 Полученные результаты измерения заносятся сразу в журнал регистрации измерений (рисунок В.3) для последующего расчёта значений отклонений от вертикали. Журнал подписывается ответственным исполнителем и руководителем работ. Журнал должен быть постранично пронумерован, прошит и иметь бумажную пломбу, если иное не определено договором.

Примечание – Журнал измерений (рисунок В.3) является неотъемлемой частью акта контроля геодезической разбивочной основы для строительства или актов по приемке работ по геодезическому контролю на исходном и монтажных горизонтах.

Применение результатов измерений в документах исполнительной съемки производится в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51872, ГОСТ 2.307, ГОСТ 21.508, ГОСТ 21.101, СП 126.13330.

В.12 Контроль точности результата измерения

В.12.1 Контроль точности результата измерения отклонения от вертикали строительных элементов и конструкций проводят с целью оценки соответствия качества измерения установленным требованиям путём сопоставления установленной ППР или ППГР предельной погрешности результата измерения для контрольных точек данного здания или сооружения с абсолютной погрешностью результата измерения, указанной в свидетельстве о метрологической аттестации методики измерений.

В.12.2 Требования к точности измерения геометрического параметра считают выполненными, если значение абсолютной погрешности измерения, записанное в свидетельстве о метрологической аттестации методики измерений, или расширенная неопределенность результата измерений не превышает установленной в ППР или в ППГР предельной погрешности измерения Δx_{pr}

$$\Delta(P) \leq \Delta x_{pr}, \quad (B.7)$$

$$U(P) \leq \Delta x_{pr}. \quad (B.8)$$

Примечание – Требования по оценке точности измерений геометрического параметра для конкретных объектов, средств измерений, могут устанавливаться подрядчиком в ППР или ППГР на данное здание и сооружение в соответствии с настоящим стандартом.

Приложение Г
(рекомендуемое)

**Характеристики точности геометрических параметров
зданий и сооружений**

Г.1.1 Соответствие геометрических параметров проектным (номинальным) значениям в пределах допустимых отклонений является обязательным условием для соблюдения функциональных требований к зданиям и сооружениям по механической прочности, геометрической неизменяемости и устойчивости, которые являются составляющими показателями безопасности зданий и сооружений. Безопасность зданий и сооружений достигается соблюдением требований проектной и рабочей документации при строительстве на основе измерений геометрических параметров и их действительных отклонений, выполняемых с необходимой точностью.

Г.1.2 Геометрический параметр является линейно-угловой величиной, которая в соответствии с ГОСТ 21778 характеризуется размером, выраженным числовым значением величины в выбранных единицах измерения, полученным с необходимой точностью и заданной доверительной вероятностью. При этом точность угловых величин может быть определена точностью линейных размеров, которыми определяются эти величины.

Г.1.2.1 Для каждого здания и сооружения в ППР, ППГР в соответствии с ГОСТ 21.113, ГОСТ 21778, ГОСТ 21779 нормируются характеристики точности, выраженные числовыми значениями предельных отклонений линейных и угловых размеров геометрических параметров.

Точность геометрического параметра x в каждом отдельном случае характеризуется значением действительного отклонения δx_i , выражаемого зависимостью

$$\delta x_i = x_1 - x_{nom}, \quad (\text{Г.1})$$

где x_1 – действительное значение параметра x ;

x_{nom} – номинальное значение параметра.

Г.1.2.2 Характеристики точности геометрических параметров в строительстве и их взаимосвязь показаны на рисунках Г.1, Г.2.

Действительное отклонение δx_i является количественным выражением систематических и случайных ошибок, накопленных при выполнении технологических операций и измерений.

Г.1.2.3 Точность геометрических параметров в стандартах и других нормативных документах, а также на рабочих чертежах характеризуется минимальным x_{min} и максимальным x_{max} предельными размерами, нижним δx_{inf} и верхним δx_{sup} предельными отклонениями от

номинального x_{nom} значения, допуском Δx и отклонением δx_c середины поля допуска x_c от номинального x_{nom} значения параметра x . Половина допуска $\delta x = \Delta x/2$ является предельным отклонением параметра x от середины поля допуска x_c .

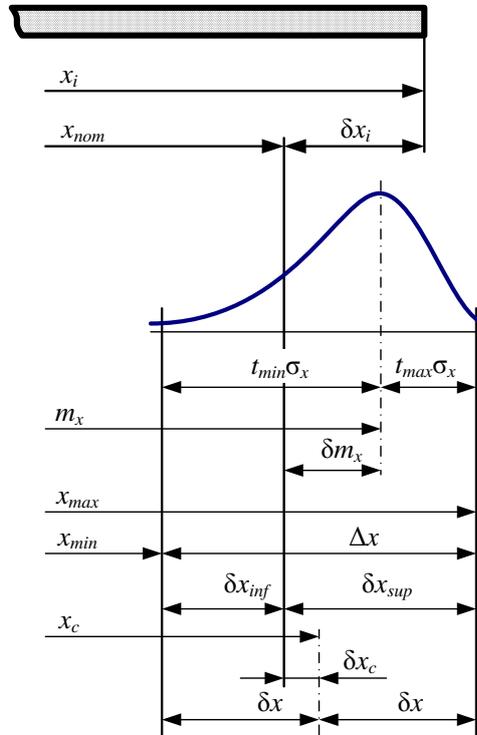


Рисунок Г.1 – Схема взаимосвязи характеристик точности при несимметричном распределении геометрического параметра

Взаимосвязь между этими характеристиками точности определяют по формулам

$$x_{min} = x_{nom} + \delta x_{inf} = x_c - \delta x \quad (\text{Г.2})$$

$$x_{max} = x_{nom} + \delta x_{sup} = x_c + \delta x, \quad (\text{Г.3})$$

$$\Delta x = 2\delta x = x_{max} - x_{min} = \delta x_{sup} - \delta x_{inf}, \quad (\text{Г.4})$$

$$\delta x_c = x_c - x_{nom} = \frac{x_{max} - x_{min}}{2} - x_{nom} = \frac{\delta x_{sup} + \delta x_{inf}}{2} \quad (\text{Г.5})$$

Примечание – Значения нижнего и верхнего предельных отклонений δx_{inf} и δx_{sup} подставляют в формулы со своими знаками.

Г.1.2.4 Точность геометрического параметра x в совокупности его действительных значений x_i , полученной в результате выполнения определенного технологического процесса или операции массового и серийного производства, определяют статистическими характеристиками точности.

В качестве статистических характеристик точности геометрического параметра применяют его среднее значение m_x и среднее квадратическое отклонение σ_x . В необходимых случаях при различных законах распределения параметра x допускается использовать другие статистические характеристики точности.

При нормальном распределении геометрического параметра x оценками характеристик m_x и σ_x являются выборочное среднее x_m и выборочное среднее квадратическое отклонение S_x , которые вычисляются по формулам

$$x_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (\text{Г.6})$$

$$S_x = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - x_m)^2 \right]^{\frac{1}{2}}, \quad (\text{Г.7})$$

где n – объем выборки.

Г.12.5 Систематическое отклонение δm_x геометрического параметра x определяют по формуле

$$\delta m_x = m_x - x_{nom}. \quad (\text{Г.8})$$

Оценкой систематического отклонения δm_x , при нормальном распределении геометрического параметра является выборочное среднее отклонение δx_m , то есть среднее значение отклонений в выборке, определяемое по формуле

$$\delta m_x = x_m - x_{nom}. \quad (\text{Г.9})$$

Г.1.2.6 Предельные значения x_{min} и x_{max} устанавливают как значения геометрического параметра x , отвечающие определенным вероятностям появления значений этого геометрического параметра x ниже x_{min} и выше x_{max} . Взаимосвязь предельных значений x_{min} и x_{max} и статистических характеристик точности m_x и σ_x представлена формулами

$$x_{min} = m_x - t_{min} \sigma_x, \quad (\text{Г.10})$$

$$x_{max} = m_x + t_{max} \sigma_x, \quad (\text{Г.11})$$

где t_{min} и t_{max} – значения стандартизованной случайной величины, зависящие от вероятности появления значений ниже x_{min} и выше x_{max} , и типа статистического распределения параметра x .

Как правило, вероятность появления значений x ниже x_{min} и выше x_{max} принимают одинаковой, но не более 0,05.

Предпочтительные значения величины t при нормальном распределении параметра x в зависимости от допустимой вероятности появления значений x ниже x_{min} и выше x_{max} , характеризующей приемочным уровнем дефектности по ГОСТ 23616, установлены ГОСТ 23615.

Г.1.2.7 В случае симметричного (например, нормального) распределения геометрического параметра x (рисунок Г.2) и одинаковой вероятности появления значений x_1 ниже x_{min} и выше x_{max} , значения $t_{min} = t_{max} = t$, взаимосвязь между характеристиками точности, приведенными в пп. Г.1.2.3 и Г.1.2.4, определяется по формулам:

$$x_c = m_x, \quad (\text{Г.12})$$

$$x_{min} = x_{nom} + \delta x_c - \delta_x, \quad (\text{Г.13})$$

$$x_{max} = x_{nom} + \delta x_c + \delta x. \quad (\Gamma.14)$$

Если при этом среднее значение m_x параметра практически не отличается от его номинального значения x_{nom} , то взаимосвязь характеристик точности характеризуют формулы

$$\delta x_c = \delta m_x = 0, \quad (\Gamma.15)$$

$$-\delta x_{inf} = \delta x_{sup} = \delta x, \quad (\Gamma.16)$$

$$x_{min} = x_{nom} - \delta x, \quad (\Gamma.17)$$

$$x_{max} = x_{nom} + \delta x. \quad (\Gamma.18)$$

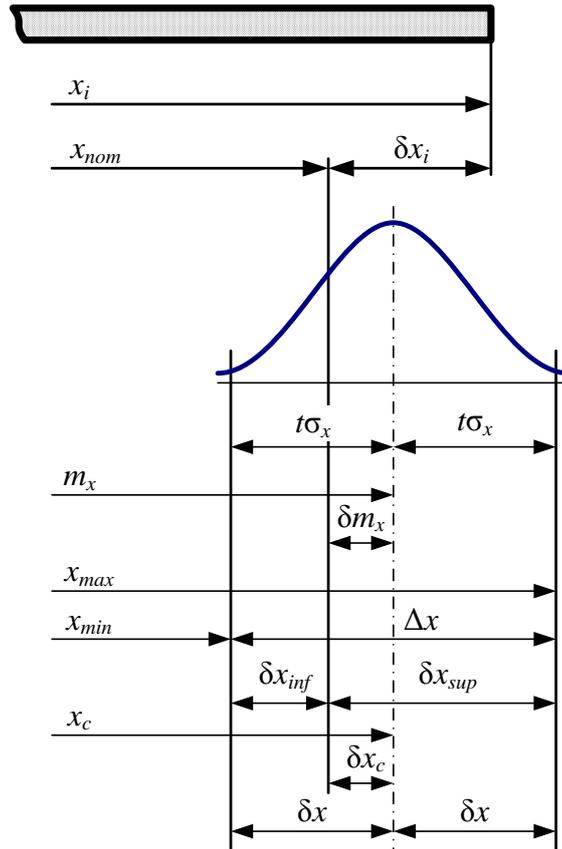


Рисунок Г.2 – Схема взаимосвязи характеристик точности при симметричном распределении геометрического параметра

Приложение Д

(рекомендуемое)

Определение точности измерений при многократных прямых измерениях

Д.1.1 Точность прямых многократных измерений характеризуется, прежде всего, абсолютной погрешностью, размер которой для многократных измерений определяют по следующим составляющим:

- методические составляющие погрешности измерений;
- инструментальные составляющие погрешности измерений;
- погрешности, вносимые оператором.

Д.1.1.1 К методическим составляющим погрешности измерений необходимо относить:

- неадекватность модели, параметры которой принимают в качестве измеряемых величин, контролируемому объекту;
- отклонения от принятых значений аргументов функции, связывающей измеряемую величину с величиной на «входе» средства измерений;
- отклонения от принятых значений разницы между значениями измеряемой величины на входе средства измерений и в точке отбора;
- отличие алгоритма вычислений от функции, строго связывающей результаты наблюдений с измеряемой величиной.

Д.1.1.2 К инструментальным составляющим погрешности измерений относятся:

- основные погрешности и дополнительные статические погрешности средств измерений, вызываемые медленно изменяющимися внешними влияющими величинами;
- погрешности, вызываемые ограниченной разрешающей способностью средств измерений.
- динамические погрешности средств измерений (погрешности, вызываемые инерционными свойствами средств измерений);
- погрешности, вызываемые взаимодействием средства измерений с объектом измерений;
- погрешности передачи измерительной информации.

Д.1.1.3 К погрешностям, вносимым оператором (субъективные погрешности) относятся:

- погрешности считывания значений измеряемой величины со шкал, дисплеев и мониторов;

– погрешности, вызываемые воздействием оператора на объект и средства измерений (искажения температурного поля, механические воздействия и т.п.).

Д.1.1.4 Принятые в РФ характеристики качества измерений приведены в ПМГ 96. Погрешность результата измерения характеризуется суммарной погрешностью, содержащей НСП и случайные погрешности.

Д.1.1.5 Для раскрытия понятия точности измерений, как случайной величины, используют два термина: «правильность» и «прецизионность».

Д.1.1.5.1 Правильность характеризует степень близости среднего арифметического значения большого числа результатов измерений к истинному или принятому опорному значению. Правильность метода измерений применяется в случаях, когда можно прямо или косвенно представить истинное значение измеряемой величины. Характеристикой правильности обычно является значение неисключенной систематической погрешности.

Д.1.1.5.2 Прецизионность характеризует изменчивость повторяющихся измерений. Для представления изменчивости метода измерений приняты два условия прецизионности - повторяемость и воспроизводимость. В условиях повторяемости (сходимости) такие факторы, как интервал времени между измерениями и оператор, считают постоянными, и они не влияют на изменчивость. В условиях воспроизводимости все факторы: оператор, используемое оборудование, калибровка оборудования, параметры окружающей среды (температура, влажность, загрязнение воздуха и т.д.), интервал времени между измерениями считают переменными, влияющими на изменчивость результатов измерений.

Таким образом, повторяемость и воспроизводимость представляют собой два крайних случая прецизионности, где повторяемость характеризует минимальную, а воспроизводимость – максимальную изменчивость результатов. Прочие промежуточные условия между этими двумя экстремальными условиями прецизионности допустимы, когда один или несколько влияющих факторов могут изменяться и использоваться при определенных обстоятельствах. Прецизионность характеризуется величиной случайной погрешности.

Д.1.2 В соответствии ПМГ 96[8], РМГ 43[9], РМГ 91[10], Р50.02.038 [12] используется характеристика качества измерения – неопределенность. Неопределенность в зависимости от вида измерения может быть представлена:

– стандартной неопределенностью измерения U_A , оцениваемой по типу A , отражающей уровень случайной погрешности измерения (прецизионность) и выраженной в виде среднего квадратического отклонения измерения;

– стандартной неопределенностью U_B , оцениваемой по типу B , отражающей уровень неисключенной систематической погрешности измерения (правильность);

- суммарной стандартной неопределенностью измерения u_c , равной положительному квадратному корню суммы дисперсий составляющих, влияющих на точность измерения;
- расширенной неопределенностью U , укладываемой в границы интервала, в пределах которого находится большая часть распределения значений, которые могли бы быть приписаны измеряемой величине.

Д.1.2.1 Для определения характеристик качества многократных измерений в соответствии с ПМГ 96 на этапе перехода от погрешности к неопределенности целесообразно указывать характеристики качества измерений в форме погрешности и неопределенности результата измерения.

При этом необходимо до измерений знать составляющие погрешности результата измерения. Предполагают, что известные систематические погрешности исключены (внесены поправки на все известные источники неопределенности, имеющие систематический характер).

Измерения проводят исходя из того, что распределение случайных погрешностей не противоречит нормальному распределению, а неисключенные систематические погрешности, представленные заданными границами Θ_{inf} , Θ_{sup} , распределены равномерно.

Д.1.2.2 Неопределенность результата измерений понимают, как неполное знание значения измеряемой величины, и для количественного выражения этой неполноты вводят распределение вероятностей возможных значений измеряемой величины – параметр, который количественно характеризует точность результата измерений. Полагают, что распределение вероятностей возможных значений измеряемой величины не противоречит нормальному распределению.

Д.1.2.3 В целях количественного выражения неопределенности результата измерения, представленной в виде границ отклонения значения величины от ее оценки $[\Theta_{inf}, \Theta_{sup}]$ полагают, что распределение возможных значений измеряемой величины в указанных границах не противоречит равномерному распределению.

Примечание – НСП средства измерения определяют на основании их метрологических характеристик, которые должны быть указаны в НТД на средство измерения или в свидетельстве о поверке средства измерений, где указываются также и поправки на показания средства измерений.

Погрешности метода и погрешности оператора должны быть определены при разработке и аттестации конкретной МИ в соответствии с требованиями ГОСТ 8.563.

Д.1.2.4 Выполнение однократных измерений обосновывают следующими факторами:

- производственной необходимостью (разрушение образца, невозможность повторения измерения, экономическая целесообразность и т. д.);
- возможностью пренебрежения случайными погрешностями;

– случайные погрешности существенны, но доверительная граница погрешности результата измерения не превышает допустимой погрешности измерений;

– стандартная неопределенность, оцениваемая по типу A , существенна, но расширенная неопределенность не превышает заданного предела.

Примечания

1 Случайные погрешности считают пренебрежимо малыми по сравнению с неисключенными систематическими, если

$$\frac{\Theta}{s(\tilde{A})} > 8, \quad (\text{Д.1})$$

где Θ – граница НСП результата измерения;

$s(\tilde{A})$ – СКО случайных погрешностей результата измерения.

2 Неопределенность, оцениваемую по типу A , считают пренебрежимо малой по сравнению с неопределенностью, оцениваемой по типу B , если выполняется условие

$$\frac{u_B \sqrt{3}}{u_A} > 8, \quad (\text{Д.2})$$

где u_A и u_B – стандартные неопределенности, оцениваемые по типам A и B соответственно.

При определении доверительных границ погрешности или расширенной неопределенности для уровня доверия P результата измерения принимают вероятность, равную 0,95.

Д.1.2.4.1 В особых случаях, например, при измерениях, которые нельзя повторить, допускается указывать доверительные границы или расширенную неопределенность для уровня доверия P и более высоких вероятностей.

При вычислениях следует пользоваться правилами округления в соответствии с ПМГ 96. Доверительные границы погрешности (характеристики погрешности) и расширенная неопределенность (расширенная неопределенность для уровня доверия P) результата измерения должны быть представлены не более, чем двумя значащими цифрами.

Д.1.2.4.2 При оценивании неисключенной систематической погрешности и стандартной неопределенности, оцениваемой по типу B , НСП результата измерения выражают границами этой погрешности, если среди составляющих погрешности результата измерения в наличии одна НСП.

При указанном выше условии стандартную неопределенность u_B , обусловленную неисключенной систематической погрешностью, заданной своими границами $\pm\Theta$, оценивают по формуле

$$u_B = \frac{\Theta}{\sqrt{3}}. \quad (\text{Д.3})$$

Д.1.2.4.3 Доверительные границы НСП результата измерения вычисляют следующим образом.

При наличии нескольких НСП, заданных своими границами $\pm\Theta_j$, доверительную границу НСП результата измерения $\Theta(P)$ (без учета знака) вычисляют по формуле

$$\Theta(P) = k \sqrt{\sum_{j=1}^m \Theta_j^2}, \quad (\text{Д.4})$$

где k – поправочный коэффициент, определяемый принятой доверительной вероятностью и числом m составляющих Θ_j .

При доверительной вероятности $P=0,95$ поправочный коэффициент k принимают равным 1,1.

При доверительной вероятности $P=0,99$ поправочный коэффициент k принимают равным 1,45, если число суммируемых составляющих $m > 4$. Если же число составляющих равно четырем ($m = 4$), то поправочный коэффициент $k \approx 1,4$; при $m = 3$ $k \approx 1,3$; при $m = 2$ $k \approx 1,2$. Более точное значение k для доверительной вероятности $P=0,99$ при числе составляющих $m \leq 4$ в зависимости от соотношения составляющих l определяют по графику $[k = f(m, l)]$ в соответствии с требованиями ГОСТ 8.207.

Примечание – Погрешность, возникающая при использовании формулы (Д.4) для суммирования НСП и при нахождении поправочного коэффициента k для доверительной вероятности $P=0,99$ по графику $[k = f(m, l)]$, не превышает 5%.

При условии, указанном в пункте Д.1.1, суммарную стандартную неопределенность, оцениваемую по типу B , $u_{c,B}$, вычисляют по формуле

$$u_{c,B} = \sqrt{\sum_{j=1}^m \frac{\Theta_j^2}{3}}. \quad (\text{Д.5})$$

Д.1.2.4.4 При наличии нескольких НСП, заданных доверительными границами $\Theta_j(P_i)$, рассчитанными по формуле (Д.4), доверительную границу НСП результата однократного измерения вычисляют по формуле

$$\Theta(P) = k \sqrt{\sum_{j=1}^m \frac{\Theta_j^2(P_i)}{k_i^2}}. \quad (\text{Д.6})$$

При условии, указанном выше, суммарную стандартную неопределенность, оцениваемую по типу B , вычисляют по формуле

$$u_{c,B} = \sqrt{\sum_{j=1}^m \frac{\Theta_j^2(P_i)}{3k_i^2}}, \quad (\text{Д.7})$$

где $\Theta_j(P_i)$ – доверительная граница j -й НСП, соответствующая доверительной вероятности P_i ;

k и k_i – коэффициенты, соответствующие доверительным вероятностям P и P_i .

Значения коэффициентов k и k_i определяют в соответствии с требованиями пункта Д.1.2.4.3

Д.1.2.5 Случайную погрешность и стандартную неопределенность по типу А результата измерения рассчитывают по формуле

$$S(\tilde{A}) = u_A = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}. \quad (\text{Д.8})$$

Если случайные погрешности представлены несколькими СКО S_i , то СКО результата однократного измерения $S(\tilde{A})$ вычисляют по формуле

$$S(\tilde{A}) = \sqrt{\sum_{i=1}^m S_i^2}. \quad (\text{Д.9})$$

Учитывая, что случайные погрешности представлены несколькими СКО S_i , то стандартную неопределенность, оцениваемую по типу А, результата однократного измерения u_A вычисляют по формуле

$$u_A = \sqrt{\sum_{i=1}^m u_{i,A}^2}, \quad (\text{Д.10})$$

где m – число составляющих случайных погрешностей;

$$u_{i,A} = S_i.$$

Д.1.2.5.1 Доверительную границу случайной погрешности результата измерения $\varepsilon(P)$ вычисляют по формуле

$$\varepsilon(P) = Z_{P/2} S(\tilde{A}), \quad (\text{Д.11})$$

где $Z_{P/2} - P/2$ точка нормированной функции Лапласа, отвечающая вероятности P . При доверительной вероятности $P=0,95$ $Z_{0,95/2}$ принимают равным 2, при $P=0,99$ $Z_{0,99/2}=2,6$.

Д.1.2.5.2 Если случайные погрешности представлены доверительными границами $\varepsilon_i(P)$, соответствующими одной и той же вероятности, доверительную границу случайной погрешности результата однократного измерения вычисляют по формуле

$$\varepsilon(P) = \sqrt{\sum_{i=1}^m \varepsilon_i^2(P)}. \quad (\text{Д.12})$$

Д.1.2.5.3 Если случайные погрешности представлены доверительными границами, соответствующими разным вероятностям, сначала определяют СКО результата измерения по формуле

$$S(\tilde{A}) = \sqrt{\sum_{i=1}^m \frac{\varepsilon^2(P_i)}{Z_{P_i/2}^2}}, \quad (\text{Д.13})$$

а затем вычисляют доверительные границы случайной погрешности результата измерения по формуле (Д.11).

Д.1.2.6 Оценивание погрешности и расширенной неопределенности результата измерения.

Д.1.2.6.1 Если погрешности метода и оператора пренебрежимо малы по сравнению с погрешностью используемых СИ (не превышают 15% погрешности СИ), то за погрешность результата измерения принимают погрешность используемых СИ.

Д.1.2.6.2 Если выполняется условие $\Theta/S(\tilde{A}) < 0,8$, то НСП или стандартной неопределенностью, оцениваемой по типу B , пренебрегают и принимают в качестве погрешности или неопределенности результата измерения доверительные границы случайных погрешностей или расширенную неопределенность для уровня доверия P , вычисляемую по формуле $U(P) = k_0 u_A$.

Если выполняется условие $\Theta/S(\tilde{A}) > 0,8$, то случайными погрешностями или стандартной неопределенностью, оцениваемой по типу A , пренебрегают и принимают в качестве погрешности или неопределенности результата измерения границы НСП или расширенную неопределенность для уровня доверия P , вычисляемую по формуле $U(P) = k_0 u_B$.

Д.1.2.6.3 Если $0,8 \leq \frac{\Theta}{S(\tilde{A})} \leq 8$, то доверительную границу погрешности результатов измерений $\Delta(P)$ вычисляют по формуле

$$\Delta(P) = K[\Theta(P) + \varepsilon(P)], \quad (\text{Д.14})$$

где K – коэффициент, значение которого для доверительной вероятности 0,95 равно 0,76; для доверительной вероятности 0,99 значение коэффициента K равно 0,83.

Расширенную неопределенность для уровня доверия P вычисляют по формуле

$$U(P) = k_0 \sqrt{u_A^2 + u_B^2}, \quad (\text{Д.15})$$

где k_0 – коэффициент охвата (коэффициент, используемый как множитель суммарной неопределенности для получения расширенной неопределенности). Значение коэффициента охвата для доверительной вероятности $P=0,95$ считают равным 2, для доверительной вероятности $P=0,99$ равным 3.

Д.2.1 Характеристики качества измерения, представленные доверительными границами погрешности результата измерений $\Delta(P)$ или абсолютной погрешностью измерения, или пределом погрешности измерения выбранной аттестованной методики измерения, не должны превышать предельную погрешность Δx_{pr}

$$\Delta(P) \leq \Delta x_{pr}, \quad (\text{Д.16})$$

причем расширенная неопределенность результата измерений численно не должна превышать предельную погрешность

$$U(P) \leq \Delta x_{pr}. \quad (\text{Д.17})$$

Приложение Е
(рекомендуемое)

**Определение характеристик качества измерений
в полевых условиях для нивелира**

Е.1.1 В соответствии с положениями ГОСТ Р ИСО 17123.1 – ГОСТ Р 17123.8 определение характеристик качества измерений для полевых условий данной строительной площадки, строящегося здания или сооружения предназначены для проверки без применения вспомогательного оборудования конкретного средства измерения на предмет пригодности его для текущих измерительных задач в данных полевых условиях, для которых систематические воздействия можно в основном скомпенсировать или не учитывать.

Е.1.1.1 Предлагаемые методики по определению характеристики качества измерений для полевых условий позволяют определить фактическое значение прецизионности по двум методикам испытаний:

- упрощённой методике испытаний;
- полной методике испытаний.

Е.1.1.1.2 Упрощённая методика испытаний по определению характеристики качества измерений позволяет оценить, насколько прецизионность нивелировочного оборудования находится в пределах заданного допустимого отклонения по ограниченному количеству измерений.

Допустимое отклонение определяют в порядке, установленном одним из ГОСТ Р ИСО 17123.1-8 в зависимости от испытуемого оптического средства измерений.

При упрощённой методике испытаний невозможно получить статистически значимое среднее квадратическое отклонение. Если требуется более точная оценка нивелира в полевых условиях, рекомендуется выполнять более строгую полную методику испытаний в соответствии с разделом Е.3.

Е.1.1.1.3 Полная методика на основе статистических испытаний по определению характеристик качества измерений принимают для определения наилучшего достижимого критерия прецизионности конкретного комплекта средств измерений в полевых условиях для того, чтобы ответить на следующие вопросы, сформулированные в таблице Е.1:

а) меньше ли рассчитанное экспериментальное среднее квадратическое отклонение s значения, представленного изготовителем, или какого-либо другого предварительно определенного значения s_{pr} ;

б) принадлежат ли два экспериментальных среднеквадратических отклонения s и \tilde{s} , определенные из двух различных выборочных измерений, к одной и той же генеральной совокупности, принимая, что обе выборки имеют одно и то же число степеней свободы ν .

Таблица Е.1 – Статистические испытания

Вопрос	Нуль-гипотеза	Альтернативная гипотеза
а)	$s < s_{pr}$	$s > s_{pr}$
б)	$s = \tilde{s}$	$s \neq \tilde{s}$
в)	$\delta = 0$	$\delta \neq 0$

Число степеней свободы это число измерений минус число расчётных параметров (оценок).

Экспериментальные среднеквадратические отклонения s и \tilde{s} получают из:

– двух выборок измерений, выполненных на одном и том же нивелире, но разными наблюдателями;

– двух выборок измерений, выполненных на одном средстве измерений или комплекте средств измерений, но в разное время;

– двух выборок измерений, выполненных на разных средствах измерений;

в) равна ли нулю разность δh смещений нуль-точек двух нивелирных реек.

Не соблюдение условий нуль-гипотезы при ответе на все вопросы а), б), в) для принятого доверительного уровня позволяет принять решения о невозможности применения данного комплекта средств измерений для выполнения текущих измерительных задач.

Е.1.2 При рассмотрении возможности применения оптического нивелира для измерительных задач необходима следующая последовательность процедур.

Е.1.2.1 Перед испытаниями оператор должен убедиться, что прецизионность измерительного оборудования соответствует поставленной измерительной задаче.

Нивелир и его вспомогательное оборудование должны быть настроены в соответствии с инструкциями изготовителя и использованы с треногами и нивелирными рейками в соответствии с рекомендациями изготовителя.

На результаты измерений влияют метеорологические условия, особенно градиент температуры. Пасмурное небо и низкая скорость ветра гарантируют наиболее благоприятные погодные условия. Фактические метеорологические данные измеряют для ввода поправок на атмосферные воздействия и в измеренные расстояния. Конкретные условия, принимаемые во внимание, могут изменяться в зависимости от того, где выполняются измерения. Эти условия должны учитывать изменения температуры, скорости ветра, облачность и видимость. Отмечают также фактические погодные условия на момент измерения и тип поверхности, над которой эти измерения выполняют. Условия, выбранные для испытания, должны совпа-

дать с ожидаемыми условиями, в которых будут в действительности выполнены измерения (см. ИСО 7077 и ИСО 7078).

При испытаниях, проводимых в лаборатории, получают результаты, в которых практически исключены атмосферные воздействия, но стоимость таких испытаний очень высока. В этой связи их не практикует большинство пользователей. При испытаниях, проводимых в лаборатории, значения прецизионности много больше, чем те, которые получают в полевых условиях.

В настоящем приложении приведены две методики испытаний в полевых условиях (Е.2 и Е.3). Оператор должен выбрать методику, которая наиболее соответствует конкретным требованиям проекта.

Е.2. Методика 1. Упрощенная методика испытаний

Е.2.1 Упрощенная методика обычно предназначена для проверки прецизионности оптического нивелира, который используют для нивелирования поверхностей, для работ, при которых измеряют расстояния на неровных поверхностях, например, на стройплощадках.

Упрощенная методика основана на ограниченном числе измерений.

Упрощенная методика основана на определении разности высот между двумя точками, отстоящими примерно на 60 м друг от друга, и принятии этой разности за истинное значение. Разность между разностью измеренных высот при неравных расстояниях визирования и значением, принятым за истинное, между теми же самыми точками измерения, полученная при равных расстояниях визирования, указывает, удовлетворяет ли данный нивелир заданному допустимому отклонению для рассматриваемой измерительной задачи.

Е.2.2 Конфигурация испытательного хода

Для сохранения влияния преломления по возможности малым необходимо выбрать достаточно горизонтальную площадь для испытания. Две нивелирные точки *A* и *B* устанавливают примерно на расстоянии $l = 60$ м друг от друга (или охватывая диапазон, применяемый в проекте). Для обеспечения надежных результатов в ходе испытаний нивелирные рейки устанавливают в устойчивое положение и надежно закрепляют.

Е.2.3 Измерения

Перед проведением измерений нивелир выдерживают в условиях окружающей среды. На это требуется около 2 мин на каждый градус Цельсия разности температур нивелира и окружающей среды. Перед проведением испытаний (измерений) проверяют коллимационную ошибку.

Необходимо снять две серии отсчетов. Для первой серии нивелир устанавливают примерно на равном расстоянии между двумя точками нивелирования *A* и *B* ($l/2 = 30$ м). Такая конфигурация сводит к минимуму влияние преломления и смещение коллимационной оси

(см. рисунок Д.1). Выполняют серию №1 из 10 измерений, каждое из которых включает один отсчет h_{Aj} по рейке, установленной в точке A , при визировании назад и один отсчет h_{Bj} по рейке, установленной в точке B , при визировании вперед, ($j = 1, \dots, 10$). Между каждой парой показаний нивелир поднимают и переносят в немного отличающееся положение. После пяти измерений ($h_{A1}, h_{B1}, \dots, h_{A5}, h_{B5}$) считывание вперед и назад для последующих пяти измерений ($h_{A6}, h_{B6}, \dots, h_{A10}, h_{B10}$) меняют местами.

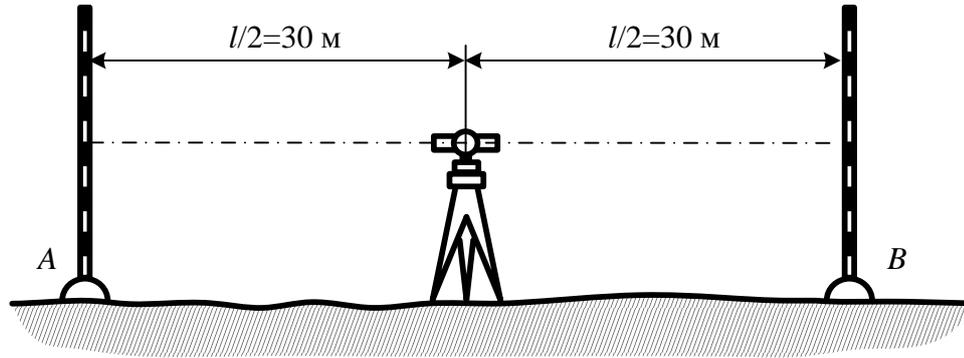


Рисунок Д.1 – Первая конфигурация хода для упрощенной методики испытания

Для выполнения измерений серии №2 нивелир устанавливают примерно на расстоянии $l/6 = 10$ м от точки A и $5l/6 = 50$ м от точки B (см. рисунок Д.2). Следующие 10 измерений ($h_{A11}, h_{B11}, \dots, h_{A15}, h_{B15}, h_{B16}, h_{A16}, \dots, h_{B20}, h_{A20}$) выполняют аналогично серии №1 из 10 измерений ($j = 11, \dots, 20$).

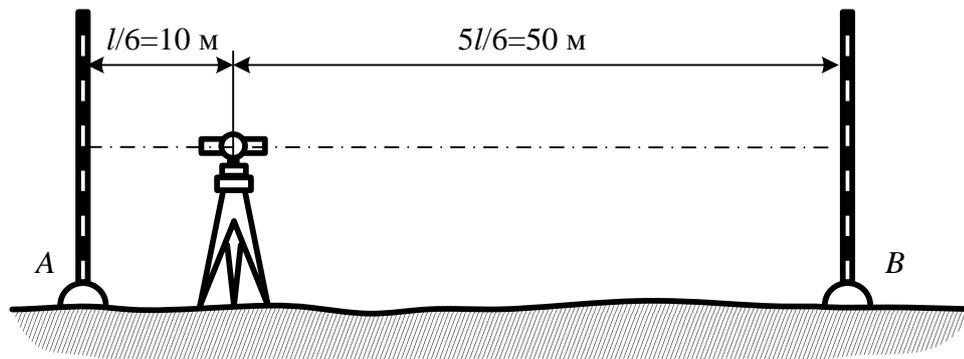


Рисунок Д.2 – Вторая конфигурация хода для упрощенной методики испытания

Е.2.3 Расчет характеристик качества измерений

$$\delta h_j = h_{Aj} - h_{Bj}, \quad j = 1 \dots, 20, \quad (E.1)$$

где δh_j – разность между считыванием в обратном направлении h_{Aj} и считыванием в прямом направлении h_{Bj} .

$$\bar{\delta h}_1 = \frac{\sum_{j=1}^{10} \delta h_j}{10}, \quad (E.2)$$

где $\bar{\delta}h_1$ – среднеарифметическое разности высот δh_j измерений серии №1.

Считают, что значение $\bar{\delta}h_j$ представляет истинную разность высот между нивелирными точками A и B .

$$\delta_{(A-B)j} = \bar{\delta}h_1 - \delta h_j, \quad j = 1, \dots, 10, \quad (\text{E.3})$$

где $\delta_{(A-B)j}$ – разность между соответствующей измеренной разностью высот δh первой серии измерений между двумя нивелирными точками A и B .

В качестве арифметической проверки сумма разностей измерений серии №1 должна быть равной нулю (за исключением погрешностей округления)

$$\sum_{j=1}^{10} \delta h_j = 0, \quad (\text{E.4})$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{10} \delta_{(A-B)j}^2}{v}}, \quad (\text{E.5})$$

где $\sum_{j=1}^{10} \delta_{(A-B)j}^2$ – сумма квадратов разностей $\delta_{(A-B)j}$ серии №1;

$v = 10 - 1 = 9$ – соответствующее число степеней свободы;

s – экспериментальное среднеквадратическое отклонение разности высот δh_j , выведенное из измерений серии №1.

$$\bar{\delta}h_2 = \frac{\sum_{j=11}^{20} \delta h_j}{10}, \quad (\text{E.6})$$

где $\bar{\delta}h_2$ – среднее арифметическое разности высот δh_j , выведенное из измерений серии №2.

Разность $\bar{\delta}h_1 - \bar{\delta}h_2$ должна быть в пределах заданного в ППГР допустимого отклонения $\mp \delta p$ для имеющейся задачи измерения. Если p не дано, разность должна быть

$$|\bar{\delta}h_1 - \bar{\delta}h_2| < 2,5 \cdot s, \quad (\text{E.7})$$

где s – экспериментальное среднеквадратическое отклонение, рассчитанное согласно уравнению (E.5).

Если разность $|\bar{\delta}h_1 - \bar{\delta}h_2|$ слишком велика, это указывает на избыточную погрешность (неопределенность) измерения по длинному расстоянию (50 м), полученную в результате погрешности считывания, преломления и смещения коллимационной оси. В этом случае:

- проверяют коллимационную ошибку согласно справочнику пользователя;
- сокращают максимальное расстояние.

E.3 Методика 2. Полная методика испытаний

E3.1 Полную методику испытаний принимают для определения наилучшего достижимого критерия прецизионности конкретного нивелира и его вспомогательного оборудования в полевых условиях. Эта методика требует использования равных расстояний визирования (максимальный разброс 10%). Полная методика, как правило, предназначена для полевых испытаний нивелиров, которые будут использованы для более точного нивелирования, ли-

нейных приложений и других основных типов съемки, например, в гражданском строительстве.

Рекомендуемое расстояние визирования 30 м. Расстояния визирования свыше 30 м применяют, если требуется проектной спецификацией, или для определения диапазона критерия прецизионности нивелира при соответствующих расстояниях.

Полная методика испытаний основана только на равных расстояниях визирования. Смещение коллимационной оси нивелира с помощью полной методики обнаружить невозможно. Но такая коллимационная ошибка не влияет ни на экспериментальное среднеквадратическое отклонение, ни на расхождение в смещениях нуля нивелирных реек при использовании равных расстояний визирования. Для определения коллимационной ошибки необходимо проверить нивелир в соответствии с инструкциями изготовителя до начала нивелирования.

Полная методика испытаний, приведенная в данном приложении, предназначена для определения прецизионности при эксплуатации конкретного нивелира. Такой критерий прецизионности при эксплуатации выражают в пересчете на экспериментальное (определенное в ходе эксперимента) среднеквадратическое отклонение при измерениях превышений нивелиром на 1 км двойного хода – $S_{ISO-LEV}$.

Полную методику испытаний используют для определения:

- критерия прецизионности при эксплуатации данного нивелира с его вспомогательным оборудованием в данное время;
- критерия прецизионности при эксплуатации отдельного нивелира в течение длительного времени;
- критерия прецизионности при эксплуатации нескольких нивелиров для сравнения прецизионностей, достижимых для каждого из них в одинаковых полевых условиях.

Необходимо применить статистические испытания, чтобы определить, принадлежит ли полученное экспериментальное среднеквадратическое отклонение s к генеральной совокупности теоретического среднеквадратического отклонения нивелира σ , принадлежат ли два испытанных образца к одной и той же генеральной совокупности и равна ли нулю разность σ нуль-точек нивелирных реек нулю.

Е.3.1 Конфигурация испытательного хода

Чтобы сохранить влияние преломления по возможности минимальным, выбирают достаточно горизонтальную площадь для испытания. Участок земли должен быть компактным, поверхность должна быть ровной, следует избегать дорог, покрытых асфальтом или бетоном. Если имеется прямой солнечный свет, нивелир необходимо держать в тени, например, под зонтом.

Две точки нивелирования A и B устанавливают примерно на расстоянии $l = 60$ м друг от друга. Для обеспечения надежных результатов в ходе испытаний нивелирные рейки устанавливают в устойчивое положение и надежно закрепляют.

Нивелир устанавливают примерно на равном расстоянии между двумя нивелирными точками A и B [$l/2 = (30 \pm 3)$ м], чтобы свести к минимуму влияние преломления и смещение коллимационной оси (см. рисунок Д.3).

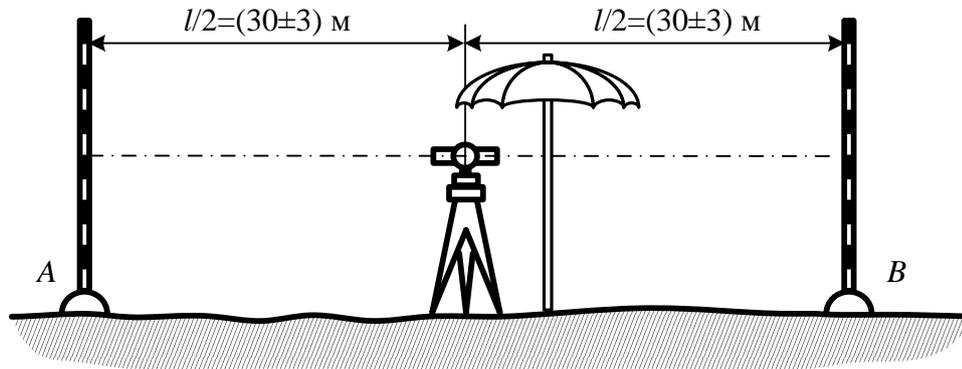


Рисунок Д.3 – Конфигурация хода для полной методики испытания

Е.3.2 Измерения

Перед проведением измерений нивелир выдерживают в условиях окружающей среды. На это требуется около 2 мин на каждый градус Цельсия разности температур нивелира и окружающей среды. Перед проведением измерений проверяют коллимационную ошибку.

Выполняют две серии измерений. Серия №1 измерений состоит из 20 пар отсчетов, причем каждое измерение включает один отсчет при визировании назад h_{Aj} по рейке, установленной в точке A , и один при визировании вперед h_{Bj} по рейке, установленной в нивелирной точке B , ($j = 1, \dots, 20$). Выполняют серию №1 из 10 измерений. Между каждой парой отсчетов нивелир поднимают и переносят в немного отличающееся положение. После 10 измерений ($h_{A1}, h_{B1}, \dots, h_{A10}, h_{B10}$) меняют местами считывание вперед и назад для последующих десяти измерений ($h_{B11}, h_{A11}, \dots, h_{B20}, h_{A20}$).

Затем две нивелирные рейки в точках A и B меняют местами и выполняют измерения для серии №2 еще 20 показаний ($h_{A21}, h_{B21}, \dots, h_{A30}, h_{B30}, h_{A31}, h_{B31}, \dots, h_{A40}, h_{B40}$) аналогично серии №1 из 20 измерений.

Е.3.3 Расчет характеристик качества измерений

$$\delta h_j = h_{Aj} - h_{Bj}, \quad j = 1, \dots, 40, \quad (\text{Е.8})$$

где δh_j – разность между показанием при визировании назад h_{Aj} и показанием при визировании вперед h_{Bj} .

$$\bar{\delta}h_1 = \frac{\sum_{j=1}^{20} \delta h_j}{20}, \quad (\text{E.9})$$

где $\bar{\delta}h_1$ – среднеарифметическое разности высот δh_j измерений серии №1.

$$\bar{\delta}h_2 = \frac{\sum_{j=11}^{20} \delta h_j}{20}, \quad (\text{E.10})$$

где $\bar{\delta}h_2$ – среднеарифметическое разности высот δh_j , выведенное из измерений серии №2.

Разность

$$\bar{\delta}h_1 - \bar{\delta}h_2 \quad (\text{E.11})$$

не влияет на экспериментальное среднеквадратическое отклонение, но является показателем разности смещения нуль-точек двух нивелирных реек. Для адекватной интерпретации см. Е.3.4.

Разности рассчитывают следующим образом

$$\delta_{(A-B)j} = \bar{\delta}h_1 - \delta h_j, \quad j = 1, \dots, 20, \quad (\text{E.12})$$

$$\delta_{(A-B)j} = \bar{\delta}h_2 - \delta h_j, \quad j = 21, \dots, 40, \quad (\text{E.13})$$

где $\delta_{(A-B)j}$ – разность между соответствующей измеренной разностью высот δh_j между двумя нивелирными точками A и B .

В качестве арифметической проверки суммы разностей серии №1 и серии №2 должны быть равны нулю (за исключением погрешности округления)

$$\sum_{j=1}^{20} \delta h_j = 0, \quad (\text{E.14})$$

$$\sum_{j=21}^{40} \delta h_j = 0, \quad (\text{E.15})$$

$$\sum_{j=1}^{40} \delta_{(A-B)j}^2 = \sum_{j=1}^{20} \delta_{(A-B)j}^2 + \sum_{j=21}^{40} \delta_{(A-B)j}^2, \quad (\text{E.16})$$

где $\sum_{j=1}^{40} \delta_{(A-B)j}^2$ – сумма квадратов всех разностей $\delta_{(A-B)j}$.

$$v = 2(20 - 1) = 38, \quad (\text{E.17})$$

где v – число степеней свободы.

Экспериментальное среднеквадратическое отклонение s действительно для разности высот на расстоянии 60 м

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{40} \delta_{(A-B)j}^2}{v}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{40} \delta_{(A-B)j}^2}{38}}; \quad (\text{E.18})$$

$$s_{ISO-LEV} = \frac{s}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{1000 \text{ м}}{60 \text{ м}}} = 2,89 \cdot s, \quad (\text{E.19})$$

где $s_{ISO-LEV}$ – экспериментальное среднеквадратическое отклонение для нивелирования на 1 км двойного хода.

Е.3.4 Статистические испытания

Е.3.4.1 Статистические испытания рекомендованы только для полной методики испытаний. Для интерпретации результатов статистические испытания выполняют, используя:

- экспериментальное среднеквадратическое отклонение s разности высот;
- разность δh смещений нуль-точек двух нивелирных реек и её экспериментальное среднеквадратическое отклонение $S_{\delta h}$.

Чтобы ответить на следующие вопросы (см. таблицу Е.1):

а) меньше ли рассчитанное экспериментальное среднеквадратическое отклонение s значения σ , представленного изготовителем, или какого-либо другого предварительно определенного значения S_{nor} ;

б) принадлежат ли два экспериментальных среднеквадратических отклонения s и \bar{s} , определенные из двух различных выборочных измерений, к одной и той же генеральной совокупности, принимая, что обе выборки имеют одно и то же число степеней свободы ν ; экспериментальные среднеквадратические отклонения s и \bar{s} получают из:

- двух выборок измерений, выполненных на одном и том же нивелире, но разными наблюдателями;
- двух выборок измерений, выполненных на одном и том же нивелире, но в разное время;
- двух выборок измерений, выполненных на разных нивелирах;

в) равна ли нулю разность δh смещений нуль-точек двух нивелирных реек.

Для следующих испытаний принимают доверительный уровень $(1 - \alpha) = 0,95$ и согласно цели измерений число степеней свободы $\nu = 38$.

Таблица Е.1 – Статистические испытания

Вопрос	Нуль-гипотеза	Альтернативная гипотеза
а)	$s < S_{pr}$	$s > S_{pr}$
б)	$s = \bar{s}$	$s \neq \bar{s}$
в)	$\delta = 0$	$\delta \neq 0$

Е.3.4.2 Вопрос а)

Нуль-гипотезу, устанавливающую, что экспериментальное среднеквадратическое отклонение s меньше или равно теоретическому или предварительно определенному значению σ , не отвергают, если выполнено следующее условие

$$s \leq S_{nor} \sqrt{\frac{\chi_{1-\alpha}^2(\nu)}{\nu}}; \tag{Е.20}$$

$$s \leq S_{nor} \sqrt{\frac{\chi_{0,95}^2(38)}{38}}; \tag{Е.21}$$

$$\chi_{0,95}^2(38) = 53,38; \tag{Е.22}$$

$$s \leq S_{nor} \sqrt{\frac{53,38}{38}}; \tag{Е.23}$$

$$s \leq s_{nor} \cdot 1,19. \quad (E.24)$$

В противном случае нуль-гипотезу отвергают.

Е.3.4.3 Вопрос б)

В случае двух разных выборок испытание показывает, принадлежат ли экспериментальные среднеквадратические отклонения s и \bar{s} к одной и той же генеральной совокупности. Соответствующую нуль-гипотезу $\sigma = \tilde{\sigma}$ не отвергают, если выполнено следующее условие

$$\frac{1}{F_{1-\alpha/2}(v,v)} \leq \frac{s^2}{\bar{s}^2} \leq F_{1-\alpha/2}(v,v); \quad (E.25)$$

$$\frac{1}{F_{0,975}(38,38)} \leq \frac{s^2}{\bar{s}^2} \leq F_{0,975}(38,38); \quad (E.26)$$

$$F_{0,975}(38,38) = 1,91; \quad (E.27)$$

$$0,52 \leq \frac{s^2}{\bar{s}^2} \leq 1,91. \quad (E.28)$$

В противном случае нуль-гипотезу отвергают.

Е.3.4.4 Вопрос в)

Гипотезу равенства средних значений $\bar{\delta}h_1$ и $\bar{\delta}h_2$ (нуль-гипотезу для δ) не отвергают, если выполнено следующее условие

$$|\delta| \leq s_{\delta} t_{1-\alpha/2}(v); \quad (E.29)$$

$$|\delta| \leq s_{\delta} t_{0,975}(38); \quad (E.30)$$

$$s_{\delta} = \frac{s}{\sqrt{10}}; \quad (E.31)$$

$$t_{0,975}(38) = 2,02; \quad (E.32)$$

$$|\delta| \leq \frac{s}{\sqrt{10}} 2,02 \leq s0,64. \quad (E.33)$$

В противном случае нуль-гипотезу отвергают.

Число степеней свободы и, таким образом, соответствующее число значений, полученных в испытании $\chi^2_{1-\alpha/2}(v)$, $F_{1-\alpha/2}(v,v)$ и $t_{1-\alpha/2}(u)$ (взятые из справочников по статистике) изменяются, если анализируют разное число измерений.

Е.4 Пример упрощенной методики испытаний по определению характеристики качества измерений в полевых условиях для нивелира

Е.4.1 Измерения

В таблице Е.1 включены в столбцах с 1-го по 3-ий и с 7-го по 9-ый 20 отсчетов в прямом и обратном направлениях (измеренных значений h_{Aj} и h_{Bj}).

Наблюдатель: И.Иванов
 Погода: облачно, +10°C
 Тип нивелира и номер: № XXX630401

Дата: 2012-04-08.

Таблица Е.2 – Измерения и разности

1 j	2 h_{Aj} , мм	3 h_{Bj} , мм	4 δh_j , мм	5 $\delta_{(A-B)j}$, мм	6 $\delta_{(A-B)j}^2$, мм	7 j	8 h_{Aj} , мм	9 h_{Bj} , мм	10 δh_j , мм
1	1048	1232	-184	0,6	0,36	11	1115	1300	-185
2	1017	1200	-183	-0,4	0,16	12	1123	1307	-184
3	1061	1245	-184	0,6	0,36	13	1145	1328	-183
4	1048	1231	-183	-0,4	0,16	14	1167	1351	-184
5	1012	1195	-184	-0,4	0,16	15	1155	1341	-186
6	1051	1235	-184	0,6	0,36	16	1137	1322	-185
7	1054	1238	-184	0,6	0,36	17	1119	1304	-185
8	1038	1221	-183	-0,4	0,16	18	1127	1312	-185
9	1036	1219	-183	-0,4	0,16	19	1140	1324	-184
10	1052	1235	-183	-0,4	0,16	20	1144	1328	-184
Σ	10417	12251	-1834	0,0	2,40	Σ	11372	13217	-1845

Е.4.2 Расчет характеристики качества измерения

Измеренные разности высот h_1, \dots, h_{20} рассчитаны в соответствии с уравнением (1) (см. столбцы 4 и 10 таблицы Е.2).

Используя средние значения сумм значений в столбцах 4 и 10 таблицы Е.1, уравнения (Е.2) и (Е.6) дают следующее

$$\bar{h}_1 = \frac{\sum_{j=1}^{10} d_j}{10} = \frac{-1834}{10} = -183,4 \text{ мм}, \quad (\text{Е.34})$$

$$\bar{h}_2 = \frac{\sum_{j=11}^{20} d_j}{10} = \frac{-1845}{10} = -184,5 \text{ мм}, \quad (\text{Е.35})$$

Разность равна $\bar{h}_1 - \bar{h}_2 = 1,1$ мм.

Разности r_j разностей высот h_j серии измерений № 1 измерений рассчитывают согласно уравнению (Е.3) (см. столбец 5 таблицы Е.2).

С помощью суммы квадратов разностей из серии № 1 (см. последнюю строку столбца 6 таблицы Е.1) экспериментальное среднеквадратическое отклонение s рассчитывают согласно уравнению (Е.5)

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{10} r_j^2}{v}} = \sqrt{\frac{2,40}{9}} = 0,5 \text{ мм}. \quad (\text{Е.36})$$

Выполняют следующую арифметическую проверку:

1) разность сумм в столбцах 2 и 3 должна быть равна сумме в столбце 4

$$12251+10417=-1834, \quad (\text{E.37})$$

2) разность сумм в столбцах 8 и 9 должна быть равна сумме в столбце 10

$$13217+11372=-18945, \quad (\text{E.38})$$

3) сумма разностей в столбце 5 должна быть равна нулю (за исключением погрешностей округления).

Разность $h_1 - h_2 = -1,1$ мм меньше, чем $2,5s = 2,5 \cdot 0,5 = -1,25$ мм. Такой результат показывает, что не существует признаков избыточной неопределенности (погрешности) измерения, происходящей в результате погрешностей считывания, преломления и смещения коллимационной оси.

Е.5 Пример полной методики испытаний по определению характеристики качества измерений в полевых условиях для нивелира

Е.5.1 Измерения

В таблице Е.2 включены в столбцах с -1-го по 3-ий и с 7-го по 9-ый 40 отсчетов в прямом и обратном направлениях (измеренных значений h_{Aj} и h_{Bj}).

Наблюдатель: П.Петров
 Погода: облачно, +10°C
 Тип нивелира и номер: №XXXXXX 690324
 Дата: 2012-06-05.

Е.5.2 Расчет характеристик качества измерения

Измеренные разности высот h_1, \dots, h_{40} рассчитаны в соответствии с уравнением (7) (см. столбцы 4 и 10 таблицы Е.3).

Используя средние значения сумм значений в столбцах 4 и 10 таблицы Е.2, уравнения (Е.8) и (Е.9) дают следующее

$$\bar{h}_1 = \frac{\sum_{j=1}^{20} d_j}{20} = \frac{3666}{20} = 183,3 \text{ мм}; \quad (\text{E.39})$$

$$\bar{h}_2 = \frac{\sum_{j=21}^{40} d_j}{20} = \frac{3662}{20} = 183,1 \text{ мм}. \quad (\text{E.40})$$

Разность δ рассчитывается согласно уравнению (Д.10)

$$\bar{h}_1 - \bar{h}_2 = -183,3 + 183,1 = -0,2 \text{ мм}. \quad (\text{E.39})$$

Разности r_j разностей высот h_j серии № 1 измерений рассчитывают согласно уравнениям (Е.11) и (Е.12) (см. столбцы 5 и 11 таблицы Е.2).

Таблица Е.3 – Измерения и разности

1 j	2 h_{Aj} , мм	3 h_{Bj} , мм	4 δh_j , мм	5 $\delta_{(A-B)j}$, мм	6 $\delta_{(A-B)j}^2$, мм	7 j	8 h_{Aj} , мм	9 h_{Bj} , мм	10 δh_j , мм	11 $\delta_{(A-B)j}$, мм	12 $\delta_{(A-B)j}^2$, мм
1	1048	1232	-184	0,7	0,49	21	1005	1188	-183	-0,1	0,01
2	1017	1200	-183	-0,3	0,09	22	1013	1198	-183	-0,1	0,01
3	1061	1245	-184	0,7	0,49	23	1035	1218	-183	-0,1	0,01
4	1048	1231	-183	-0,3	0,09	24	1057	1241	-184	0,9	0,81
5	1012	1195	-184	-0,3	0,09	25	1045	1228	-183	-0,1	0,01
6	1051	1235	-184	0,7	0,49	26	1027	1211	-184	0,9	0,81
7	1054	1238	-184	0,7	0,49	27	1009	1192	-183	-0,1	0,01
8	1038	1221	-183	-0,3	0,09	28	1017	1199	-182	-1,1	1,21
9	1036	1219	-183	-0,3	0,09	29	1030	1213	-183	-0,1	0,01
10	1052	1235	-183	-0,3	0,09	30	1034	1216	-182	-1,1	1,21
11	1031	1214	-183	-0,3	0,09	31	1043	1226	-183	-0,1	0,01
12	1028	1212	-184	0,7	0,49	32	1037	1220	-183	-0,1	0,01
13	1039	1222	-183	-0,3	0,09	33	1025	1208	-183	-0,1	0,01
14	1040	1223	-183	-0,3	0,09	34	1050	1232	-182	-1,1	1,21
15	1031	1213	-182	-0,3	0,09	35	1039	1222	-183	-0,1	0,01
16	1050	1233	-183	-0,3	0,09	36	1024	1207	-183	-0,1	0,01
17	1056	1239	-183	-0,3	0,09	37	1030	1214	-184	0,9	0,81
18	1028	1212	-184	0,7	0,49	38	1041	1225	-184	0,9	0,81
19	1034	1218	-184	0,7	0,49	39	1012	1196	-184	0,9	0,81
20	1049	1232	-183	-0,3	0,09	40	1019	1202	-183	-0,1	0,01
Σ	20803	24469	-3666	0,0	6,20	Σ	20592	24254	-3662	0,0	7,80

С помощью суммы квадратов разностей из серии № 1 и серии № 2 (см. последние строки столбцов 6 и 12 таблицы Е.2) суммы квадратов разностей r_j и экспериментальное средне-квадратическое отклонение s на 1 км двойного хода рассчитывают согласно уравнениям (Е.15) – (Е.18)

$$\sum_{j=1}^{40} r_j^2 = 6,2 + 7,8 = 14,00 \text{ мм}^2, \quad (\text{Е.41})$$

$$v = 38, \quad (\text{Е.42})$$

$$s = \sqrt{\frac{14,00}{38}} = 0,61 \approx 0,6 \text{ мм}^2; \quad (\text{Е.43})$$

$$s_{ISO-LEV} = s \cdot 2,89 = 0,61 \cdot 2,89 = 1,76 \approx 1,8 \text{ мм}. \quad (\text{Е.44})$$

Выполняют следующую арифметическую проверку:

1) разность сумм в столбцах 2 и 3 должна быть равна сумме в столбце 4

$$24469 - 20803 = 3666, \quad (\text{Е.45})$$

2) разность сумм в столбцах 8 и 9 должна быть равна сумме в столбце 10

$$24254 - 20592 = 3662, \quad (\text{Е.46})$$

3) сумма разностей в столбце 5 должна быть равна нулю (за исключением погрешностей округления);

4) сумма разностей в столбце 11 должна быть равна нулю (за исключением погрешностей округления).

Е.5.3 Статистические испытания

Е.5.3.1 Статистические испытания согласно вопросу а)

$$s_{nor} = 1,0 \text{ мм}, \quad (\text{E.47})$$

$$s_{ISO-LEV} = 1,8 \text{ мм}, \quad (\text{E.48})$$

$$v = 38, \quad (\text{E.49})$$

$$s \leq s_{nor} \sqrt{\frac{53,38}{38}}, \quad (\text{E.50})$$

$$1,8 \text{ мм} \leq 1,0 \text{ мм} \cdot 1,19, \quad (\text{E.51})$$

$$1,8 \text{ мм} \leq 1,2 \text{ мм}. \quad (\text{E.52})$$

Поскольку указанное выше условие не выполнено, нуль-гипотезу, устанавливающую, что экспериментально определенное среднеквадратическое отклонение $s = 1,8$ мм меньше или равно представленному изготовителем, $s = 1,0$ мм, отвергают на доверительном уровне 95%.

Е.5.3.2 Статистическое испытание в соответствии с вопросом б)

$$s = 1,8 \text{ мм}, \quad (\text{E.53})$$

$$\tilde{s} = 2,6 \text{ мм}, \quad (\text{E.54})$$

$$v = 38, \quad (\text{E.55})$$

$$F_{0,975}(38,38) = 1,91, \quad (\text{E.56})$$

$$0,52 \leq \frac{s^2}{\tilde{s}^2} \leq 1,91, \quad (\text{E.57})$$

$$0,52 \leq \frac{3,24 \text{ мм}^2}{6,76 \text{ мм}^2} \leq 1,91, \quad (\text{E.58})$$

$$0,52 \leq 0,48 \leq 1,91. \quad (\text{E.59})$$

Поскольку указанное выше условие не выполнено, нуль-гипотезу, устанавливающую, что экспериментально определенное среднеквадратическое отклонение $s = 1,8$ мм и $\tilde{s} = 2,6$ мм, принадлежат к одной и той же генеральной совокупности, отвергают на доверительном уровне 95%.

Е.5.3.3 Статистическое испытание в соответствии с вопросом в)

$$s = 0,6 \text{ мм}, \quad (\text{E.60})$$

$$v = 38, \quad (\text{E.60})$$

$$\sigma = 0,2 \text{ мм}, \quad (\text{E.61})$$

$$s_\delta = \frac{s}{\sqrt{10}}, \quad (\text{E.62})$$

$$|\delta| \leq s_\delta t_{0,975}(38), \quad (\text{E.63})$$

$$t_{0,975}(38) = 2,02, \quad (\text{E.64})$$

$$|\delta| \leq \frac{s}{\sqrt{10}} 2,02 \leq s0,64, \quad (\text{E.65})$$

$$0,2 \text{ мм} \leq 0,2 \text{ мм} \cdot 2,0 \leq 0,4 \text{ мм}. \quad (\text{E.66})$$

Поскольку указанное выше условие выполнено, нуль-гипотезу, устанавливающую, что смещение нуля нивелирных реек равно нулю, не отвергают на доверительном уровне 95%.

Вывод. Характеристики качества измерений, полученные в результате полевых статистических испытаний по полной методике нивелира в комплекте с двумя нивелирными рейками, не позволяют дать положительный ответ на вопрос а) и на вопрос в) для расстояния 60 м, так как нивелир по своему техническому состоянию вносит коллимационную ошибку. Использование нивелира возможно для расстояния меньше, чем 60 м, что должно быть подтверждено соответствующими испытаниями по полной методике.

Приложение Ж

(рекомендуемое)

Введение поправок при отклонении условий измерений от нормальных

Ж1.1 При выборе методов и средств измерения следует учитывать необходимость обеспечения минимальных затрат на выполнение измерений и их обработку и наиболее полного исключения систематических погрешностей следующими способами:

а) исключением известных систематических погрешностей из результатов наблюдений или измерений путем введения поправок к этим результатам. Поправки по абсолютному значению равны этим погрешностям и противоположны им по знаку;

б) введением поправок исключают:

- погрешность, возникающую из-за отклонений действительной температуры окружающей среды при измерении от нормальной;
- погрешность, возникающую из-за отклонений атмосферного давления при измерении от нормального;
- погрешность, возникающую из-за отклонений относительной влажности окружающего воздуха при измерении от нормальной;
- погрешность, возникающую из-за отклонений относительной скорости движения внешней среды при измерении от нормальной;
- погрешность, возникающую вследствие искривления светового луча (рефракции);
- погрешность шкалы средства измерения;
- погрешность, возникающую вследствие несовпадения направлений линии измерения и измеряемого размера;

в) поправки по указанным погрешностям вычисляют в соответствии с указаниями таблицы Ж.1.

Пример – Получен результат измерения длины стальной фермы $x_i = 24003$ мм. Измерение выполнялось 30-метровой рулеткой из нержавеющей стали при температуре окружающей среды $t = -20^\circ\text{C}$. При этом $\alpha_1 = 20,5 \cdot 10^{-6}$, $\alpha_2 = 12,5 \cdot 10^{-6}$, $t_1 = t_2 = -20^\circ\text{C}$. Тогда поправка на отклонение температуры от нормального значения составит $\delta x_{\text{cor},t} = -24003[20,5 \cdot 10^{-6}(-20 - 20) - 12,5 \cdot 10^{-6}(-20 - 20)] \approx 7,7$ мм.

Значения α_1 , приняты по паспорту на рулетку или из свидетельства о поверке. Значения α_2 приняты из протокола испытаний по качеству партии металла или принимаются на основании данных полученных по запросу к изготовителю. Действительную длину x_i фермы с учетом поправки на температуру окружающей среды следует принять равной

$$x_i + \delta x_{\text{cor},t} = 24003 + 7,7 = 24010,7 \text{ мм.}$$

Таблица Ж.1 – Поправки для исключения систематических погрешностей

Наименование поправки	Указание по определению поправки
1 Поправка на температуру окружающей среды	$\delta a_t = -L[\alpha_1(t_1 - 20^\circ\text{C}) - \alpha_2(t_2 - 20^\circ\text{C})]$
2 Поправка на атмосферное давление	δa_p , Определяется при применении электронно-оптических средств измерений в соответствии с эксплуатационной документацией
3 Поправка на относительную влажность окружающего воздуха	δa_w , Определяют: а) при применении электронно-оптических средств измерений в соответствии с эксплуатационной документацией; б) при измерении объектов, изменяющих размеры в зависимости от влажности воздуха в соответствии со свойствами материала
4 Поправка на относительную скорость внешней среды	$\delta a_c = \frac{Q^2 l_{nom}}{24P^2}$
5 Поправка на длину шкалы средства измерения	$\delta a_l = \frac{L}{l_{nom}} \Delta l$
6 Поправка на несовпадение направлений линии измерения и измеряемого размера	$\delta a_h = \frac{h^2}{2L}$
7 Поправка на рефракцию	δa_r , определяют при применении оптических или электронно-оптических приборов в зависимости от условий измерения по специальной методике
<p>Обозначения, принятые в таблице:</p> <p>L – непосредственно измеряемый размер, мм;</p> <p>l_{nom} – номинальная длина мерного прибора, мм;</p> <p>l_i – действительная длина мерного прибора, мм; $\Delta l = l_i - l_{nom}$;</p> <p>α_1, α_2 – коэффициенты линейного расширения средства измерений и объекта, $10^{-6} 1/^\circ\text{C}$;</p> <p>t_1, t_2 – температура средства измерения и объекта, $^\circ\text{C}$;</p> <p>h – величина отклонения направления измерения от направления измеряемого размера, мм;</p> <p>Q – предельное значение допустимой силы ветра, Н;</p> <p>P – сила натяжения мерного прибора (рулетки, проволоки), Н</p>	

Ж.1.2 Для исправления результатов наблюдений их складывают с поправками, равными систематическим погрешностям по величине и обратными им по знаку. Поправку определяют экспериментально при поверке приборов или в результате специальных исследова-

ний, обыкновенно с некоторой ограниченной точностью. Для исправления результата наблюдения его складывают только со средним арифметическим значением поправки.

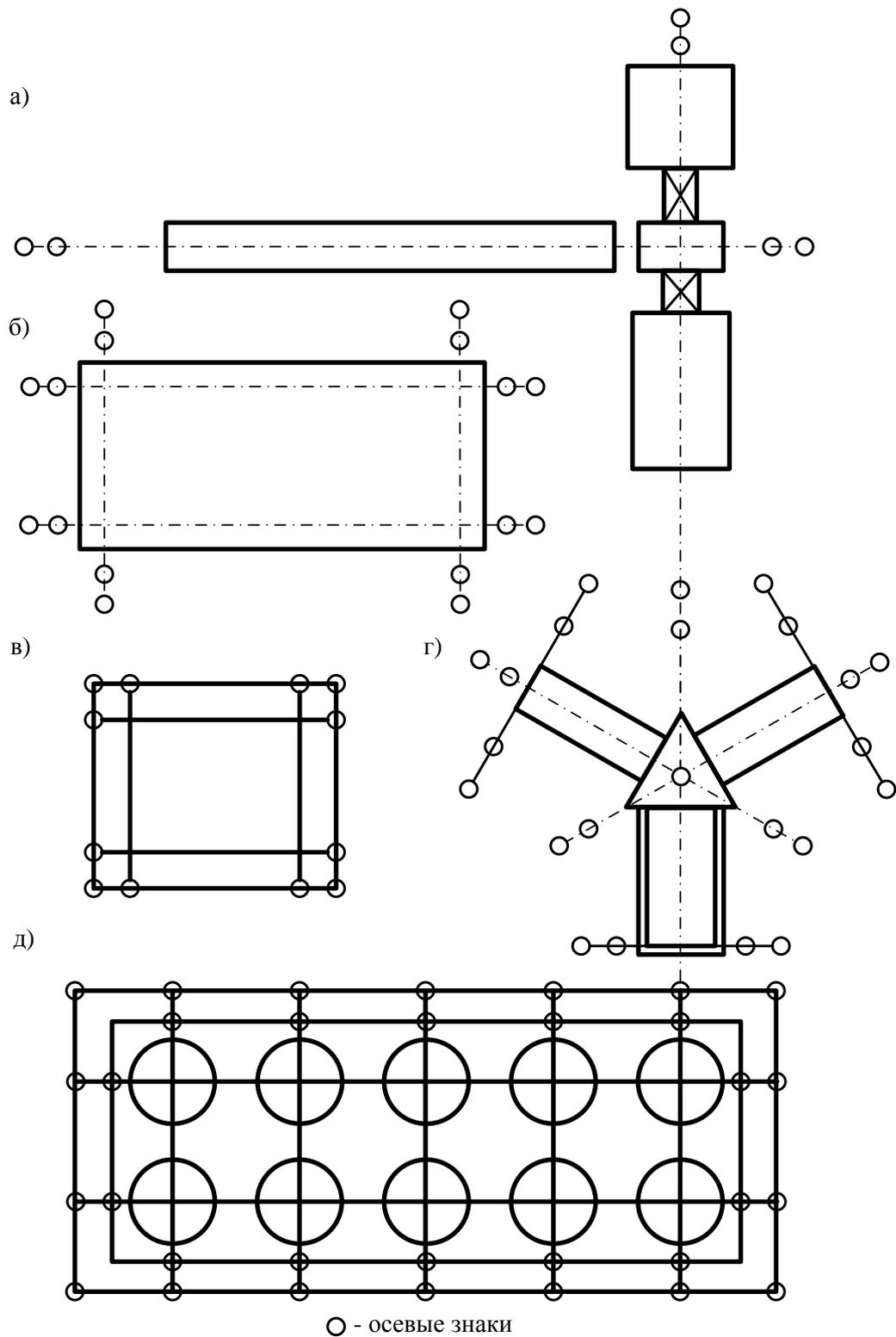
Ж1.2.1 Поправки могут задаваться также в виде формул, по которым они вычисляются для каждого конкретного случая. Введением поправки устраняется влияние только одной вполне определенной систематической погрешности, поэтому в результаты измерения зачастую приходится вводить очень большое число поправок. При этом вследствие ограниченной точности определения поправок накапливаются случайные погрешности и дисперсия результата измерения увеличивается. Поправку имеет смысл вводить до тех пор, пока она уменьшает доверительные границы погрешности.

Ж.12.2 При малой дисперсии результата измерения может показаться, что введение любой поправки повышает достоверность результата. Однако следует помнить, что погрешность результата выражается не более чем двумя значащими цифрами, поэтому поправка, если она меньше пяти единиц разряда, следующего за последним десятичным знаком погрешности результата, будет все равно потеряна при округлении, и вводить ее не имеет смысла.

Приложение И

(справочное)

Примерные схемы построения внешней разбивочной сети здания (сооружения)



а - завод; б - жилое здание; в - цех; г - жилое здание типа «звездочка»; д - резервуарный склад

Рисунок И.1

Приложение К
(рекомендуемое)

Форма технического задания на разработку проекта производства геодезических работ

СОГЛАСОВАНО

Главный инженер

строительно-монтажной организации

_____ (фамилия, инициалы)

(подпись)

«__» _____ г.

УТВЕРЖДАЮ

Главный инженер

организации - заказчика проекта

_____ (фамилия, инициалы)

(подпись)

«__» _____ г.

Техническое задание
на разработку проекта производства геодезических работ
строительства (реконструкции) _____

(полное наименование объекта)

Разработчик проекта - подрядчик

_____ (наименование организации, подразделения-исполнителя)

1. Заказчик проекта _____

(наименование организации, подразделения)

2. Полное наименование объекта _____

3. Местоположение объекта _____

(по административному делению)

4. Исходные данные для разработки ППГР _____:

(указывается наименование, шифр проекта, вид объекта)

4.1. Общая характеристика проектируемого объема строительства, цель и назначение геодезических работ на строительной площадке _____

(указывается шифр проекта, указывается этап строительства, вид контроля, или полный цикл строительства)

4.2. Нормативные документы, устанавливающие требования к ППГР:

4.2.1. К организации разработки, составу и содержанию, установлению точности геометрических параметров и предельной точности измерений: СП 48.13330; СП 126.13330; ГОСТ 21.113; ГОСТ 21778; ГОСТ 21779; ГОСТ 22268; ГОСТ 22845; ГОСТ 23615; ГОСТ 23616; ГОСТ Р ИСО 2859-1; ГОСТ Р ИСО 3951-1; СТО НОСТРОЙ 37.

4.2.2. К обеспечению точности измерений и регистрации измерений при контроле геометрических параметров на стадиях входного операционного, приёмочного контроля: ГОСТ 8.207; ГОСТ 8.417; ГОСТ Р 8.563; ГОСТ 26433.0; ГОСТ 26433.1; ГОСТ 26433.2; ГОСТ 24846; ГОСТ 26607; ГОСТ 427; ГОСТ 3749; ГОСТ 5378; ГОСТ 7502; ГОСТ 7948; ГОСТ 8026; ГОСТ 9389; ГОСТ 10528; ГОСТ 10529; ГОСТ 11158; ГОСТ 17435; ГОСТ 18321; ГОСТ 19223; ГОСТ 51774; ГОСТ Р ИСО 17123-1 – ГОСТ Р ИСО 17123-8; СТО НОСТРОЙ 37.

4.2.3. К порядку использования характеристик качества измерений при оценке соответствия геометрических параметров при контроле качества строительства ГОСТ Р ИСО 10576-1; СТО НОСТРОЙ 37.

4.2.4. К порядку выполнения отчета и исполнительной документации: ГОСТ Р 51872, СТО НОСТРОЙ 37.

Методическая, справочная документация приведена в СТО НОСТРОЙ 37.

5. Составляющие разделы проекта и виды работ, регламентируемые ППГР.

Разрабатываемый ППГР должен содержать следующие разделы:

5.1. Титульный лист;

5.2. Раздел согласований с разработчиком проекта здания или сооружения, проводящего авторский надзор специализированными организациями, с субподрядчиками.

5.3. Содержание проекта.

5.4. Пояснительная записка. Пояснительная записка в соответствии с содержанием устанавливает: область применения и назначение; исходные данные для разработки проекта, нормативные документы в соответствии с которыми разрабатывается ППГР, принятые в проекте термины и определения, организацию, пояснения к прилагаемым схемам контроля и графическим материалам, описание процессов работ по каждому разделу ППГР с приведением требований к объему, содержанию геодезических измерений, требования к обоснованию точности измерений и её нормирование для каждого контролируемого геометрического параметра, требования к применению аттестованных МИ приведённых в приложениях А, Б, В настоящего стандарта, требования к регистрации и обработке результатов измерений и их представления, требования к порядку использования характеристик качества измерений при оценке соответствия геометрического параметра проектной документации, требования к повторным измерениям и порядку принятию решений и выводам.

5.5. Входной контроль:

5.5.1 Устанавливаются требования к входному контролю передаваемых заказчиком проектной и отчетной документации по созданию сети геодезического обоснования и планово-высотной сети, выносу красных линий и линий застройки, внешней разбивочной сети, созданию главных разбивочных осей с проведением метрологического контроля перечисленной документации уполномоченным специалистом.

5.5.2 Устанавливаются требования к порядку, срокам, объёму входного контроля на основе геодезических измерений построения геодезического обоснования и планово-высотной сети, выносу красных линий и линий застройки, созданию внешней разбивочной сети, созданию главных разбивочных осей. Устанавливаются требования к регистрации результатов геодезических измерений их обработке и к формированию отчета по результатам входного контроля и выводов, необходимых для подписания акт приёма-сдачи геодезического обоснования, перечисленных сетей, реперных пунктов, линий застройки, главных разбивочных осей.

5.6. Геодезические измерения при производстве земляных работ.

5.7. Геодезические измерения при производстве работ в котловане при строительстве фундамента и нулевого цикла.

5.8. Геодезические измерения при производстве СМР на монтажном горизонте включая, разбивку осей, вынос реперных отметок, а также монтаж колонны, опоры, фермы, ригеля, перекрытия, ограждающих конструкций, устройство покрытия, кровли, ворот, дверей, окон.

5.9.Измерительные схемы, чертежи с контрольными точками, ведомости координат контрольных точек характеризующие точность геометрических параметров подлежащих контролю на основе геодезических измерений.

5.10.Требования к порядку, форме, содержанию, регистрации, обработке, представлению результатов измерений, схемам, графическим материалам к пояснительной записке и замечаниям по несоответствующим (непригодным) требованиям геометрическим параметрам, выводам по этапам проведения СМР.

5.11. Очередность работ, сроки выдачи промежуточных материалов и выпуска ППГР по всем выполненным работам. График проведения геодезических измерений и работ.

5.12 Расчет трудозатрат, стоимости геодезического контроля геометрических параметров строящегося здания сооружения.

5.13 Графическое приложение: ПОС, генеральный план объекта строительства, сводный генеральный план подземных сетей и стройгенплан организации СМР на объекте строительства, отчет о выполнении геодезических работ по подготовке строительной площадки.

Задание составил:

(должность, фамилия, инициалы представителя организации – заказчика работ)

Метрологический контроль задания на разработку ППГР провёл:

(должность, фамилия, инициалы уполномоченного на проведение метрологического контроля)

Задание получил:

(должность, фамилия, инициалы представителя организации – исполнителя работ)

Приложение Л

(справочное)

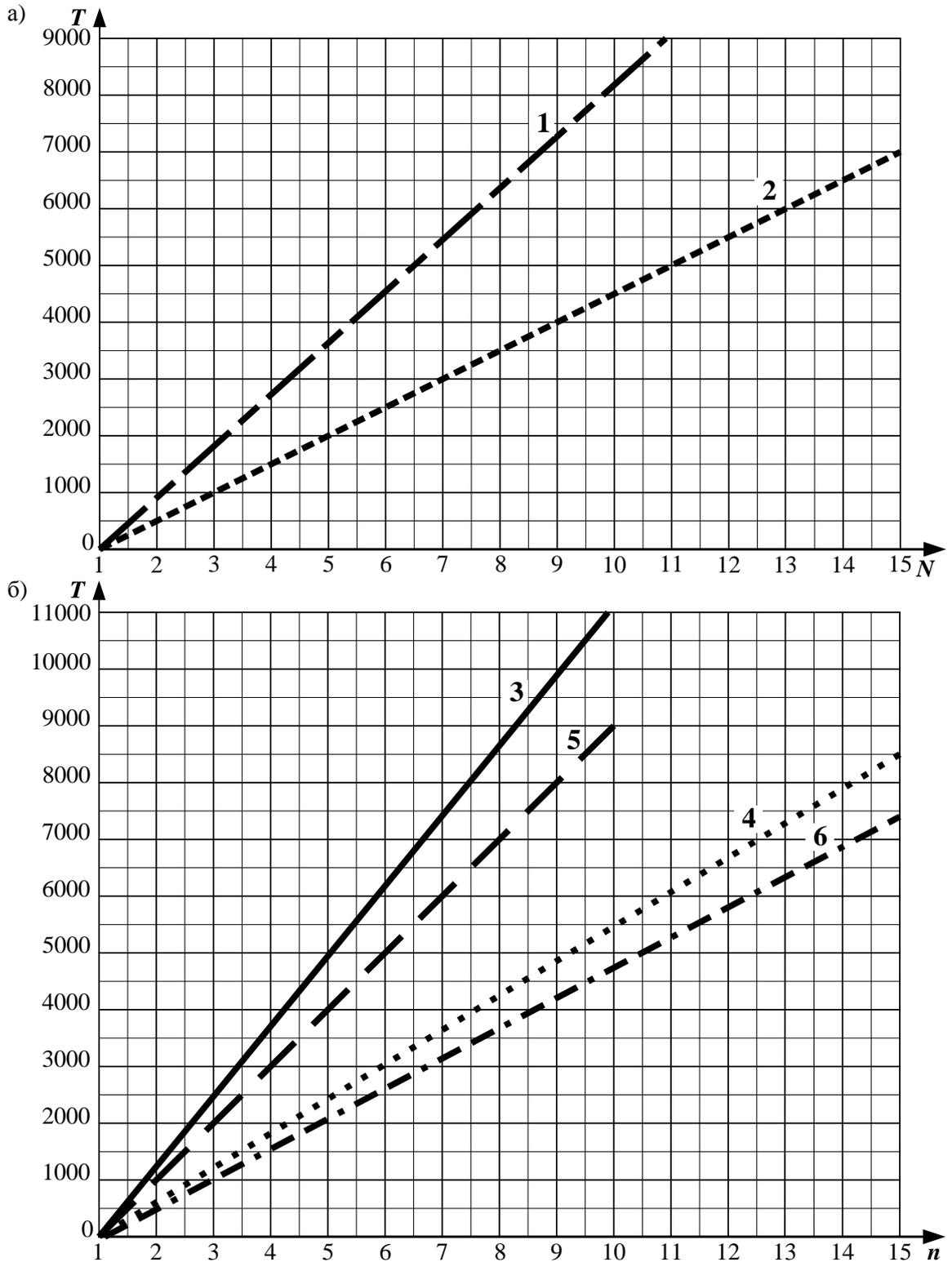
**Значения предельных погрешностей построения межосевых
размеров большепролётных промышленных сооружений**

Таблица Л.1

Высота колонн, м	Предельные погрешности, мм, при ширине пролетов, м					
	24		30		36	
	абсолютные	относитель- ные	абсолютные	относитель- ные	абсолютные	относитель- ные
Металлические конструкции						
9,6	± 4	1:5000	± 5	1:6000	± 5	1:7000
10,8	± 4	1:5000	± 5	1:6000	± 5	1:7000
12,6	± 4	1:5000	± 5	1:6000	± 5	1:7000
14,4	± 4	1:5000	± 5	1:6000	± 5	1:7000
16,2	± 4	1:5000	± 4	1:7000	± 4	1:8000
Железобетонные конструкции						
9,6	± 6	1:4000	± 6	1:5000	± 7	1:5000
10,8	± 6	1:4000	± 6	1:5000	± 6	1:6000
12,6	± 4	1:5000	± 5	1:6000	± 5	1:7000
14,4	± 4	1:6000	± 4	1:7000	± 4	1:9000
16,2	± 3	1:7000	± 2	1:12000	± 5	1:15000

Примечание – Таблица Л.1 составлена из расчёта размерных цепей в зависимости от высоты колонн и ширины пролета.

Графики относительных погрешностей построения межосевых размеров



а – панельные здания; б – каркасные здания;

N – число панелей; n – число колонн; T – знаменатель относительной погрешности; 1, 2 – для панели зданий соответственно до 6 и 3,5 м; 3, 4 – для шага металлических колонн соответственно 6 и 3 м; 5, 6 – для шага железобетонных колонн соответственно 6 и 3 м

Рисунок Л.1 – Зависимости относительных погрешностей построения межосевых размеров

Приложение М
(рекомендуемое)

Методы контроля

геодезических параметров зданий и сооружений

Настоящее приложение раскрывает порядок назначения методов контроля.

М.1 Контроль точности геометрических параметров на основе измерений в ППР, ППГР следует назначать выборочным по альтернативному или количественному признакам, а в необходимых случаях – сплошным.

М.1.1 Сплошной контроль необходимо назначать:

- при небольших объемах производства, когда выборочный контроль нецелесообразен;
- при нестабильном характере производства, в том числе в период наладки технологических процессов;
- при повышенных требованиях к обеспечению заданной точности, связанных с необходимостью применения выборок большого объема.

М.1.2 Выборочный контроль необходимо назначать при налаженном стабильном производстве СМР, когда обеспечена статистическая однородность технологического процесса.

Контроль по количественному признаку применяют для наиболее ответственных параметров, когда их количество невелико и имеется необходимость в дальнейшей отработке процесса, а также, если по условиям производства целесообразно сократить объем выборок по сравнению с контролем по альтернативному признаку. Этот метод применим, когда контролируемые параметры независимы друг от друга и имеют нормальное распределение.

По решению подрядчика ППР может устанавливать контроль части геометрического параметра по количественному признаку, а части – по альтернативному.

М.1.3 Инспекционный контроль следует проводить по решению подрядчика или органов контроля в порядке процедур внутреннего аудита или сертификации.

М.1.4 Виды, методы и объекты контроля точности геометрических параметров по стадиям производства принимаемые разработчиком в ППР, ПГР приведены в таблице М.1.

М.2 Настоящий подраздел приложения раскрывает порядок сплошного контроля точности геометрических параметров.

М.2.1 При сплошном контроле точность данного геометрического параметра проверяют по каждому объекту контроля. Контроль производят по мере завершения соответствующих технологических операций или готовности элемента строящегося объекта или выполнения определенного объема строительно-монтажных работ.

Таблица М.1 – Виды, методы и объекты контроля по стадиям строительства

Вид контроля	Стадия строительства	Объекты контроля	Методы контроля	
1 Входной контроль	Изготовление нестандартных изделий, конструкций, элементов на строительной площадке	Требования к контролю ППР. Изделия, детали и полуфабрикаты, поступающие в производство от субподрядчиков.	Выборочный по альтернативному признаку	
		Рабочая опалубка и регулирующие устройства оборудования и оснастка	Сплошной	
	Строительно-монтажные работы	Ориентиры разбивочных осей, отметки дна котлована, элементы строительных конструкций после завершения работ предыдущего этапа	Сплошной	
	(при организации работ по каждому последующему этапу)	Процесс СМР, выполняемый субподрядчиком	Выборочный по альтернативному или количественному признакам согласно ППР	
		Приспособления и монтажная оснастка	Сплошной	
		Элементы сборных конструкций зданий и сооружений, изготавливаемых на строительной площадке	Выборочный по альтернативному признаку или согласно ППР - сплошной	
	2 При периодическом операционном контроле	Изготовление строительных конструкций, элементов	Результаты выполнения технологических операций, влияющих на точность геометрических параметров готовой продукции	Выборочный по количественному или альтернативному признакам В случае необходимости – сплошной
		Технологическое оборудование, формы и оснастка	Сплошной или выборочный	
Строительно-монтажные работы (в процессе выполнения работ по определенному этапу)		Ориентиры разбивки точек и осей, высотные отметки опорных плоскостей и установочные ориентиры	Выборочный по количественному или альтернативному признакам или сплошной	
		Элементы сборных конструкций в процессе установки и временного закрепления	Сплошной	
		Оснастка, применяемая для установки элементов	Сплошной	
3 Приёмочный контроль		Изготовление элементов, конструкций	Элементы сборных конструкций после завершения цикла изготовления	Сплошной или выборочный по альтернативному или количественному признакам

Окончание таблицы М.1

Вид контроля	Стадия строительства	Объекты контроля	Методы контроля
	Строительно-монтажные работы (после выполнения работ по определенному этапу)	Ориентиры разбивочных осей, высотные отметки опорных плоскостей и установочные ориентиры	Выборочный по альтернативному признаку
		Элементы сборных конструкций после постоянного закрепления, а также их сопряжения, здание и сооружение или его часть	Выборочный по альтернативному признаку или согласно ППР - сплошной

М.2.2 Контрольными нормативами при сплошном контроле являются верхнее δx_{sup} и нижнее δx_{inf} предельные отклонения от номинальных размеров или от номинального положения ориентира, точки прямой или плоскости, определяющие требования к точности контролируемого параметра.

В отдельных случаях контрольными нормативами могут быть наибольший x_{max} или наименьший x_{min} предельные размеры.

М. 2.3 Для определения соответствия геометрических параметров контрольным нормативам, согласно установленным правилам измерений, находят действительные отклонения δx_i или действительные размеры x_i .

М.2.4 Объект контроля считают годным по данному контролируемому параметру, если соблюдено одно из следующих условий

$$\delta x_{inf} \leq \delta x_i \leq \delta x_{sup} \quad (M.1)$$

$$x_{min} \leq x_i \leq x_{max} , \quad (M.2)$$

а значение погрешности измерения размера геометрического параметра x_i не превышает значения предельной погрешности измерения.

Примечание – В целях сокращения трудоемкости контроля проверка соблюдения условий (М.1) и (М.2) может производиться без определения количественных значений δx_i и x_i с помощью предельных калибров или шаблонов.

М. 3 Настоящий подраздел устанавливает требования к выборочному контролю точности геометрических параметров.

М.3.1 При выборочном контроле точность данного геометрического параметра здания или сооружения проверяют по установленному в ППР или ППГР порядку. Возможность применения эффективного выборочного контроля устанавливают на основе результатов статистического анализа точности по ГОСТ 23615.

М.3.2 Для контроля строительных изделий, массово изготавливаемых на строительной площадке, формируют случайные выборки в соответствии с требованиями

ГОСТ Р ИСО 2859-1. При контроле точности разбивочных работ и установки элементов выборку составляют из определенного количества закрепленных в натуре ориентиров или установленных элементов из их общего числа, входящего в принимаемый за партию объем строительно-монтажных работ.

М.3.3 При выборочном контроле преимущественно следует применять контроль по альтернативному признаку. При контроле по альтернативному признаку контрольными нормативами являются предельные отклонения δx_{sup} и δx_{inf} (или x_{max} и x_{min}) и приемочные и браковочные числа Ac и Re , характеризующие предельное количество дефектных единиц в выборке.

Может быть принят одноступенчатый или двухступенчатый способы контроля, которые равнозначны по получаемой оценке. При этом планы контроля устанавливаются в соответствии с таблицами М.2 и М.3 в зависимости от условий производства и приемочного уровня дефектности, приведенного в таблице М.4. В обоснованных случаях допускается применение других планов контроля по ГОСТ Р ИСО 2859-1.

Таблица М.2 – Планы выборочного контроля по альтернативному признаку. Одноступенчатый контроль

Объем партии	Объем выборки	Приемочные Ac и браковочные Re числа при приемочном уровне дефектности, %									
		0,25		1,5		4,0		10,0			
До 25	5	Зона сплошного контроля		↓ 0 1		0	1	1	2		
От 26 до 90	8					1	2	2	3		
« 91 « 280	13	↓		↑		1	2	3	4		
« 281 « 500	20					2	3	5	6		
« 501 « 1200	32	↓		↓		1	2	3	4	7	8
« 1201 « 3200	50					0	1	2	3	5	6
« 3201 « 10000	80	↑				3	4	7	8	14	15
« 10001 « 35000	125					5	6	10	11	21	22
Более 35000	200	1	2	7	8	14	15	↑			

Примечания – 1. ↓ – применяется та часть плана, включая объем выборки, которая расположена под стрелкой. 2. ↑ – применяется та часть плана, включая объем выборки, которая расположена над стрелкой. 3. Приемочное число Ac расположено слева, браковочное Re – справа

М.3.4 Объем СМР принимается, если количество дефектных объектов контроля в выборке меньше или равно приемочному числу Ac_1 , и не принимается, если это количество больше или равно браковочному числу Re_1 .

При двухступенчатом контроле в случаях, когда число дефектных объектов контроля в выборке больше Ac_1 и меньше Re_1 , извлекается вторая выборка. Если общее число дефектных единиц в двух выборках меньше или равно приемочному числу Ac_2 , объем СМР принимается, если больше или равно браковочному числу Re_2 – не принимается.

Таблица М.3 – Планы выборочного контроля по альтернативному признаку.

Двухступенчатый контроль

Объем партии	Номер выборки	Объем выборки	Приемочные Ac_1 и Ac_2 и браковочные Re_1 и Re_2 числа при приемочном уровне дефектности						
			0,25	1,5	4,0	10,0			
До 25	1	3	Зона одноступенчатого или сплошного контроля			0	2		
	2	3				1	2		
От 26 до 90	1	5			0	2	0	3	
	2	5			1	2	3	4	
« 91 « 280	1	8			0	2	1	4	
	2	8			1	2	4	5	
« 281 « 500	1	13			0	3	2	5	
	2	13			3	4	6	7	
« 501 « 1200	1	20	0	2	1	4	3	7	
	2	20	1	2	4	5	8	9	
« 1201 « 3200	1	32	0	3	2	5	5	9	
	2	32	3	4	6	7	12	13	
« 3201 « 10000	1	50	1	4	3	7	7	11	
	2	50	4	5	8	9	18	19	
« 10001 « 35000	1	80	↓	2	5	5	9	11	16
	2	80		5	7	12	13	26	27
Более 35000	1	125	0	2	3	7	7	11	↑
	2	125	1	2	8	9	18	19	

Примечания – 1. ↓ - Применяется та часть плана, включая объем выборки, которая расположена под стрелкой. 2. ↑- Применяется та часть плана, включая объем выборки, которая расположена над стрелкой. 3. Приемочные числа Ac_1 , Ac_2 расположены слева, а браковочные числа Re_1 и Re_2 - справа

М.3.6 При контроле по количественному признаку контрольными нормативами являются x_{max} , x_{min} и табличные коэффициенты, характеризующие допусковое для данного плана контроля соотношение между действительными и нормативными характеристиками точности.

Правила контроля по количественному признаку назначают по ГОСТ 20736.

М.3.7 Отклоненные при выборочном контроле параметры конструкций могут быть предъявлены для сплошного контроля.

М.3.8 Контролируемые в процессе производства СМР геометрические параметры зданий и сооружений, их допускаемые отклонения, современные методики измерений, технологии геодезического контроля, порядок и объем его проведения должны быть установлены в ППР или ППГР.

Таблица М.4 – Значение приёмочного уровня дефектности

Приемочный уровень дефектности, %	Область применения
0,25 - 1,5	Параметры, являющиеся составляющими или результирующими при расчете точности конструкций по ГОСТ 21780-83 и обеспечивающие надежность сооружения в эксплуатации, к обеспечению точности которых предъявляются повышенные требования. Нарушение требований к точности таких параметров является критическим дефектом
4,0	Параметры, являющиеся составляющими или результирующими при расчете точности конструкций по ГОСТ 21780-83, а также влияющие на эксплуатационные свойства объекта контроля. Нарушение требований к точности указанных параметров является значительным дефектом
10,0	Параметры, не входящие в исходные уравнения при расчете точности конструкций по ГОСТ 21780-83 или подгоняемые по месту. Нарушение требований к точности указанных параметров является малозначительным дефектом

Приложение Н

(рекомендуемое)

Общие положения составления разделов ППР и ППГР по геодезическому контролю точности геометрических параметров

Н.1.1 Общими требованиями к составу являются:

– решения по производству геодезических работ, включающие схемы размещения знаков для выполнения геодезических построений и измерений, а также указания о необходимой точности и технических средствах геодезического контроля выполнения СМР;

– требования к составу и содержанию документации, в которую входят: исполнительные геодезические схемы, чертежи, профили, разрезы, акты геодезических разбивок и готовности работ, журналы геодезического контроля, акты геодезической проверки и полевые журналы;

– перечень контролируемых параметров, применяемые методы контроля, план контроля, график и порядок проведения контроля, измерительные приборы, инструменты, схемы измерений;

– требования по обязательному контролю точности геометрических параметров тех элементов, узлов и конструкций, от положения которых зависят их несущие и ограждающие способности, безопасность здания, а также точность монтажа (укладки) на последующих этапах работы. Содержание геодезического контроля точности в ППР и ППГР должно удовлетворять требованиям современных технологий, быть кратким и ясным и обеспечивать достоверность результатов контроля.

Н.1.2 Для повышения качества ППР целесообразно принимать во внимание технические решения, изложенные в типовых технологических картах, типовых проектах производства работ, методиках измерения. В приложениях А, Б, В настоящего стандарта приведены методики измерений, отвечающие требованиям ГОСТ 8.563. Для прямых измерений могут применяться принятые Правительством г. Москвы методики измерения отклонений геометрических параметров высотных зданий и сооружений при их эксплуатации МДС 13-22 [13].

Действительные положения элементов, узлов и конструкций в плане, по высоте, их вертикальность, соосность, горизонтальность, уклон, совмещение плоскостей, размеры швов, зазоров или уступов, положение закладных элементов, отверстий, ниш или штроб должны определяться на всех этапах строительства.

Н.1.3 Контролируемые в процессе производства СМР геометрические параметры зданий (сооружений), методы геодезического контроля, порядок и объем его проведения, необходимые для регламентации в ППР, приведены в таблице Н.1.

Н.2.1 Настоящий подраздел приложения устанавливает общие требования к составу проекта производства геодезических работ.

Н.2.1.1 При строительстве сложных и крупных объектов, а также зданий выше девяти этажей подрядчиком или по его поручению специализированными проектными организациями разрабатывается ППГР.

Н.2.1.2 ППГР определяет содержание, объем, методы, точность, сроки и стоимость геодезических работ, обеспечивающих строительство при минимальных трудовых и материальных затратах.

Н.2.2.3 Основанием для разработки ППГР является техническое задание, составленное по установленной форме, приведенной в приложении И.

Н.2.2.4 Содержание ППГР должно разрабатываться на основе ПОС и ППР. При пересмотре проектно-сметной документации на производство строительно-монтажных работ все изменения должны быть внесены подрядчиком в ППГР в срок не позднее двух месяцев до начала или продолжения работ.

Н.2.2.5 ППГР разрабатывается технологом-строителем и геодезистом подрядчика. Разработка ППГР должна выполняться на основе требований настоящего стандарта.

Н.2.2.6 ППГР согласовывается с геодезической службой строительно-монтажной организации, утверждается руководителями организации-исполнителя и заказчика, утверждается после прохождения метрологического контроля подписью главным инженером генподрядной строительно-монтажной организации и передается в производство за два месяца до начала работ.

Н.2.2.7 Сроки разработки и передачи в производство ППГР в зависимости от сложности объекта и условий договора строительного подряда или разработки ППГР должны быть не более 6 месяцев.

Н.2.2.8 Организация-разработчик несет ответственность за обоснованность включенных в ППГР положений и осуществляет контроль за его соблюдением.

Н.2.2.9 ППГР следует разрабатывать на несколько периодов строительства объекта: подготовительный; возведения объекта; наблюдения за перемещениями и деформациями, если это предусмотрено в проектной документации или договоре.

Таблица Н.1 – Контролируемые в процессе производства СМР геометрические параметры зданий (сооружений), методы геодезического контроля, порядок и объем его проведения, необходимые для регламентации в ППР

Виды работ и конструкций	Объекты геодезического контроля	Метод, порядок и объем проведения геодезического контроля
Земляные работы	Проверка правильности планового и высотного положения земляных сооружений, соблюдения их размеров, форм, проектных уклонов и качества планировки поверхности	Положение земляных сооружений контролируется по главным и основным осям относительно геодезической разбивочной основы с одновременной проверкой линейных размеров сооружений. Разбивку осей на дне котлована контролируют координатным способом (тахеометром), методом вертикального проектирования (теодолитом) или другими принятыми в ППР геодезическими способами. Высотное положение сооружений контролируется с помощью нивелирования по характерным точкам профилей сооружений относительно ближайших реперов геодезической разбивочной основы
Фундаменты из монолитного бетона	Перед бетонированием должно быть проверено положение всех элементов опалубки, арматуры и закладных деталей в плане и по высоте	Плановое положение опалубки проверяется путем промера расстояний стальной рулеткой от основных осей до внутренней поверхности щитов. Высотное положение опалубки проверяется нивелированием. Вертикальность опалубки проверяется отвесом, монтажными уровнями, наклонным проецированием, координатным способом. Плановое и высотное положение арматуры и закладных деталей контролируется промером рулеткой или рейкой относительно щитов опалубки, нижних и верхних монтажных плоскостей
Ленточные фундаменты из блоков (угловых и рядовых)	Проверка вертикальности, горизонтальности установки элементов	Разметка производится с помощью шаблонов и проволоки, натягиваемой на осевые кольца. По разметке маячные блоки монтируют и тщательно выверяют их вертикальность (по отвесу) и горизонтальность (под нивелир). В процессе монтажа блоков производится разбивка в плане (рулеткой) и по высоте (нивелиром или визиркой) отверстий для ввода коммуникаций, образуемых раздвижкой блоков. Каждый угловой ряд блоков нивелируется. Отклонения от горизонта устраняют за счет толщины шва из раствора для следующего ряда
Свайные основания	Плановое и высотное положение оголовка каждой сваи	Проверка разбивочных осей измерением межосевых размеров, определение планового и высотного положения свай методами створных измерений, геометрическим нивелированием и др. Составление исполнительных схем
Цоколь здания	Выверка планового и высотного положений	Выверка планового положения осуществляется створным способом, высотного - нивелированием. Снаружи на цоколе должна быть нанесена отметка строительного нуля, а также рисками обозначены основные и внутренние оси сооружений. Перпендикулярность продольных и поперечных осей проверяется теодолитом. Рулеткой производятся контрольные измерения расстояний между продольными и поперечными осями, а также от осей до закладных деталей, выступов и отверстий. По окончании работ нулевого цикла составляется исполнительная схема планового и высотного положений

Продолжение таблицы Н.1

Виды работ и конструкций	Объекты геодезического контроля	Метод, порядок и объем проведения геодезического контроля
Фундаменты стаканного типа	Проверка планового и высотного положений	На поверхности стакана предварительно размечаются осевые риски установочных осей (осей асимметрии стакана). Плановое положение фундаментов контролируется по совмещению осевых рисок с разбивочной осью, положение которой определяется с помощью отвесов и проволоки, натянутой между обносками или с помощью теодолитов. Расстояние между осями фундаментов контролируется рулеткой. Высотное положение фундамента контролируется нивелированием dna стакана
Примечания –1. Качество подготовки фундамента и опор оформляется актом, подписанным представителями строительно-монтажной организации и технического надзора заказчика. 2. К акту прилагаются составленные строительной организацией исполнительные схемы:– основных и привязочных размеров и отметок фундаментов и анкерных болтов;– расположения металлических пластин и реперов, заложенных в тело фундаментов, фиксирующих оси фундамента и высотные отметки, или скоб, закрепленных на конструкции здания, а также данные о качестве фундамента		
Колонны	Проверяют плановое, высотное положение, вертикальность конструкции	<p>Монтаж колонн производится только после инструментальной проверки соответствия проекту планового и высотного положения фундаментов (оснований, опорных поверхностей конструкций).</p> <p>Перед монтажом колонн производится их промер и разметка установочных осей. Для этого на верхнем и нижнем (на уровне верха стакана) концах колонн на всех четырех гранях, а также на боковых гранях подкрановых консолей намечаются краской риски по оси колонн. На грани колонн наносятся горизонтальные штрихи, соответствующие положению нулевого горизонта (0,00). Вертикальность колонн проверяется по отвесу (при высоте колонн до 4,5 м) или с помощью двух теодолитов, устанавливаемых со стороны двух взаимно перпендикулярных граней на расстоянии не менее высоты колонны. Зрительная труба вначале наводится на нижнюю осевую риску колонны, затем переводится на верхнюю, изменяя наклон колонны до совмещения верхней осевой риски с вертикальной нитью сетки. При наличии электронного безотражательного тахеометра контроль может производиться одним прибором координатным способом.</p> <p>Окончательную выверку планового положения и вертикальности колонн, расположенных в ряду, целесообразно проводить способом бокового нивелирования. При этом теодолиты устанавливаются со смещением от створа колонн на 1-1,5 м, визирование производится по горизонтальным рейкам, пятки которых совмещаются с установочными рисками. Высотное положение колонн проверяется с помощью нивелира по горизонтальным установочным рискам.</p> <p>По окончании плановой и высотной выверки колонн и контрольной проверки их пространственного положения производится замоноличивание колонн цементным раствором. Контрольная проверка пространственного размещения колонн проводится путем выборочных промеров расстояний между продольными и поперечными осями колонн на нижнем и верхнем горизонтах</p>

Продолжение таблицы Н.1

Виды работ и конструкций	Объекты геодезического контроля	Метод, порядок и объем проведения геодезического контроля
Фермы и балки	Проверяются: длина площадки опирания, вертикальность балок, прямолинейность поясов, расстояние между фермами и балками, высотное положение элементов	Фермы и балки перед монтажом должны быть промерены и на них разбиты установочные оси. Установочные оси (оси симметрии) разбиваются на торцах балок и ферм. На боковых гранях (внизу) отмечаются проектная и минимальная длины площадки опирания. Во время монтажа совмещают установочные оси балок (ферм) и контролирует длину площадки опирания. Вертикальность балок и ферм проверяют отвесом. Прямолинейность поясов проверяют по натянутой проволоке. Расстояние между соседними балками и фермами проверяется рулеткой. Высотное их положение контролируется нивелированием по рулетке, подвешиваемой к контрольным точкам. При наличии электронного безотражательного тахеометра контроль может производиться одним прибором координатным способом
Стены	Проверяют плановое и высотное положение, отклонения по вертикали, плоскостности, размеры сечения	Перед монтажом стен должны производиться обмер блоков (панелей) и разметка установочных осей у основания их торцевых поверхностей. На все монтажные горизонты должны передаваться отметки, основные и монтажные оси. Они закрепляются краской на плитах перекрытия и углах здания, а при большой протяженности стен и в промежутках – через 40–50 м. Передача основных и монтажных осей производится теодолитом от створных знаков, закрепленных на местности. При наличии электронного безотражательного тахеометра контроль может производиться одним прибором координатным способом
Кладка стен	Вертикальность, высотное и плановое положение, ширина стены, горизонтальность рядов кладки, толщина растворных швов	Вертикальность кладки стен в пределах двух этажей рекомендуется проверять отвесом, а для более высоких стен следует применять прибор-отвес на блоке. От нити отвеса перпендикулярными измерениями следует определять расстояние до стены. Измерения следует выполнять линейкой в наиболее характерных точках стены или через равные промежутки. Постоянство расстояний от нити отвеса до соответствующих частей стены здания будет указывать на вертикальность плоскости стены. Вертикальность поверхностей и углов кладки, горизонтальность ее рядов следует проверять не реже двух раз на 1 м высоты кладки. По окончании кладки каждого этажа необходимо проверять геометрическим нивелированием через 5 – 6 м соответствие полученного горизонта проектному. При возведении здания, сооружения в кирпичном исполнении проверяют толщину возводимых стен (шаблоном-рейкой с вырезом на толщину стены). Горизонтальность рядов кладки контролируют порядовками, размеченными по толщине кирпича и растворного шва. Между порядовками натягивают шнур, который показывает линию кладки. Контроль планового положения кладки стен следует осуществлять линейными измерениями от продольных и поперечных разбивочных осей здания (сооружения). При наличии электронного безотражательного тахеометра контроль может производиться одним прибором координатным способом

Продолжение таблицы Н.1

Виды работ и конструкций	Объекты геодезического контроля	Метод, порядок и объем проведения геодезического контроля
Панели	Проверка планового и вертикального положений	В процессе монтажа крупных блоков (панелей) производится выверка их планового и вертикального положений. Плановое положение блоков (панелей) контролируется по совмещению установочных осей монтируемых элементов с основными осями стен. Вертикальность блоков панелей контролируется с помощью монтажной рейки, снабженной отвесом или сферическим уровнем. На монтажной рейке должны быть нанесены разбивочный, осевой и монтажный штрихи. По совмещению верхних и нижних монтажных штрихов с отвесной линией можно судить о плановом положении и вертикальности блоков (панелей). Положение отвесной линии может задаваться теодолитом и контролироваться отвесом или сферическим уровнем. ППР может установить применение электронного безотражательного тахеометра
Плиты перекрытий, покрытий	Проверка площадки опирания, измерение пролетов между опорами, проверка планового и высотного положения	В процессе монтажа крупных блоков (панелей) производится выверка их планового и вертикального положений. Плановое положение блоков (панелей) контролируется по совмещению установочных осей монтируемых элементов с основными осями стен. Вертикальность блоков панелей контролируется с помощью монтажной рейки, снабженной отвесом или сферическим уровнем. На монтажной рейке должны быть нанесены разбивочный, осевой и монтажный штрихи. По совмещению верхних и нижних монтажных штрихов с отвесной линией можно судить о плановом положении и вертикальности блоков (панелей). Положение отвесной линии может задаваться теодолитом и контролироваться отвесом или сферическим уровнем. Контроль может производиться безотражательным тахеометром одним прибором координатным способом
Примечание – Данные о производстве СМР следует ежедневно вносить в журналы работы по монтажу строительных конструкций, а также фиксировать по ходу монтажа конструкций их положение на исполнительных геодезических схемах		
Подвесные потолки	Контроль положения	Для контроля положения подвесных потолков применяют лазерные приборы, устанавливаемые на определенном уровне от подвесного потолка. Световой пучок лазера вращается с помощью специального оптико-механического устройства и оставляет постоянно видимую черту, которой пользуются все монтажники одновременно. Контроль может производиться безотражательным тахеометром одним прибором координатным способом

Окончание таблицы Н.1

Виды работ и конструкций	Объекты геодезического контроля	Метод, порядок и объем проведения геодезического контроля
Лифтовые шахты	Положение в плане	Местоположение лифтовых шахт определяют промерами от монтажных рисков или разбивочных осей. В процессе строительства шахты контролируют её внутренние размеры и вертикальность ствола. Размеры диагоналей проверяют стальной рулеткой, вертикальность – с помощью отвеса, оптических центриров или лазерных приборов вертикального проектирования. Контроль может производиться безотражательным тахеометром одним прибором координатным способом

Н.2.2.10 На подготовительный период строительства в ППГР должны быть указаны: схема расположения и закрепления знаков внешней разбивочной сети здания и сооружения (приложение И), методы ее построения, потребность в материальных и людских ресурсах, график выполнения геодезических работ.

На период наблюдения за перемещениями и деформациями зданий и сооружений в ППГР должны быть указаны: точность, методы, средства и порядок производства наблюдений за перемещениями и деформациями объектов строительства, схема геодезической сети, точность и методы ее построения, ресурсы, график выполнения геодезических работ.

Н.2.2.11 Пояснительная записка к ППГР содержит в краткой форме основные положения о взаимоотношениях между заказчиком проекта и исполнителем, общие сведения по объекту строительства, смету на производство геодезических работ, перечень государственных стандартов, строительных норм и правил, рабочих чертежей, которые использовались при разработке проекта.

Н.2.2.12 Во введении к пояснительной записке приводятся: обоснование разработки ППГР; наименование проекта и организации заказчика, разработчика и генерального подрядчика, осуществляющего строительство объекта.

В общих сведениях по объекту строительства должны быть указаны:

- административная принадлежность района работ;
- краткие сведения об объекте строительства, его особенностях и топографо-геодезической изученности района строительства;
- результаты экспертизы проектной документации.

В смете на производство геодезических работ должны быть указаны обоснования расценок, норм времени, трудовых затрат и сводная таблица стоимости работ.

В заключении излагается порядок передачи материалов ППГР в производство, приводятся рекомендации по поверкам и юстировкам геодезических приборов и инструментов,

прилагается альбом рекомендуемых образцов исполнительных схем и указывается наименование организации, осуществляющей авторский надзор за внедрением ППГР в производство.

Н.2.2.13 К схеме внешней разбивочной сети здания (сооружения) должны прилагаться:

- схема закрепления сети;
- данные о точности и методика построения внешней разбивочной сети здания (сооружения) с учетом требований строительных норм и правил или государственных стандартов;
- конструкции рекомендуемых знаков для закрепления разбивочных осей.

Н.2.2.14 ППГР на строительство подземной части здания (сооружения) должен содержать следующее требования к:

- точности детальных разбивочных работ;
- методам выполнения детальных разбивочных работ;
- технологии выноса и закрепления в натуре контура котлована здания (сооружения), трасс инженерных сетей;
- технологии геодезического контроля при производстве земляных и строительномонтажных работ;
- технологии производства исполнительных съемок и требования по составлению исполнительной документации.

Н.2.2.15 ППГР на монтаж надземной части здания (сооружения) должен содержать следующее требования к:

- точности построения внутренней разбивочной сети здания (сооружения) на монтажных горизонтах для многоэтажных зданий (сооружений);
- методам передачи разбивочных осей на монтажные горизонты;
- методике геодезических выверок при установке строительных конструкций и элементов в проектное положение;
- ресурсам и технологии производства исполнительных съемок и требования по составлению исполнительной документации.

Н.2.2.16 Содержание ППГР должно удовлетворять требованиям современных технологий, быть кратким и ясным, иметь описание методик геодезического обеспечения по этапам строительства.

Н.2.2.17 Построение внешней разбивочной сети здания (сооружения) должно отвечать требованиям удобства выполнения разбивочных работ и сохранности знаков на весь период строительства. Форма построения внешней разбивочной сети здания обычно повторяет конфигурацию возводимого здания (сооружения).

Н.2.2.18 При построении внешней разбивочной сети здания (сооружения) должна устанавливаться точность, достаточная для производства детальных разбивочных работ.

Если точность выполненной ранее разбивочной сети строительной площадки не удовлетворяет требованиям внешней разбивочной сети здания (сооружения), то проектируется самостоятельная сеть. При этом за начало координат принимаются один из пунктов разбивочной сети строительной площадки и одно дирекционное направление.

Н.2.2.19 В тех случаях, когда точность построения внешней разбивочной сети здания, сооружения не регламентирована допусками, выполняют индивидуальный расчет, исходя из требований точности построения минимального межосевого размера данного сооружения (см. приложение Л).

Н.2.2.20 Конструкции знаков внешней разбивочной сети здания (сооружения) проектируют с учетом климатических условий строительства, используя типы знаков, принятых в СП 126.13330.

Н.2.2.21 Редуцирование пунктов внутренней разбивочной сети здания (сооружения) в проектное положение производится после контрольных промеров на монтажном горизонте, поэтому в ППГР должна быть дана методика уравнивания и редуцирования построенной сети как на исходном, так и на монтажном горизонте.

Н.2.2.22 При разработке технологий геодезических выверок и контроля строительномонтажных работ необходимо уделять внимание внедрению шаблонов и приспособлений, электронной и лазерной техники, которые позволяют повысить производительность и качество геодезических работ.

Н.2.2.23 Для передачи осей на монтажные горизонты необходимо принимать методы, удовлетворяющие точности передачи, исходя из наличия технических средств и высоты сооружения.

Н.2.2.24 Выполнение детальных разбивок необходимо предусматривать от основных или главных осей с точностью, принятой в ППГР.

Н.2.2.25 Разбивочные оси необходимо закреплять знаками (рисками), окрашенными трудносмываемыми масляными красками ярких цветов.

Н.2.2.26 В качестве исполнительной документации устанавливаются на каждый вид работ формуляры, образцы которых должны прикладываться отдельным альбомом, как приложение к ППГР.

Н.2.2.27 При разработке ППГР на монтаж технологического оборудования точность установки должна быть задана проектной организацией в чертежах РП.

Н.2.2.28. Технология наблюдений за деформациями в процессе строительства геодезическими методами разрабатывается в соответствии с требованиями ГОСТ 24846.

Н.2.2.29 В ППГР как на отдельные объекты, так и на все строительство в целом, по производственным подразделениям должны указываться комплекты геодезических приборов и приспособлений.

Н.2.2.30 Методы геодезических работ следует предусматривать с учетом соблюдения правил гигиены труда и производственной санитарии.

Н.2.2.31 Для зданий и сооружений повышенной сложности, первого и второго класса ответственности необходимо разработать методы фотограмметрического обеспечения строительно-монтажных работ.

Н.2.2.32 ППГР должен быть оформлен в соответствии с СПДС, иметь штамп с указанием реквизитов организации, разработавшей ППГР, подписи ответственного исполнителя – разработчика, главного специалиста, проверившего проект, подпись нормоконтролёра, ответственного за контроль соблюдения стандартов и метрологический контроль, а также подпись руководителя проекта и штампы согласований.

Приложение П

(рекомендуемое)

Общие правила проведения геодезической исполнительной съёмки строящегося здания или сооружения и регистрации её результатов

П.1.1 Настоящий подраздел устанавливает требования к геодезическим исполнительным съёмкам.

П.1.1.1 Исполнительные геодезические съёмки выполняются в порядке объёма и отчётом в соответствии с требованиями ППР, ППГР организациями, осуществляющими строительные и монтажные работы при приёмочном контроле качества СМР здания или сооружения. При возведении особо сложных объектов съёмки выполняются геодезическими службами подрядчика с привлечением специализированных организаций.

П.1.1.2 В ППГР или ППР должны указываться контролируемые геометрические параметры, места, точки и методики измерений, порядок проведения и объём исполнительных съёмок, порядок регистрации и обработки измерений, и их переноса на исполнительные чертежи.

Объём исполнительных чертежей устанавливается в соответствии с требованиями ППР, ППГР и нормативных документов органов власти субъектов Российской Федерации.

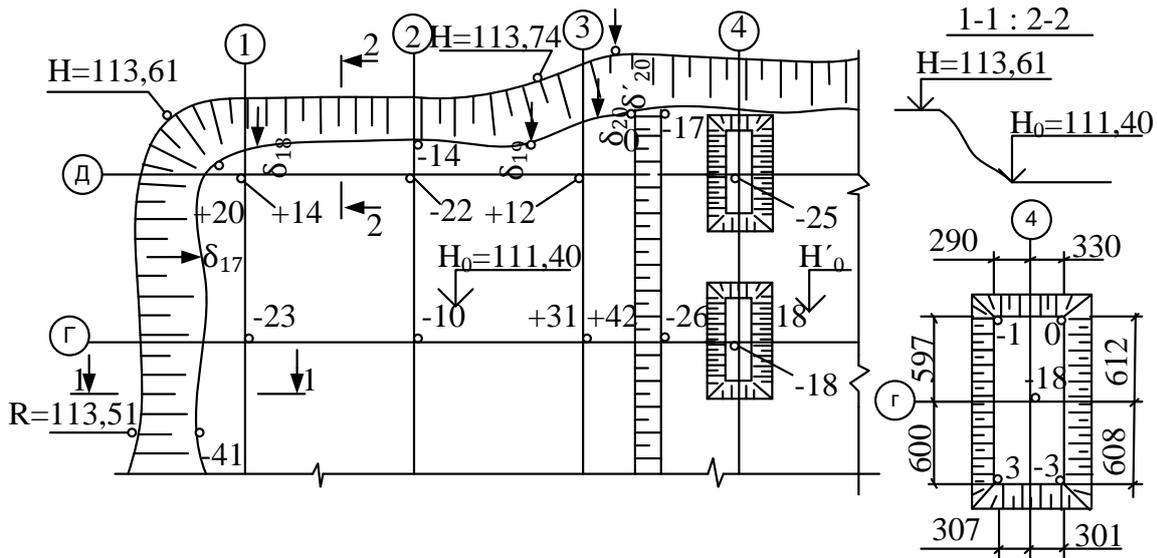
П.2.1 В качестве исходной геодезической основы для исполнительной съёмки принимаются знаки геодезической разбивочной основы для строительства, знаки закрепления осей, монтажные риски на конструкциях. До начала съёмки проверяют неизменность знаков исходной основы.

П.2.1.1 Зазоры (расстояния) между элементами, длины площадок опирания монтируемых элементов, несоосности элементов или несовпадения поверхностей, неперпендикулярности, а также правильность положения закладных деталей следует проверять непосредственным измерением расстояний между осями или гранями. Исполнительные съёмки элементов конструкций должны выполняться с точностью, вычисляемой по формуле

$$\delta x_{met} \leq 0,2\Delta x \quad (П.1)$$

П.2.1.2 При исполнительной съёмке земляных сооружений подлежат съёмке в плане: бровки котлованов, траншей, границы планировочных оформляющих плоскостей. Верхняя и нижняя бровки должны сниматься при глубине выемок или высоте насыпей свыше 3 м. В остальных случаях допускается снимать только нижнюю бровку.

Съёмке по высоте подлежат контуры котлованов, перепады (изменения) отметок оснований под фундаменты, трубы и т.п. Пример графического оформления результатов съёмки котлована приведен на рисунке П.1.



Размеры (кроме отметок) приведены в миллиметрах; -18 , -26 – отклонение отметки дна котлована от проектной; δ_{17} , δ_{20} – отклонения верхней и нижней бровок от проектного положения

Рисунок П.1 – Пример выполнения мест исполнительной съёмки котлована

П.2.1.3 При исполнительной съёмке оснований для фундаментов:

- на первом этапе определяются размеры (габариты) оснований и привязки к осям, отметки оснований до их зачистки или подливки;
- на втором этапе определяют те же геометрические параметры после доведения их до проектных значений. Так, например, для технологического оборудования фундаменты устраиваются с отметкой на 50 – 60 мм ниже проектной отметки опорной поверхности оборудования, поэтому исполнительную съёмку первого этапа производят до подливки, а второго – после подливки основания бетоном (раствором).

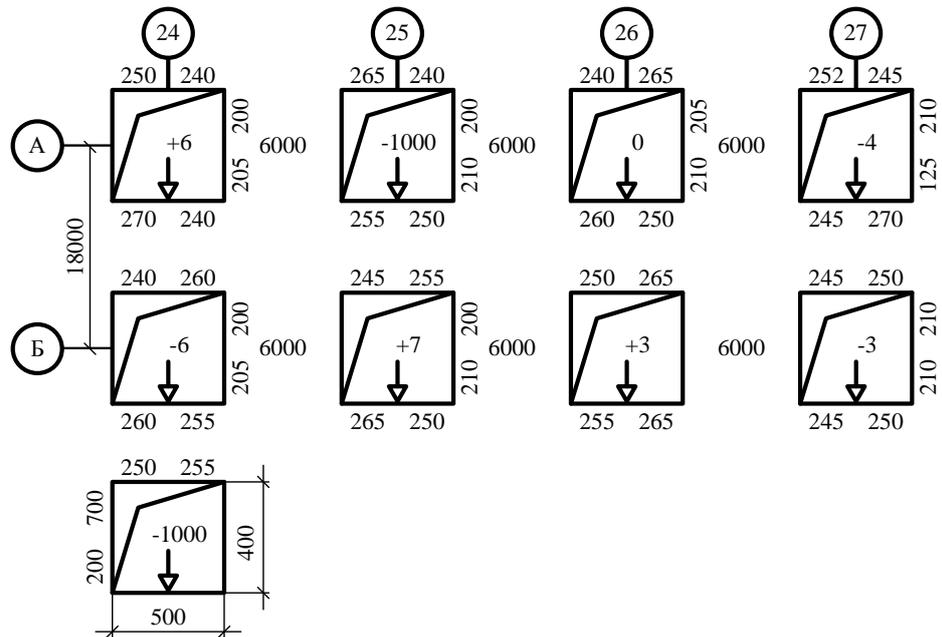
Примеры графического оформления результатов съёмок сборных фундаментов приведены на рисунках П.2 и П.3.

П.2.1.4 При устройстве свайных фундаментов и однорядном расположении свай съёмке подлежат все сваи с измерением их отклонений относительно их продольной оси, а крайние – относительно продольных и поперечных осей.

При двух- и трехрядном расположении свай съёмке подлежат крайние сваи с измерением их отклонений относительно продольных осей, а сваи, расположенные в начале и конце рядов, – относительно продольных и поперечных осей.

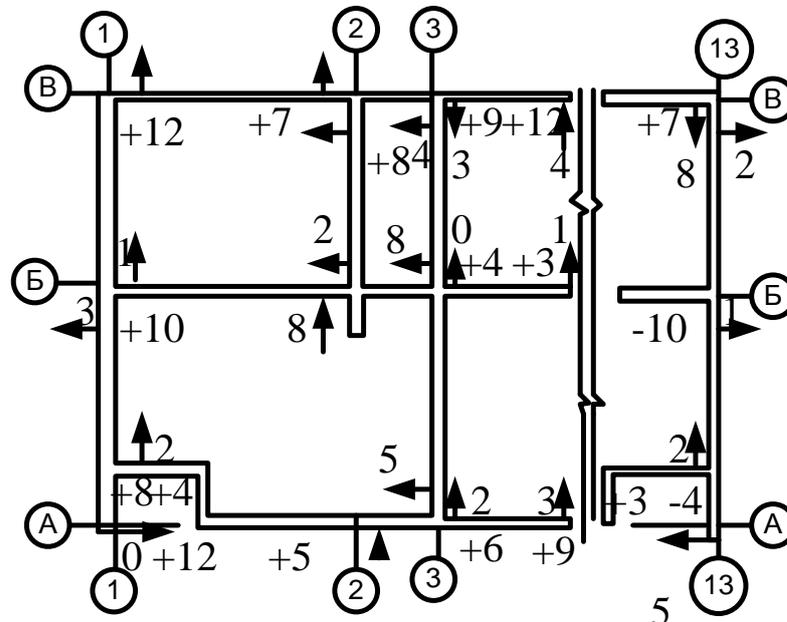
При сплошном свайном поле съёмке подлежат крайние сваи относительно осей контура массива поля, а располагаемые по углам – относительно продольных и поперечных свай. Съёмке относительно продольных и поперечных осей подлежат круглые сваи диаметром бо-

лее 0,5 м, буронабивные сваи и сваи-оболочки, погружаемые через кондукторы при строительстве мостов.



Проектные размеры приведены в миллиметрах; (+) завышенные, (-) заниженные от проектной отметки дна стакана

Рисунок П.2 – Пример исполнительной схемы плано-высотного положения стаканов фундаментов под железобетонные колонны

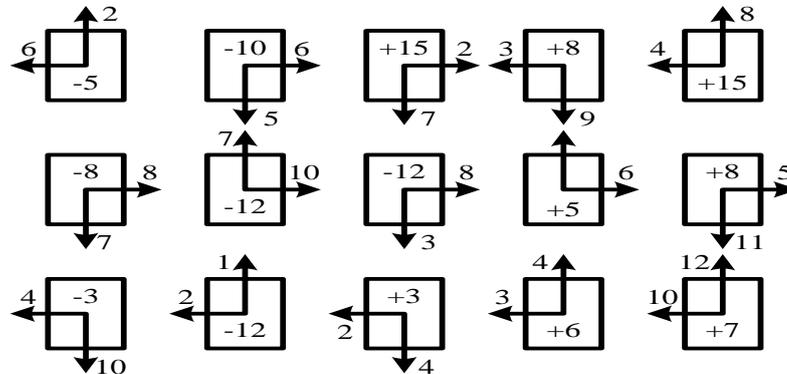


Стрелками показаны смещения блоков с осями; цифрами со знаком (+) или (-) обозначены отклонения от проектной отметки в миллиметрах

Рисунок П.3 – Пример исполнительной схемы положения блоков подвальной части здания

П.2.1.5 Отклонения свай от их проектного положения определяют с точностью до сантиметров. Измеренные отклонения сравнивают с требованиями к точности забивки (погружения) свай, регламентированной нормативными документами.

Пример графического оформления результатов съемок свайного поля приведен на рисунке П.4.



Стрелками показаны смещения центров свай от проектного положения, цифра обозначает их величину в миллиметрах, а цифра со знаком (+) или (-) – отклонение оголовка сваи от проектной отметки

Рисунок П.4 – Пример исполнительной схемы свайного поля

П.2.1.6 При исполнительной съемке опускных колодцев и кессонов съемку в плане выполняют в два этапа. На первом этапе измеряют габариты (длину, ширину, радиус закругления, диагонали) поперечных сечений, а при дополнительных требованиях проекта и толщину стен.

На втором этапе съемки измеряют отклонения осей колодцев и кессонов от закрепленных в натуре разбивочных осей. Смещения от вертикали осей колодцев определяют по горизонту, в сечениях с интервалом, кратным 0,1 глубины погружения, но не более, чем через 1 м, а также на конечной глубине.

Съемку по высоте выполняют геометрическим нивелированием от реперов, расположенных вне зон возможных осадок и перемещений грунта.

Смещения и отметки колодцев и кессонов определяют с точностью до сантиметров или в процентах от их размеров и габаритов.

П.2.1.7 При исполнительной съемке опалубки и поддерживающих лесов определяют и на схемах показывают отклонения:

- расстояний между опорами изгибаемых элементов;
- между связями вертикальных поддерживающих конструкций на 1 м длины и на весь пролет с интервалом через 1 м;

- расстояний от вертикали или проектного наклона плоскостей опалубки и линий их пересечений на 1 м и на всю высоту конструкций с интервалом не реже, чем через 1 м;
- осей опалубки фундаментов, стен, колонн, балок, прогонов, арок;
- стоек домкратных рам и осей домкратов от вертикали;
- осей перемещаемой или переставляемой опалубки относительно осей сооружения;
- внутренних размеров опалубок балок, колонн, стен от проектных размеров.

П.2.1.8 На схемах показывают разность отметок плоскостей верхних кружал или поверхности рабочего пола скользящей опалубки, конусность скользящей опалубки, а в особо оговоренных в проекте случаях – местные неровности опалубки на двухметровых интервалах. Замеры в последнем случае производят от плоскости двухметровой рейки с одновременным запиранием плоскостности в определяемом направлении, прикладывая двухметровую рейку к проверяемой плоскости в такой последовательности: 0 – 2-й метр, 1-й – 3-й метр; 2-й – 4-й и т.д.

П.2.1.9 При исполнительной съемке монолитных железобетонных конструкций измеряют и на схемах показывают отклонения плоскостей и линий их пересечения от вертикали или от проектного наклона конструкций фундаментов, стен, колонн, горизонтальных плоскостей. Съемку на всю высоту или плоскость участка выполняют в крайних точках конструкции и в характерных сечениях с интервалом между точками съемки не более трех метров, если иные требования не предусмотрены проектом. В монолитных зданиях, возводимых методом скользящей опалубки, измеряют и на схемах показывают: в плане – места пересечения стен, по высоте – отметки проемов штроб, отверстий и полов.

П.2.1.10 При исполнительной съемке сборных элементов измеряют и на схемах показывают отклонения от разбивочных осей, проектных отметок, вертикали осей или граней сборных элементов. В случаях, специально оговоренных в проектах, определяют величины площадок опирания и зазоры между элементами конструкций.

П.2.1.11 В объемно-блочных зданиях исполнительную съемку следует производить: в плане – продольных граней блоков (при линейном опирании), углов (при опирании блоков по углам); по высоте – опорных площадок несущих стен. В производственных и промышленных зданиях и сооружениях съемке подлежат: в плане – расстояние от грани колонн до оси подкрановой балки, смещение оси пути от оси балки; по высоте – отклонения балок и головок рельсов от проектных отметок.

П.2.1.12 В крупнопанельных зданиях исполнительная съемка производится в плане – панелей несущих и ограждающих стен, лифтовых, санитарно-технических и других объемных элементов, панелей (плит) перекрытий. По высоте следует определять горизонтальность плит (панелей) перекрытий в пределах между температурными швами и перепад отметок

смежных в плане элементов, образующих опорную площадку, размеры площадок опирания, отклонения от вертикали стен, колонн.

П.2.1.13 В каркасных зданиях производится исполнительная съемка в плане – колонн, ригелей, балок, распорных плит, диафрагм жесткости. По высоте следует определять горизонтальность опорных плоскостей (оголовков) колонн в пределах между температурными швами, навесных панелей наружных стен, вертикальность колонн в двух взаимно-перпендикулярных направлениях.

П.2.1.14 Исполнительная съемка лифтов выполняется в два этапа. На первом этапе снимается строительная часть шахты по всей высоте. При съемке измеряют отклонения:

- стен шахт от вертикальной плоскости, по ширине и длине (глубине) шахты;
- разности диагоналей в плане в сечениях каждого яруса;
- отверстий в стенах шахты в полах машинного и блочного помещений, а также закладных деталей (кромки лестничных площадок и маршей, примыкающих к металлокаркасной плоскости) по всей высоте шахты;
- нижней рамы и поясов металлокаркасной шахты от горизонтальной плоскости, стояков – от вертикали;
- осей дверных проемов шахты относительно общей вертикальной оси;
- опорных поверхностей тумб для установки буферов от горизонтальной плоскости;
- вертикальных осей, оставляемых в тумбах колодцев для анкерных буферных подставок (из плоскости направляющих).

На втором этапе съемки измеряют отклонения:

- направляющих кабины и противовеса от вертикали;
- размеров между головками направляющих кабины (противовеса);
- вертикальной оси буфера (из плоскости направляющих) и от отвесной линии и т.п.

Измеренные отклонения сравнивают с допускаемыми по ГОСТ 22845 и проектной документацией.

П.2.1.15 При исполнительной съемке каменных конструкций измеряют и на исполнительных схемах показывают отклонения от проектных значений:

- по размерам (толщинам) конструкций, опорным поверхностям, ширинам простенков, проемов, вертикальных осей оконных и других проемов, штроб;
- от осей углов кладки в нижнем сечении, от вертикали в пределах каждого этажа и на всё здание при его высоте более двух этажей;
- рядов кладки от горизонтали не реже, чем через 1 м длины, толщины растворных швов.

В кирпичных зданиях исполнительная съемка производится в плане – мест пересечения капитальных стен; по высоте – площадок опирания перекрытий на стены.

Исполнительную съемку металлических конструкций (кроме металлических каркасов и кожухов печей и труб) выполняют преимущественно в два этапа.

На первом этапе измеряют и на схемах показывают отклонения в отметках и смещение опорных мест фундаментов, закладных деталей, анкерных болтов, а в необходимых случаях, специально оговоренных в проектах, габаритов конструкций после укрупнительной сборки.

В некоторых видах производственных зданий и сооружений колонны и иные опоры, фермы, ригели, пролетные строения, подкрановые балки, стальные настилы, башни и башенные сооружения, трубы, бункера, кожухи различных устройств, копры, тяги, пояса, траверсы и т.п. снимаются дважды (до и после проведения производственных или приемочных испытаний).

Исполнительная съемка второго этапа проводится после окончания всех испытаний вне зависимости от их числа.

Места съемки, форма отражения результатов съемки, точность измерений допускаемых отклонений устанавливаются проектной документацией, ППР.

П.2.1.16 При исполнительной съемке деревянных конструкций на исполнительных схемах показывают отклонения в размерах несущих конструкций по длине, высоте, в расстояниях между осями, а также отклонения стен от вертикали, смещения центров опорных узлов от центров опорных площадок, в глубине врубок, величине поперечных смещений. Отклонения отметок и габаритов сравнивают с требованиями, регламентированными в ППР, проектной документации, при этом величины допускаемых отклонений могут быть назначены в миллиметрах, процентах или в относительной мере длины (высоты) конструкций.

Исполнительную съемку полов выполняют в два этапа.

На первом этапе определяют и фиксируют отметки элементов пола: оснований, подстилающих слоев, стяжек, сборных элементов (в том числе плит перекрытий) и др.

На втором этапе фиксируют отметки поверхности полов вне зависимости. На этом этапе проверяется ровность поверхности каждого элемента пола во всех направлениях с частотой съемки не реже, чем через 1 м, если иная не предусмотрена проектной документацией.

Критерием правильности выполненных работ являются величины просвета между гранью ребра двухметровой прямой рейки и плоскостью полов. Допускаемые величины просветов, зафиксированные при исполнительной съемке, сравниваются с требованиями, принятыми в РД и ППР.

П.2.1.17 Исполнительную съемку фундаментов, возводимых под монтаж оборудования и трубопроводов, выполняют в два этапа.

На первом этапе выполняют высотную съемку до подливки раствора, приварки (укладки) прокладок фундаментов. По результатам съемки второго этапа определяют высоту подливки.

П.2.1.18 Высотную исполнительную съемку фундаментов, закладных деталей, прокладок и анкерных болтов, установленных под монтаж технологического оборудования, выполняют с точностью до миллиметров, если иные требования не регламентированы проектной документацией.

Высотную съемку фундаментов под оборудование выполняют геометрическим нивелированием от реперов, размещенных вне зон возможных осадок грунтов.

П.2.1.19 Исполнительная съемка в плане фундаментов, возводимых под монтаж оборудования и трубопроводов, выполняется от осей или линий им параллельных. Ориентиры осей наносят на закладные металлические изделия слесарными чертилками или кернами.

П.2.1.20 Исполнительные съемки подземных инженерных сетей и сооружений выполняют, опираясь на знаки геодезической или разбивочной сети строительной площадки.

П.2.1.21 Производство съемок включает в себя следующие виды работ:

- выяснение наличия знаков закрепления сети геодезического обоснования или разбивочной сети, контроль ее и при необходимости восстановление утраченных знаков этой сети;
- плановую и высотную съемку элементов инженерных сетей и сооружений;
- составление исполнительных чертежей и планов.

П.2.1.22 По каждому отдельному виду подземных сетей и сооружений съемке подлежат:

- по канализации, водостоку, дренажу – оси трасс, колодцы, углы поворота, изломы сетей в профиле, места присоединений и выпусков;
- по газопроводу – ось трассы, углы поворота, камеры, места подключений, вводы, изломы в профиле;
- по водопроводу – ось трассы, колодцы, вводы, аварийные выпуски, артезианские скважины;
- по теплосети – ось трассы, камеры, углы поворота, компенсаторы, места подключений, вводы;
- по телефонным сетям – ось трассы, колодцы, распределительные шкафы, места ввода и подключений;
- по силовым кабельным сетям – ось трассы кабелей (независимо от способа укладки), колодцы, тоннели и коллекторы, трансформаторные подстанции, киоски.

Пример графического оформления результатов исполнительной съемки канализационной сети приведен на рисунке П.5.

П.2.1.23 При съемках должны быть представлены экспликации колодцев, включающие их назначение, размеры в плане, материал изготовления, разрезы по колодцам с указанием высотных отметок крышки колодца, днища, выпусков и впусков, размеры и диаметры труб и лотков, давления в газовых и напряжения в кабельных сетях.

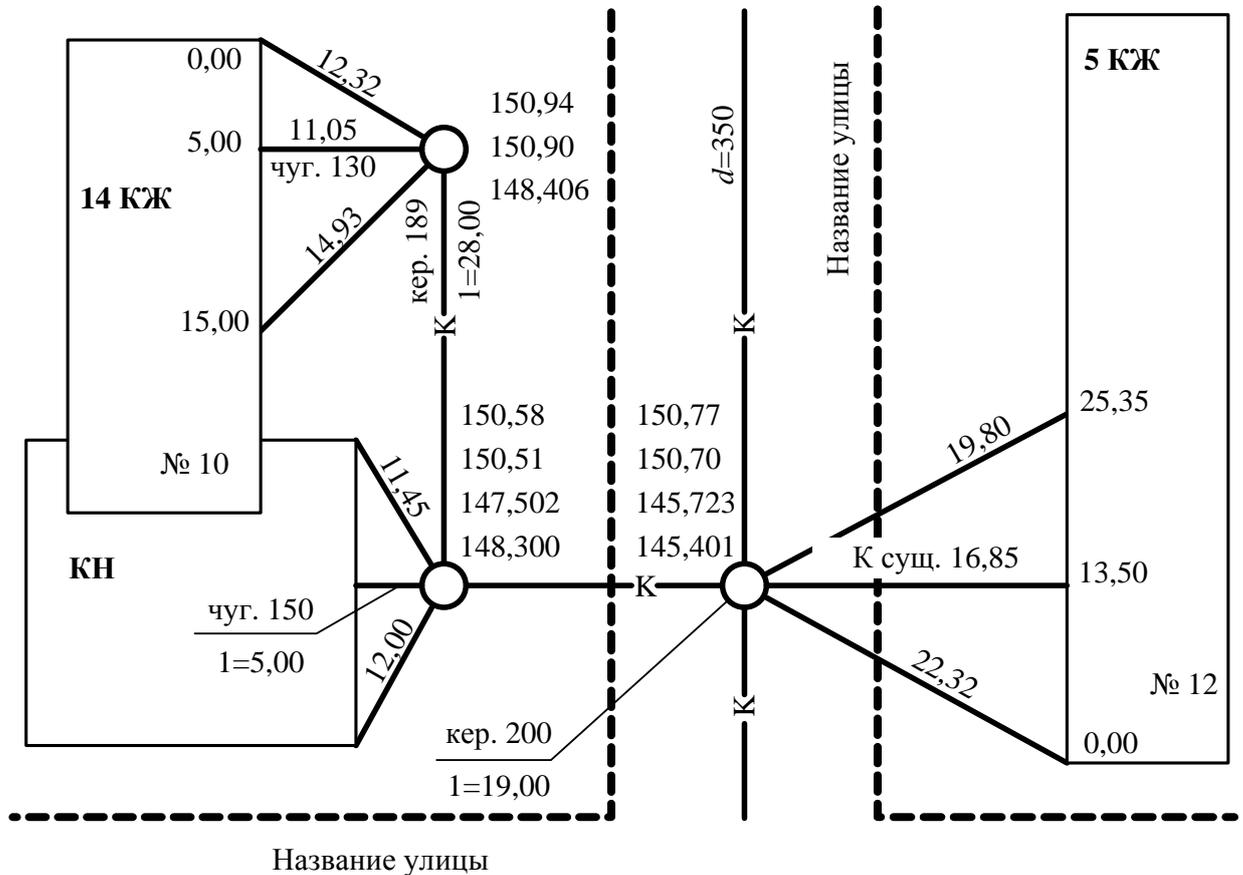


Рисунок П.5 – Пример исполнительной схемы планового и высотного положений канализационной сети

П.2.1.24 При расположении подземных сетей в блоках и тоннелях снимается только одна их сторона, другая же наносится по данным промеров. Выходы подземных сетей и элементы их конструкций должны быть связаны между собой или привязаны к твердым контурам застройки контрольными промерами.

П.2.1.25 При съёмке кабелей в пучках замеры производятся до крайних кабелей.

П.2.1.26 Обязательной съёмке подлежат все подземные сооружения, пересекающие прокладку или идущие параллельно с ней, вскрытые траншеей. Одновременно со съёмкой указанных элементов инженерных сетей должны быть сняты все здания, прилегающие к проезду или к трассам прокладок.

П.2.1.27 Ширина полосы, охватываемой съёмкой, должна быть не менее 20 м в обе стороны от оси трассы или устанавливаться заданием. При производстве работ рекомендуется да-

вать единую нумерацию колодцев, камер и др. У круглых колодцев определяется центр крышки решеток, у люков прямоугольной формы – два угла.

П.2.1.28 При значительном заглублении определяемых элементов сетей (свыше 1 м) точки их выносятся на поверхность земли при помощи отвеса или рейки с уровнями, показывающими вертикальное положение рейки.

Закругленные части снимаются так, чтобы отразить подобие фигуры в масштабе составляемого плана.

П.2.1.29 При съёмке колодцев и камер производится обмер внутреннего и внешнего габаритов сооружения, его конструктивных элементов, расположения труб и фасонных частей с привязкой к отвесной линии, проходящей через центр крышки колодца.

При этом должны быть установлены назначение, конструкция колодцев, камер, распределительных шкафов и киосков, характеристика имеющейся в них арматуры.

П.2.1.30 Для газовых и тепловых сетей фиксируется расположение стыков трубопроводов относительно люков колодцев или камер с указанием типа стыка.

П.2.1.31 Результаты измерений заносятся в абрис, где делаются зарисовки в плане в сочетании со схемой прокладываемого теодолитного хода, показываются привязки к опорной застройке, линейные размеры сооружения, сечения и т.д.

П.2.1.32 В колодцах, выстроенных по типовым проектам, определяются внецентренность и ориентировка. Внецентренность колодцев определяется, как правило, с помощью отвесов или рейки.

П.2.1.33 Плановое положение всех подземных сетей и относящихся к ним сооружений может быть определено:

– на застроенной территории от твердых точек капитальной застройки, от пунктов геодезической или разбивочной сети и съемочного обоснования, от точек специально проложенных теодолитных ходов;

– на незастроенной территории от точек съемочного обоснования, пунктов геодезической сети или от точек специально проложенных теодолитных ходов. Выходы подземных сетей и углы их поворота на незастроенной территории координируются. Координирование колодцев и точек углов поворота на застроенной территории производится только по специальному заданию заказчика.

П.2.1.34 Съёмка планового положения элементов подземной сети производится одним из нижеприведенных способов:

– способом линейных засечек – не менее чем от трех твердых точек, положение которых определено на плане топографической съёмки М 1:500, указанных в ППР. При этом засечки не должны превышать длину мерной ленты или рулетки (20–50 м). Углы между смеж-

ными направлениями засечек у определяемой точки должны быть не менее 30° и не более 120° ;

– способом перпендикуляров длиной не более 4 м от линий, соединяющих точки съёмочного обоснования, теодолитных ходов или капитальной застройки, а также от линий, продолжающих их створ. Длина продолжения створа не должна превышать половины расстояния между конечными точками створа, но не должна быть более 60 м;

– полярным способом – с пунктов опорной геодезической сети, с точек съёмочного обоснования и теодолитных ходов или с вспомогательных точек, определенных указанными выше способами. Нуль лимба теодолита (тахеометра) ориентируется на твёрдую точку, от которой теодолит ставится на расстояние не менее чем 50 м.

В ППР должны быть указаны методики измерений, применяемые для контроля точности геометрических параметров.

П.2.1.35 При всех способах съёмки точек подземной инженерной сети в обязательном порядке производят контрольные измерения расстояний между ними.

П.2.1.36 Все линейные измерения при съёмках производятся стальными лентами или рулетками. Точки подземной инженерной сети, расположенные в траншеях, при съёмке выносятся на поверхность земли отвесом.

П.2.1.37 Все снимаемые точки элементов подземной инженерной сети последовательно, по ходу съёмки, нумеруются в полевых абрисах и журналах, в том числе и электронных, с последующей печатью журнала.

П.2.1.38 Съёмка подземных инженерных сетей, проложенных способом щитовой проходки, выполняется в соответствии с указаниями по производству и приемке работ по строительству в городах и на промышленных предприятиях коллекторных тоннелей, сооружаемых способом щитовой проходки, изложенными в ППР. Предельные ошибки определения элементов подземной инженерной сети в плане не должны быть более 0,2 м.

П.2.1.39 Высотное положение элементов подземной инженерной сети определяется до засыпки траншей с точностью технического нивелирования от реперов городской нивелирной сети. Определение высотных отметок от условного начала запрещается.

П.2.1.40 Нивелированием определяются отметки пола коллектора, верха в пакетах (блоке) кабельной канализации, верха бронированного кабеля, верха напорных лотков самотечных трубопроводов, поверхности земли (бровки траншей) в характерных местах, обечаек смотровых люков и всех остальных точек, заснятых в плане. Кроме того, определяются отметки элементов всех ранее построенных инженерных сетей, вскрытых при строительстве. Нумерация точек, установленная в процессе горизонтальной съёмки, при нивелировании не изменяется. При глубоком заложении подземных инженерных сетей, когда невозможно оп-

ределить высотное положение их точек непосредственно по рейке, отметки получают путем измерения металлической рулеткой вертикального расстояния от твердой точки, нивелированной поверхности земли, или другими доступными методами, обеспечивающими необходимую точность получения отметок.

П.2.1.41 По окончании обработки материалов исполнительных съемок инженерных сетей составляется исполнительный чертеж. Основой для его составления является копия согласованного проекта в масштабе 1:500 или план масштаба 1:500, составленный по результатам исполнительных съемок. При вычерчивании исполнительного чертежа в полосе не менее 20 м в каждую сторону от оси трассы (если иная ширина полосы съемки не установлена заданием) показываются здания, их характеристика, покрытие улиц, деревья, опоры ЛЭП, ограды и пр.

В состав исполнительного чертежа входят:

- ситуационный план участка в масштабе 1:2000 с указанием месторасположения участка работ и наименованием близлежащих улиц и проездов для всех коммуникаций;
- план трассы в масштабе 1:500;
- продольный профиль, горизонтальный масштаб которого принимается равным масштабу плана, а вертикальный 1:100 или 1:200 и в отдельных случаях 1:50 (для тепловых сетей и кабеля связи);
- размеры колодцев (камер) с указанием материалов, высоты горловины, расположения и привязкой вводов труб в колодец, направления на смежные колодцы и вводы, характерные сечения коллекторов, каналов, футляров, блоков, накатов.

П.2.1.42 На исполнительных чертежах должны быть указаны:

- наименование и телефоны организации, выполнявшей исполнительную съемку;
- адрес участка производства работ;
- наименование организации, выпустившей проект, номер проекта и дата выпуска;
- номер и дата выдачи ордера на право производства работ;
- номер и дата согласования проекта;
- номер заказа и дата проведения контрольной геодезической съемки или подтверждение заказчиком правильности составления и соответствия исполнительного чертежа натуре.

Если прокладка подземных сооружений выполнена с отклонениями от проекта, то на исполнительных чертежах должно быть указано, кем и когда эти отклонения разрешены.

Исполнительный чертеж должен быть подписан представителями организации, его составившей, – главным инженером, старшим производителем работ (производителем работ), геодезистом, составителями чертежа. Исполнительный чертеж входит в состав обязательной исполнительной документации, предъявляемой строительной организацией при сдаче в экс-

платацию законченных строительством инженерных сетей. Исполнительные чертежи составляются в пяти экземплярах. Два экземпляра сдаются в геодезическую службу при главном архитекторе города или района, один экземпляр передается заказчику (застройщику) и два – эксплуатирующей организации.

П.2.1.43 Контрольная геодезическая съемка подземных инженерных сетей выполняется заказчиком (застройщиком), осуществляющим технический надзор за строительством, или, в случае отсутствия у него специалистов, силами специализированной организации.

Не позднее, чем за три дня до засыпки траншей и котлованов строительные организации обязаны вызывать заказчиков (застройщиков) для проведения инструментальной проверки соответствия планового и высотного положения построенных подземных инженерных сетей на местности их отображению на предъявляемых исполнительных чертежах.

Данные проверки планового и высотного положения инженерной сети проверяющие лица заносят в абрис и нивелирный журнал и заверяют своими подписями. На исполнительном чертеже, в нижнем правом углу, проверяющими делается следующая надпись: «Планово-высотное положение инженерной сети проверено, чертеж составлен правильно, соответствует натуре, отклонений от проекта нет (имеются отклонения от проекта)». Эта надпись сопровождается подписью проверяющего лица и датой.

П.2.2 В случае представления строительной организацией исполнительного чертежа или геодезических материалов, не отвечающих предъявляемым к ним требованиям, проверяющие составляют об этом акт, и инженерная сеть до устранения выявленных недостатков в эксплуатацию не принимается.

П 2.2.1 По подземным инженерным сетям, имеющим большую протяженность и находящимся длительное время в процессе строительства, исполнительные чертежи могут представляться частями, оформленными по мере окончания строительства отдельных участков.

П.2.2.2 Все исполнительные чертежи и материалы по исполнительным съемкам, подписанные представителем заказчика, уполномоченного на проведение технического надзора за качеством строительства, подлежат хранению у собственника объекта строительства до перекладки или реконструкции подземных инженерных сетей и составления нового исполнительного чертежа. Уничтожение ненужных исполнительных чертежей на подземные инженерные сети оформляется актом её собственником с участием представителей органов власти, если сети находятся на земле общего пользования данного поселения.

П.2.2.3 Разработчику ППГР следует устанавливать перечень и формы журналов геодезических измерений согласно заданных в МИ форм, а также формы журналов действительных координат контрольных точек и их отклонений, охваченных измерениями при входном, операционном и приёмочном контроле СМР.

П 2.2.4 В ППР, ППГР указываются объемы и сроки, в которые должна быть проведена исполнительная съёмка, требования к пояснительной записке, к формам документов отчета работ по исполнительной съёмке, представляемых исполнителем.

Исполнительные съёмки элементов конструкций должны выполняться с точностью, вычисляемой по формуле (П.1) с округлением до одного миллиметра, если в ППГР не указано иное.

Порядок проведения исполнительной съёмки при строительно-монтажных работах в соответствии с СП 48.13330 и СП 160.13330 установлен в ППР или в ППГР.

П.2.2.5 Ответственность за правильное составление и своевременное представление исполнительных чертежей на проложенные подземные инженерные сети и сооружения несут руководители строительных организаций и лица, ответственные за производство строительных работ и составление исполнительных чертежей.

П.3.1 В ППР, ППГР следует устанавливать требования по оценке соответствия точности измерений полученных в ходе исполнительной съёмки. Оценку соответствия точности измерений полученных в ходе исполнительной съёмки следует проводить в соответствии с разделом 10 настоящего стандарта. После положительного заключения о соответствии точности измерений в соответствии с разделом 11 выполняется оценка точности геометрического параметра. Договором или в соответствии с согласованным с техническим заказчиком ППР, ППГР стороны обоснованно могут принять другую процедуру оценки точности измерений.

П.3.1.1 В соответствии с пунктом 8.9 пособия к СНиП 3.01.03 [14] в качестве характеристик точности применяют среднее арифметическое $\bar{\delta}$ и квадратическое отклонение S малой или объединенной выборки, а при ограниченном количестве измеренных отклонений – их размах R

$$\bar{\delta} = \sum_1^n \frac{\delta_i}{n}; \quad (\text{П.2})$$

$$S = \sqrt{\sum \frac{\delta_i^2}{n} - \bar{\delta}_n^2}; \quad (\text{П.3})$$

$$R = \delta_{max} - \delta_{min}, \quad (\text{П.4})$$

где $\delta_{max}, \delta_{min}$ – измеренные отклонения;

n – число измеренных отклонений.

П.3.1.2 При распределении действительных отклонений, близких к нормальным, и определении характеристик точности S допускается их сравнение допуском Δ по следующему условию:

$$2tS \leq \Delta, \quad (\text{П.5})$$

где t – коэффициент, принимаемый в зависимости от значения приемочного уровня дефектности q . При $q = 0,25\%$ $t = 3$ и при $q = 0,65\%$ $t = 2,7$. Во всех остальных случаях измеренные отклонения сравнивают с допусками и допускаемыми отклонениями, предусмотренными в строительных нормах и правилах.

П.3.1.3 При объеме выборки равном 5–10 размах R должен сравниваться с учетом выражения

$$R \leq AS, \quad (\text{П.6})$$

где A – коэффициент, выбираемый по таблице П.1. Для зданий высотой более 25 метров коэффициент A следует принимать равным или меньшим 5,16.

Таблица П.1 – Коэффициент учёта объёмов выборки

Объём мгновенной выборки	A	Объём мгновенной выборки	A
5	4,89	8	5,26
6	5,04	9	5,34
7	5,16	10	5,43

Библиография

- [1] Градостроительный кодекс РФ от 29.12.2004 № 190-ФЗ
- [2] Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 № 184-ФЗ
- [3] Федеральный закон 30.12. 2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»
- [4] Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»
- [5] Рекомендации по межгосударственной стандартизации ГСИ РМГ 29-99 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения
- [6] Правила о международной стандартизации ПМГ 96-2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Результаты и характеристики качества измерений. Формы представления
- [7] Постановление Правительства РФ от 31.10. 2009 № 879 «Об утверждении Положения о единицах величин, допускаемых к применению в Российской Федерации»
- [8] Инструкция ГКИНП-02-033-82 Инструкция по топографической съёмке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. ГКИНП-02-033-82 (УТВ. ГУГК СССР 05.10.1979)
- [9] Рекомендации по межгосударственной стандартизации ГСИ РМГ 43-2001 Государственная система обеспечения единства измерений. Применение «Руководства по выражению неопределенности измерений»
- [10] Рекомендации по межгосударственной стандартизации ГСИ РМГ 91-2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная система обеспечения единства измерений. Совместное использование понятий «Погрешность измерения» и «Неопределенность измерения». Общие принципы
- [11] Методические указания РД 50-98-86 Выбор универсальных средств измерений линейных размеров до 500 мм
- [12] Р 50.2.038-2004 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей и неопределенности результата измерений
- [13] МДС 13-22.2009 Методика геодезического мониторинга техниче-

ского состояния высотных и уникальных зданий и сооружений

[14] Пособие к
СНиП 3.01.03-84

Пособие по производству геодезических работ в строительстве к СНиП 3.01.03-84/ Разработано ЦНИИОМТП/ Утверждено приказом ЦНИИОМТП № 147 от 10 июля 1985 г.

ОКС 01.120

Виды работ 1.1, 1.2 по приказу Минрегиона России от 30 декабря 2009 г. № 624

Ключевые слова: система измерений в строительстве, измерения геометрических параметров зданий и сооружений, контроль точности
