НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ СТРОИТЕЛЕЙ

Стандарт организации

Система измерений в строительстве

ИЗМЕРЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ И КОНТРОЛЬ ИХ ТОЧНОСТИ

СТО НОСТРОЙ 2.1.94-2013

ИЗДАНИЕ ОФИЦИАЛЬНОЕ

Москва 2018

gost.e-ecolog.ru

НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ СТРОИТЕЛЕЙ

Стандарт организации

Система измерений в строительстве

ИЗМЕРЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ И КОНТРОЛЬ ИХ ТОЧНОСТИ

СТО НОСТРОЙ 2.1.94-2013

Издание официальное

Фонд
«Технического нормирования строительства»

Акционерное общество
«Центральный институт типового проектирования
им. Г.К. Орджоникидзе»

Москва 2018

Предисловие

1	РАЗРАБОТАН	Фондом «Технического нормирования строительства»
2	ПРЕДСТАВЛЕН НА УТВЕРЖДЕНИЕ	Комитетом по промышленному строительству Национального объединения строителей, протокол от 12 декабря 2012 г. № 20
3	УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ	Решением Совета Национального объединения строителей, протокол от 10 июня 2013 г. № 42
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

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 2
3 Термины и определения 6
4 Сокращения и обозначения 12
5 Требования к точности геометрических параметров зданий и сооружений 16
5.1 Характеристики точности геометрических параметров строящихся зданий и сооружений 16
5.2 Измерения по контролю точности геометрических параметров при выполнении видов строительных работ на этапах строительства 18
5.3 Схемы геометрических параметров и их отклонений, подлежащих контролю на основе измерений при строительстве зданий и сооружений 29
6 Обеспечение точности измерений, геометрических параметров зданий и сооружений 36
6.1 Требования по организации обеспечения точности измерений 36
6.2 Требования к выбору средств, методик измерений, применяемых для измерения геометрических параметров 41
6.3 Условия измерения геометрических параметров зданий и сооружений 42
6.4 Требования к организации процесса измерения и применение характеристик качества измерений при контроле точности геометрического параметра 43
7 Правила, схемы и методы выполнения измерений 46
7.1 Требования к выбору схем и методов измерения 46
7.2 Схемы и методы измерений геометрических параметров зданий и сооружений 47
7.3 Требования к местам, контрольным точкам, сечениям, используемым при измерении длины, ширины, толщины, диаметра, угловых размеров, а также их отклонений 80

8 Геодезический контроль точности геометрических параметров зданий и сооружений 81
8.1 Организация геодезического контроля 81
8.2 Требования к точности измерений, выполняемых при геодезическом контроле геометрических параметров зданий 83
8.3 Содержание и проведение геодезического контроля геометрических параметров зданий и сооружений 84
9 Регистрация результатов измерений, их обработка и формы представления 85
9.1 Обработка результатов многократных измерений 85
9.2 Формы представления результата измерения 86
10 Оценка соответствия точности измерений 90
11 Использование характеристик точности измерений при оценке соответствия геометрических параметров зданий и сооружений требованиям проектной документации 92
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 94
Приложение Б (рекомендуемое) Методика измерения горизонтальных и вертикальных условных координат контрольных точек разбивочных вертикальных осей теодолитом и нивелиром при возведении зданий и сооружений 111
Приложение В (рекомендуемое) Методика измерения теодолитом отклонений от вертикали строительных конструкций и элементов зданий и сооружений 128
Приложение Г (рекомендуемое) Характеристики точности геометрических параметров зданий и сооружений 137

Приложение Д (рекомендуемое) Определение точности измерений при многократных прямых измерениях 141
Приложение Е (рекомендуемое) Определение характеристик качества измерений в полевых условиях для нивелира 149
Приложение Ж (рекомендуемое) Введение поправок при отклонении условий измерений от нормальных 164
Приложение И (справочное) Примерные схемы построения внешней разбивочной сети здания (сооружения) 167
Приложение К (рекомендуемое) Форма технического задания на разработку проекта производства геодезических работ 168
Приложение Л (справочное) Значения предельных погрешностей построения межосевых размеров большепролетных промышленных сооружений 171
Приложение М (рекомендуемое) Методы контроля геодезических параметров зданий и сооружений 173
Приложение Н (рекомендуемое) Общие положения составления разделов ППР и ППГР по геодезическому контролю точности геометрических параметров 179
Приложение П (рекомендуемое) Общие правила проведения геодезической исполнительной съемки строящегося здания или сооружения и регистрации ее результатов 188
Библиография 203

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» и свод правил 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.

Стандарт содержит широко применяемые в строительно-монтажных работах при возведении зданий и сооружений три методики измерений, прошедшие метрологическую аттестацию в ФГУП ВНИИФТРИ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии:

- 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;

- 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;

- 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: *А.А. Шляпников, Т.А. Лифанова, М.В. Саяпова* (ФТНС), канд. техн. наук *Г.Б. Шойхет* (ОАО «КБ высотных и подземных сооружений»), д-р техн. наук, проф. *К.В. Татмышевский* (ВлГУ).

Метрологическая экспертиза стандарта: д-р техн. наук *А.С. Дойников,* эксперт *Б.Н. Крупин*, канд. техн. наук *Л.В. Юров*, канд. техн. наук *И.С. Силиверстов*, канд. техн. наук *А.М. Чеховский* (ВНИИФТРИ).

СТАНДАРТ НАЦИОНАЛЬНОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ СТРОИТЕЛЕЙ

Система измерений в строительстве

ИЗМЕРЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ И КОНТРОЛЬ ИХ ТОЧНОСТИ

Construction measurement system

Geometric measurement of buildings and structures and accuracy control

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.

Примечание – Параметры изделий, конструкций, элементов, блоков, модулей, поступающих по договорам поставки, контролируют на строительной площадке входным контролем, измерения при котором проводят в соответствии со стандартами и техническими условиями, устанавливающими требования к их производству и приемке.

Издание официальное

Для зданий и сооружений, строительство которых следует осуществлять в соответствии с контрактами (договорами) с государственными заказчиками или федеральными органами исполнительной власти, уполномоченными в области обеспечения безопасности строящихся объектов, должны быть соблюдены требования по измерению геометрических параметров и оценке их соответствия, установленные государственными контрактами (договорами).

2 Нормативные ссылки

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

ГОСТ 2.113–75 Единая система конструкторской документации. Групповые и базовые конструкторские документы

ГОСТ 2.307–2011 Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений

ГОСТ 8.051–81 Государственная система обеспечения единства измерений. Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм

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 21.101–97 Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации

ГОСТ 21.113–88 Система проектной документации для строительства. Обозначения характеристик точности

ГОСТ 21.508–93 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов

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 8026–92 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 11897–94 Штативы для геодезических приборов. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ 17435–72 Линейки чертежные. Технические условия

ГОСТ 18321–73 Статистический контроль качества. Методы случайного отбора выборок штучной продукции

ГОСТ 19223–90 Светодальномеры геодезические. Общие технические условия

ГОСТ 20736–75 Статистический приемочный контроль по количественному признаку. Планы контроля

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 21780–2006 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Расчет точности

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 24846–2012 Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений

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

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

ГОСТ Р 8.736–2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения

ГОСТ Р 51774–2001 Тахеометры электронные. Общие технические условия

ГОСТ Р 51872–2002 Документация исполнительная геодезическая. Правила выполнения

ГОСТ Р ИСО 2859-1–2007 Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку. Часть 1. Планы выборочного контроля последовательных партий на основе приемлемого уровня качества

ГОСТ Р ИСО 3951-1–2015 Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по количественному признаку. Часть 1. Требования к одноступенчатым планам на основе AQL при контроле последовательных партий по единственной характеристике и единственному AQL

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. Светодальномеры (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» (RTK)

МДС 13-22-2009 Методика геодезического мониторинга технического состояния высотных зданий и уникальных зданий и сооружений

СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования

СП 48.13330.2011 «СНиП 12-01-2004 Организация строительства»

СП 126.13330.2012 «СНиП 3.01.03-84 Геодезические работы в строительстве»

СП 160.1325800.2014 Здания и комплексы многофункциональные. Правила проектирования

СТО НОСТРОЙ 2.33.51-2011 Организация строительного производства. Подготовка и производство строительных и монтажных работ

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов, 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 01 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 29-2013 [5], ПМГ 96-2009 [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 определенной 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 неисключенной систематической погрешности (НСП) измерения (характеризует правильность измерения);

- суммарная стандартная неопределенность результата измерения U_C является стандартной неопределенностью 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 отсчета отклонений.

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

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

Примечание – Знак поправки противоположен знаку погрешности. Значение величины поправки алгебраически суммируют 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 определенной 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 отношении к которой в разбивочных чертежах указывают данные для выноса в натуру осей сооружения или отдельных его частей.

Примечание – Линию разбивочной оси выносят 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 выполняют 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 незначи-

тельной 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 в себя 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 – Условные координаты точек здания, сооружения отражают состояние геометрических параметров здания, сооружения при геодезических измерениях. Каждая координационная ось является числовой осью, у которой значение единицы наименьшего разряда численно равно одному миллиметру. Номинальные числовые значения проекций относительно осей *X*, *У*, *Z* для каждой контрольной точки установлены проектной документацией строящегося здания или сооружения. В координационных осях, образующих горизонтальную плоскость, строят внутреннюю разбивочную сеть здания или сооружения.

4 Сокращения и обозначения

4.1 В настоящем стандарте приняты следующие сокращения:

ГП – геометрический параметр;

МИ – методика измерений;

НСП – неисключенная систематическая погрешность;

ППГР – проект производства геодезических работ;

ППР – проект производства работ;

СКО – среднее квадратическое отклонение;

СМР – строительно-монтажные работы;

СПДС – система проектной документации в строительстве.

4.2 В настоящем стандарте приняты обозначения согласно таблице 1.

Таблица 1 – Обозначения

Условное обозначение	Содержание условного обозначения	Единица измерения
a_{1i}, a_{2i}	Отсчеты по шкале средства измерения при измерении высоты, длины, полученных для начальной и конечной рисок	мм
a_i	Отсчет по шкале рулетки, линейки, рейки, взятый по риске (ориентиру) на конструкции, сетке нитей зрительной трубы, нитке или острию отвеса и другому отсчетному устройству	мм
a'_i	Отсчеты при повторном наблюдении	мм
$\widetilde{\Delta}$ A	Результат многократных измерений Результат однократных измерений	Для линейных величин – мм, для угловых величин – град, мин, с
x_i	Значение искомого размера геометрического параметра, определяемого в результате измерения	мм
$\overline{x}$	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
α_i, β_i,	Измеренные горизонтальный и вертикальный углы соответственно	град, мин, с
x_{min}, x_{max}	Расчетные предельные значения геометрических параметров, принятые в ППР	мм
x_{nom}, y_{nom}, z_{nom}, H_{nom}, h_{nom}, α_{nom}	Номинальные значения геометрических параметров, принятые в ППР	Для линейных величин – мм, для угловых величин – град, мин, с
H_i, h_i	Измеренное значение высотной отметки	мм
L_i, l_i	Измеренная длина отрезка прямой линии	мм
δx_i	Действительное отклонение параметра x от его номинального значения x_{nom}	мм
$\overline{\delta x}$	Среднее арифметическое значение действительных отклонений	мм
δx, δy, δz, δH, δh, $\delta\alpha$	Отклонения от номинальных значений геометрического параметра, устанавливаемые проектом, от середины допуска в ППР	Для линейных величин – мм, для угловых величин – град, мин, с

Продолжение таблицы 1

Условное обозначение	Содержание условного обозначения	Единица измерения
Δx	Допуск измеряемого геометрического параметра, установленный нормативно-технической документацией на объект измерения	мм
$\Delta x_{\text{рг}}$	Предельная погрешность измерения, установленная в ППР для контролируемого геометрического параметра	мм
$\Delta x_{\text{г}}$	Расчетная суммарная погрешность принимаемого метода, МИ, определяемая при разработке ППР, ППГР	мм
$\Delta x_{\text{г}/i}$	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	–
$k_{\text{о}}$	Коэффициент охвата	–
L	Непосредственно измеряемый размер или заданный интервал линейного размера	мм
l_i, α_i, β_i,	Измеренные длина отрезка прямой линии, горизонтальный и вертикальный углы соответственно	мм
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	–

Продолжение таблицы 1

Условное обозначение	Содержание условного обозначения	Единица измерения
$S(\widetilde{A})$	СКО случайной погрешности результата измерения	Для линейных величин – мм, для угловых величин – град, мин, с
Θ	Границы неисключенной систематической погрешности	Для линейных величин – мм, для угловых величин – град, мин, с
$\Theta(P)$	Доверительные границы систематической погрешности измерений при симметричном распределении для доверительной вероятности P	Для линейных величин – мм, для угловых величин – град, мин, с
$\Theta_{\inf}(P)$	Нижняя доверительная граница систематической погрешности результата измерения для доверительной вероятности P	Для линейных величин – мм, для угловых величин – град, мин, с
$\Theta_{\sup}(P)$	Верхняя доверительная граница систематической погрешности результата измерения для доверительной вероятности P	Для линейных величин – мм, для угловых величин – град, мин, с
$\varepsilon(P)$	Доверительные границы случайных погрешностей	Для линейных величин – мм, для угловых величин – град, мин, с
$\varepsilon_{\inf}(P)$	Нижняя доверительная граница случайной погрешности результата измерения для доверительной вероятности P	Для линейных величин – мм, для угловых величин – град, мин, с
$\varepsilon_{\sup}(P)$	Верхняя доверительная граница случайной погрешности результата измерения для доверительной вероятности P	Для линейных величин – мм, для угловых величин – град, мин, с
$\Delta(P)$	Доверительные границы суммарной погрешности результата измерения для доверительной вероятности P	Для линейных величин – мм, для угловых величин – град, мин, с
u	Стандартная неопределенность измерений	Для линейных величин – мм, для угловых величин – град, мин, с
u_A	Стандартная неопределенность, оцениваемая по типу A	Для линейных величин – мм, для угловых величин – град, мин, с
u_B	Стандартная неопределенность, оцениваемая по типу B	Для линейных величин – мм, для угловых величин – град, мин, с
u_c	Суммарная стандартная неопределенность	Для линейных величин – мм, для угловых величин – град, мин, с

Окончание таблицы 1

Условное обозначение	Содержание условного обозначения	Единица измерения
U	Расширенная неопределенность	Для линейных величин – мм, для угловых величин – град, мин, с
$U(P)$	Расширенная неопределенность для уровня доверия P	Для линейных величин – мм, для угловых величин – град, мин, с

5 Требования к точности геометрических параметров зданий и сооружений

5.1 Характеристики точности геометрических параметров строящихся зданий и сооружений

5.1.1 Для обеспечения безопасности строящихся зданий и сооружений во исполнение обязательных требований Градостроительного кодекса [1, статьи 53, 54] и Федерального закона [3, статья 38] основные положения к точности геометрических параметров установлены в ГОСТ 21778, ГОСТ 21779, ГОСТ 26433.0, ГОСТ 26433.2 и настоящем стандарте.

5.1.2 При разработке 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.

Предельные отклонения, к которым отсутствуют требования в ГОСТ 21779, устанавливают в проектной документации в соответствии с ГОСТ 2.113–75 (пункт 2.1) и ГОСТ 21780.

Примечание – Предельные отклонения, как правило, не превышают или равны по абсолютной величине половине значения соответствующего функционального или технологического допуска, принятого в расчете точности. В обоснованных случаях, при необходимости частичной компенсации возрастающих во времени систематических отклонений технологических процессов и операций, предельные отклонения могут быть установлены несимметричными.

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

- к характеристикам точности выполнения разбивочных работ на исходном и монтажном горизонтах;

- перечню геометрических параметров зданий и сооружений и смонтированных строительных конструкций и элементов, их точности, методам и периодичности контроля;

- характеристикам точности технологических процессов по изготовлению и установке конструкций;

- технологическим средствам, обеспечивающим точность геометрического параметра;

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

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

В соответствии с перечисленными требованиями к характеристикам точности для их контроля на этапах строительства при операционном и геодезическом

контроле должны быть проведены с необходимой точностью измерения, приведенные в таблице 2, и по видам работ согласно таблице Н.1 приложения Н.

5.1.5 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):

$$x_{\min} \le x_i \le x_{\max}; \quad (1)$$

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

и требованиям к точности измерения согласно 6.1.

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 устанавливают 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 и 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 представляют линейными и угловыми размерами, единицы измерений которых установлены Постановлением [7] и ГОСТ 8.417.

5.2.2 В ППР в соответствии с СП 48.13330.2011 (пункт 5.7.5) и СП 126.13330.2012 (пункт Г.1) следует устанавливать требования к составу работ по контролю точности геометрических параметров зданий и сооружений на основе измерений:

- для входного контроля в целях освидетельствования передаваемой заказчиком созданной геодезической разбивочной основы при выносе в натуру основных или главных разбивочных осей зданий и сооружений, магистральных и внеплощадочных линейных сооружений, а также монтаже технологического оборудования;

- разбивки внутриплощадочных (кроме магистральных) линейных сооружений или их частей, временных зданий (сооружений);

- создания внутренней разбивочной сети здания (сооружения) на исходном и монтажном горизонтах и разбивочной сети для монтажа технологического оборудования, а также производства детальных разбивочных работ;

- геодезического контроля точности положения осей, конструкций, строительных элементов согласно перечню, принятому в ППР в соответствии с ГОСТ 26607, геометрических параметров зданий (сооружений) на основе измерений;

- геодезических измерений деформации оснований, конструкций зданий (сооружений) и их частей, если это предусмотрено проектной документацией, установлено авторским надзором или органами государственного надзора;

- контроля технологических процессов СМР, обеспечивающих достижение и сохранение проектных размеров геометрических параметров, а также положения технологических устройств в течение технологического процесса;

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

- порядка применения характеристик качества измерения при оценке соответствия размера геометрического параметра проектной.

Примечание – В ППР для выполнения измерений целесообразно использовать аттестованные МИ, приведенные в приложениях А, В.

5.2.3 Для контроля точности геометрических параметров следует устанавливать работы по измерительному контролю и его точности для включения в ППР измерения в соответствии с таблицей 2.

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 требованиям настоящего стандарта.

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 и регистрация результата
Подготовка строительства, в том числе строительной площадки	В ППР или ППГР с учетом 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 ее редуцирования, а также измерения при контроле установки створов разбивочных осей, в том числе по МИ, приведенной в приложении А	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	Результаты контрольных измерений координат вынесенных в натуру пунктов разбивочной сети сравнивают, с заданными проектной документацией номинальными значениями контролируемых координат и их допускаемых отклонений. Значение контролируемой величины должно быть в интервале для номинальной величины допускаемого отклонения, не выходя за нижнюю или верхнюю границу допускаемого интервала, согласно 5.1.5. Результат оценки соответствия или несоответствия построения пунктов геодезической разбивочной сети регистрируют записью в акте приема-сдачи работ и в общем, специальном журналах

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 и регистрация результата
Земляные работы	Устанавливают в ППР технологические допуски на отклонения геометрических параметров 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 по аттестованным методикам измерений, принятым в ППР, ППГР, в том числе по МИ, приведенным 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	Результаты контрольных измерений сравнивают, с заданными проектной документацией номинальными значениями и допускаемыми отклонениями контролируемого геометрического параметра с последующей оценкой соответствия геометрического параметра требованиям проектной документации. Значение контролируемой величины должно быть в интервале для номинальной величины допускаемого отклонения, не выходя за нижнюю или верхнюю границу допускаемого интервала, согласно 5.1.5, что регистрируют в акте приема-сдачи работ, в общем и специальном журналах производства работ

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 и регистрация результата
Работы «нулевого» цикла (возведение подземной части здания): а) геодезические работы при прокладке сетей инженерных коммуникаций; б) геодезические работы при устройстве фундаментов и подвальной части	Устанавливают в ППР технологические допуски на отклонения геометрических параметров. В ППГР с учетом требований РП устанавливают требования к средствам и методикам измерений на основании расчета точности измерения	Измерения: - при выносе точек поворота, продольной оси каналов трубопроводов, кабеля; - перенесении уклона дна траншеи; - разбивке и строительстве котлована, колодца; - разбивке по высоте и уровню основания под укладку и укладке труб; - проверке прямолинейности оси трубопроводов, строительных конструкций в горизонтальной плоскости. Измерения при определении действительных отклонений от проектных требований контрольных точек, осей, конструкций (исполнительная съемка).	Запись в журнале геодезических работ и в электронную память прибора с последующей обработкой и получением координат в принятой строительной сетке или главных разбивочных осей. Оценка точности измерения для последующего оформления отчета согласно СП 41.26.13330, исполнительным схемам	Результаты контрольных измерений сравнивают, с заданными проектной документацией номинальными значениями и допускаемыми отклонениями контролируемого геометрического параметра с последующей оценкой соответствия геометрического параметра требованиям проектной документации. Значение контролируемой величины должно быть в интервале для номинальной величины допускаемого отклонения, не выходя за нижнюю или верхнюю границу допускаемого интервала, согласно 5.1.5, что регистрируют в акте приема-сдачи работ, в общем и специальном журналах производства работ

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 и регистрация результата
Работы «нулевого» цикла(возведение подземной части здания): а) геодезические работы при прокладке сетей инженерных коммуникаций; б) геодезические работы при устройстве фундаментов и подвальной части	Устанавливаются в ППР технологические допуски на отклонения геометрических параметров. В ППГР с учетом требований РП устанавливают требования к средствам и методикам измерений на основании расчета точности измерения	Измерения: - при детальной разбивке осей с закреплением их на выносках, створах, обносках; - закреплении строительных (рабочих) реперов; - передаче высотной отметки на рабочие реперы; - нивелировании ряда блоков на монтажном горизонте; - проверке соосности и вертикальности; - проверке соосности и вертикальности рядов укладываемых блоков; - выносе осей на фундамент; - контроле вертикальности положения опалубки. Измерение действительных отклонений конструкций от положений, заданных проектом. Все измерения выполняют по аттестованным методикам измерений, принятым в ППР, ППГР, в том числе по МИ, приведенным в приложениях А, В	Запись в журнале геодезических работ и в электронную память прибора с последующей обработкой и получением координат в принятой строительной сетке или главных разбивочных осей. Оценка точности измерения для последующего оформления отчета согласно СП 41.26.13330, исполнительным схемам	Результаты контрольных измерений сравнивают, с заданными проектной документацией номинальными значениями и допускаемыми отклонениями контролируемого геометрического параметра с последующей оценкой соответствия геометрического параметра требованиям проектной документации. Значение контролируемой величины должно быть в интервале для номинальной величины допускаемого отклонения, не выходя за нижнюю или верхнюю границу допускаемого интервала, согласно 5.1.5, что регистрируют в акте приема-сдачи работ, в общем и специальном журналах производства работ

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 и регистрация результата
Работы на исходном горизонте	Устанавливают в ППР технологические допуски на отклонения геометрических параметров с учетом требований РП. В ППГР устанавливают требования к средствам измерений, методикам измерений на основании расчета точности измерения	Измерения: - при создании внутренней разбивочной плановой сети здания (сооружения) на исходном горизонте и перенесении плановой и высотной сетей здания на монтажный горизонт; - закреплении высотной и плановой разбивочной сетей с установленной точностью; - производстве детальных разбивочных работ на исходном и монтажном горизонтах. Контроль вертикальности элементов. Контроль планового положения монтируемых элементов, конструкций. Измерения выполняются по аттестованным МИ, принятым в ППР, ППГР, в том числе по МИ, приведенным в приложениях А, В	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)	Результаты контрольных измерений сравнивают и, с заданными проектной документацией номинальными значениями и допускаемыми отклонениями контролируемого геометрического параметра с последующей оценкой соответствия геометрического параметра требованиям проектной документации. Значение контролируемой величины должно быть в интервале для номинальной величины допускаемого отклонения, не выходя за нижнюю или верхнюю границу допускаемого интервала, согласно 5.1.5, что регистрируют в акте приема-сдачи работ, в общем и специальном журналах производства работ

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 и регистрация результата
Монтаж оборудования	Устанавливают в ППР технологические допуски на отклонения геометрических параметров. В ППГР устанавливают требования к средствам измерений, методикам измерений на основании расчета точности измерения	Измерения: - при нанесении с необходимой точностью установочных рисок, фиксирующих геометрические оси, высоты и центры симметрий монтируемых элементов, конструкций. Контроль планового положения монтируемых элементов оборудования и конструкций. Проверка горизонтальности плоскостей. Контроль планового положения монтируемых элементов оборудования и конструкций. Измерения выполняют по аттестованным МИ, принятым в ППР, ППГР и МИ, приведенным в приложениях А, Б, В	Монтажный чертеж, 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	Результаты контрольных измерений сравнивают, с заданными проектной документацией номинальными значениями и допускаемыми отклонениями контролируемого геометрического параметра с последующей оценкой соответствия геометрического параметра требованиям проектной документации. Значение контролируемой величины должно быть в интервале для номинальной величины допускаемого отклонения, не выходя за нижнюю или верхнюю границу допускаемого интервала, согласно 5.1.5, что регистрируют в акте приема-сдачи работ, в общем и специальном журналах производства работ

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 и регистрация результата
Наблюдения за перемещениями и деформациями	Рабочая программа проведения наблюдений, измерений. В рабочей программе приводят части зданий и сооружений, за которыми будут проведены наблюдения; расчетные значения деформаций для эксплуатируемых зданий – наличие трещин и места закладки маяков, сведения о наличии пунктов геодезической сети, а также знаков, данные о системе координат и высотных отметок, сведения о ранее выполненных	Измерения: - при контроле геометрических параметров здания и сооружения, мониторинге деформаций; -установлении опорных геодезических знаков высотной и плановой сетей; - выполнении высотной и плановой привязки установленных геодезических знаков; - установке деформационных марок на зданиях и сооружениях; - циклических инструментальных измерениях величин вертикальных и горизонтальных перемещений и кренов.	Ведение журнала измерений, обработка результатов измерений, оценка точности измерений, составление ведомостей осадок и деформаций по циклам измерений, графическое оформление, составление технического отчета	Оценка деформаций, прогноз их дальнейшего развития. Рекомендации по обеспечению конструктивной безопасности

Окончание 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 и регистрация результата
Наблюдения за перемещениями и деформациями	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	Измерения выполняют по аттестованным МИ: - при контроле геометрических параметров здания и сооружения, мониторинге деформаций; -установлении опорных геодезических знаков высотной и плановой сетей; - выполнении высотной и плановой привязки установленных геодезических знаков; - установке деформационных марок на зданиях и сооружениях; - циклических инструментальных измерениях величин вертикальных и горизонтальных перемещений и кренов. Измерения выполняют по аттестованным МИ, принятым в ППР, ППГР, согласно рекомендуемым МИ и приведенным в приложениях А, В	Ведение журнала измерений, обработка результатов измерений, оценка точности измерений, составление ведомостей осадок и деформаций по циклам измерений, графическое оформление, составление технического отчета	Оценка деформаций, прогноз их дальнейшего развития. Рекомендации по обеспечению конструктивной безопасности
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.				

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 проводят квалифицированные специалисты подрядчика и заказчика, знающие требования настоящего стандарта.

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

5.3.1 Для производства СМР 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 быть установлены размером и предельными отклонениями их линейных размеров, приведенных на рисунке 1. Положения о характеристиках точности геометрических параметров зданий и сооружений приведены в приложении Г.

Геометрические параметры зданий и сооружений, к которым должны быть установлены требования к точности их измерений, а также допускаемые отклонения следует характеризовать допусками прямолинейности, предельными отклонениями прямолинейности, приведенными на рисунке 2, и допусками плоскостности и предельными отклонениями от плоскостности, приведенными на рисунке 3.

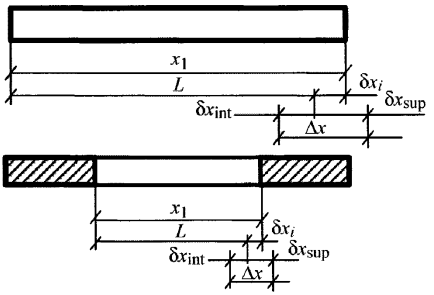
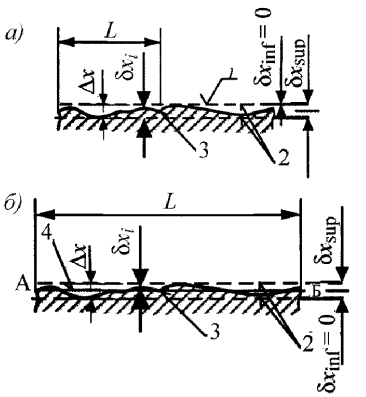


Рисунок 1 – Допуск и отклонение от линейных размеров элементов

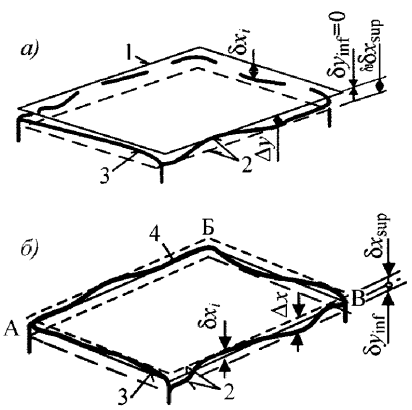


а) – допуск и отклонение от прямолинейности при измерениях на заданной длине;

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



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

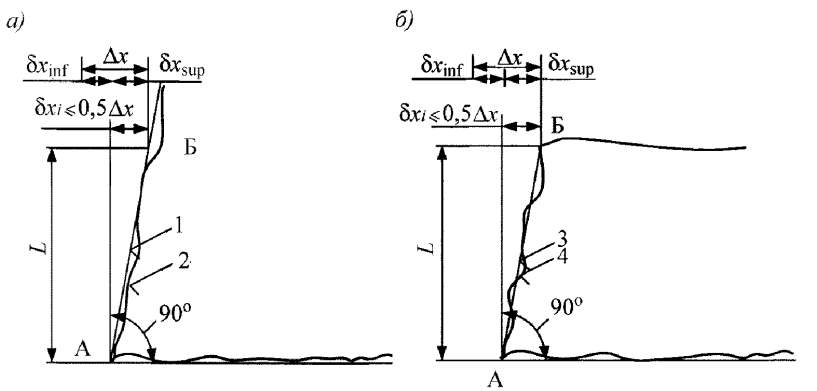
Примечание – При измерениях на заданной длине $\delta x_{inf} = 0$ и $\delta x_{sup} = \Delta x$,; при измерениях на всей длине $\delta x_{inf} = \delta x_{sup} = 0{,}5\Delta x$.

5.3.2 Допуски линейных размеров элементов при изготовлении должны быть установлены по длине, ширине, высоте, толщине или диаметру.

Точность размеров и положения выступов, выемок, отверстий, проемов, крепежных и соединительных деталей, а также точность положения наносимых на элементы ориентиров должна быть установлена в соответствии с ГОСТ 21779.

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

5.3.3 Допусками прямолинейности, плоскостности и перпендикулярности поверхностей должна быть установлена точность формы и взаимного положения отдельных поверхностей простых непризматических элементов.

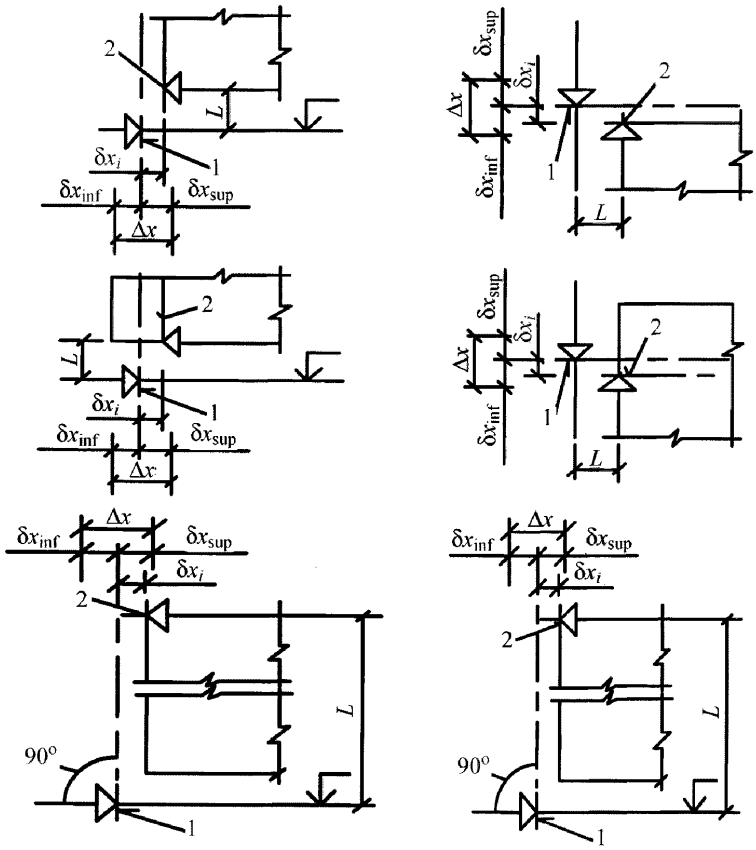


а) – допуск и отклонения при измерениях на заданной длине; б) – то же, при измерениях на всей длине

1 – условная (прилегающая) плоскость; 2 – реальная поверхность; 3 – условная (проходящая через крайние точки) плоскость

Рисунок 4 – Допуски перпендикулярности и отклонения от перпендикулярности

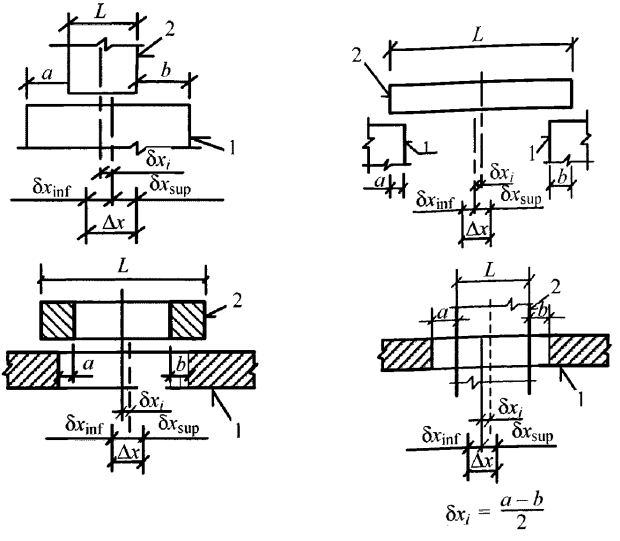
5.3.4 Требования к точности установки элементов сборных зданий и сооружений следует устанавливать допусками совмещения и отклонениями от совмещения ориентиров (точек, линий, поверхностей) (см. рисунок 5) и допусками симметричности и отклонениями от симметричности установки элементов (см. рисунок 6).



1 – ориентир, принимаемый за начало отсчета; 2 – ориентир устанавливаемого элемента

Рисунок 5 – Допуск совмещения и отклонение от совмещения ориентиров

5.3.5 Точность геометрических параметров зданий, сооружений, возводимых из монолитных элементов из мелкоразмерных, сыпучих материалов, точность выполнения земляных работ следует устанавливать в соответствии с 5.3.1.

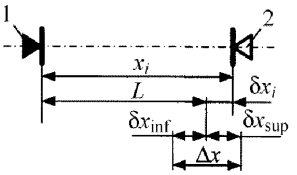


1 – установленный элемент; 2 – устанавливаемый элемент

Рисунок 6 – Допуск симметричности и отклонение от симметричности установки элементов

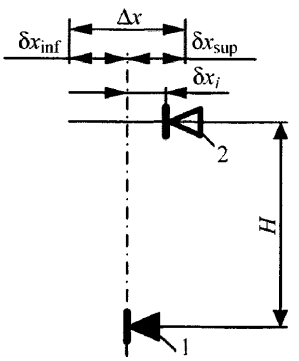
5.3.6 Объектами измерения при контроле точности геометрических параметров при проведении разбивочных работ являются:

- размеры, отклонения разбивки точек и осей в плане, приведенные на рисунке 7;
- передача контрольных точек осей по вертикали (см. рисунок 8);
- отклонения от створности точек (см. рисунок 9);
- отклонения разбивки высотных отметок (см. рисунок 10);
- передача высотных отметок (см. рисунок 11);
- отклонения от перпендикулярности осей (см. рисунок 12).



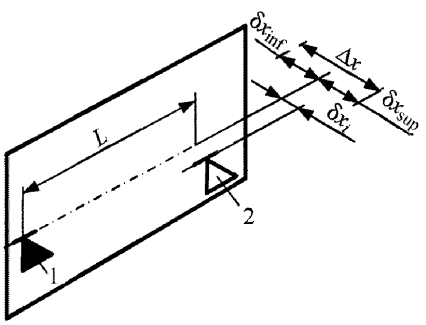
1 – ориентир, принимаемый за начало отсчета; 2 – ориентир, устанавливаемый в результате разбивки

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



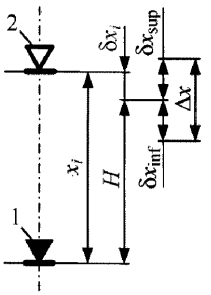
1 – ориентир, принимаемый за начало отсчета; 2 – ориентир, устанавливаемый в результате передачи

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



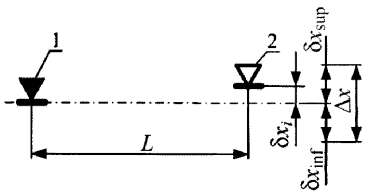
1 – ориентир, принимаемый за начало отсчета; 2 – ориентир, устанавливаемый в результате разбивки

Рисунок 9 – Допуск створности и отклонение от створности точек



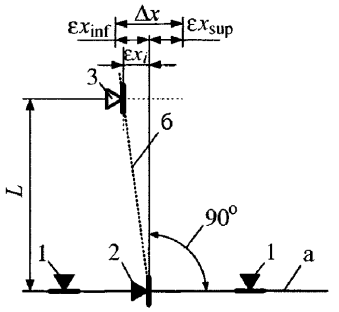
1 – ориентир, принимаемый за начало отсчета; 2 – ориентир, устанавливаемый в результате разбивки

Рисунок 10 – Допуск и отклонение разбивки высотных отметок



1 – ориентир, принимаемый за начало тсчета; 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 отсчета 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 достигают соблюдением требований настоящего стандарта:

- к специалистам, выполняющим разработку ППР, ППГР, измерения и их обработку;

- порядку определения предельной и расчетной погрешностей, характеристик качества выполненных измерений;

- состоянию и применению средств 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 Согласно ГОСТ 26433.0, в зависимости от величины допускаемого отклонения для контролируемого геометрического параметра, установленного в

ППР, ППГР, должна быть нормирована предельная погрешность Δx_{pr} измерения исходя из условия:

$$\Delta x_{pr} \le K_t \Delta x, \qquad (3)$$

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

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

6.1.3.1 Для измерений, выполняемых при приемочном 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 $K_t = 0{,}2$.

Примечание – Рассчитанная в соответствии с ГОСТ 23616 предельная погрешность измерения геометрического параметра учитывает случайную и неисключенную систематическую погрешности измерений.

6.1.3.2 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 увеличивать объем выборки в соответствии с требованиями ГОСТ 23616. Для результатов измерений контролируемого геометрического параметра, подчиняющихся нормальному закону распределения, и при известном приемочном уровне дефектности увеличение объема выборки n' следует принять по таблице 3.

Таблица 3 – Приемочный уровень дефектности и объемы выборки

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

6.1.4 В соответствии с ГОСТ 26433.0–85 (пункт 5.1) расчетная погрешность измерения должна быть принята из условия:

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

где Δx_r – расчетная суммарная погрешность применямых средств измерений (для прямых измерений) или методики измерения;

Δx_{pr} – предельная погрешность измерения.

6.1.4.1 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, трудоемкости 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, приведенные в документе об аттестации МИ;

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

г) вычисляют расчетную погрешность измерения как сумму НСП и случайной погрешности по формуле:

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

где Δx_r – расчетная 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 неисключенной систематической погрешности с учетом заданных поправок для планируемых условий измерений, принятых из эксплуатационной документации на средства измерений, следует рассчитывать по формуле:

$$\Theta = \sqrt{\sum_{j=1}^{m} \Theta_j^2} \quad (6)$$

или на основе двойных наблюдений, при этом численное значение следует определять из обработки ряда двойных наблюдений согласно положениям ГОСТ 26433.0.

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

$$S(\widetilde{A}) = \sqrt{\frac{1}{n(N-1)} \sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{x})^2}; \quad (7)$$

где n – число предварительных измерений равное 6;

N – число равноточных измерений из 6 предварительных измерений.

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

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

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 – расчетная суммарная погрешность принятой МИ;

i – количество погрешностей, учтенных 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 расчетной 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 расчетной суммарной погрешности измерения требованиям условия (4);

ж) при применении аттестованных методик измерений оценку соответствия качества измерений требованиям условия (4) выполняют относительно погрешности измерения, указанной в свидетельстве об аттестации методики измерения, исходя их условия:

$$\Delta(P) \le \Delta x_r. \quad (10)$$

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 к выбору средств, методик измерений, применяемых для измерения геометрических параметров

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

Примечание – В соответствии с Федеральным законом [4, статья 5] применяемые средства измерений должны быть поверены, а методики измерений аттестованы в соответствии с требованиями ГОСТ 8.563, если их применяют в установленных законом сферах государственного регулирования обеспечения единства измерений.

При разработке ППР, ППГР следует использовать сведения о средствах измерений, применяемых для контроля геометрических параметров зданий и сооружений, из Государственного реестра средств измерений, а при выборе МИ из Государственного реестра аттестованных МИ, а также из ГОСТ 26433.1–89 (приложение Б) и ГОСТ 26433.2–94 (приложение Б).

6.2.2 Средства измерений или МИ следует устанавливать в ППР, ППГР при соблюдении условия (10) к погрешности измерения.

Для оценки соответствия точности геометрических параметров требованиям проектной документации результаты контроля точности должны быть в соответствии с требованиями ПМГ 96-2009 [6] и ГОСТ Р 8.736.

Определение 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.

Определение погрешности измерения в полевых условиях для нивелира приведено 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 быть проведены на основе аттестованной по ГОСТ 8.563 методики измерения. Аттестованные МИ, которые следует применять при разработке ППР, ППГР, приведены в приложениях А–В.

6.2.4 В ППР, ППГР следует устанавливать средства измерения и 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 и 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 должны быть обеспечены 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 (калибровке) или оттиски соответствующих 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 другие 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 °С);
- 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.

Положения по введению поправок при отклонении условий измерения приведены в приложении Ж.

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

6.4.1 Для обеспечения точности геометрического параметра 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 указывают в ППР, ППГР.

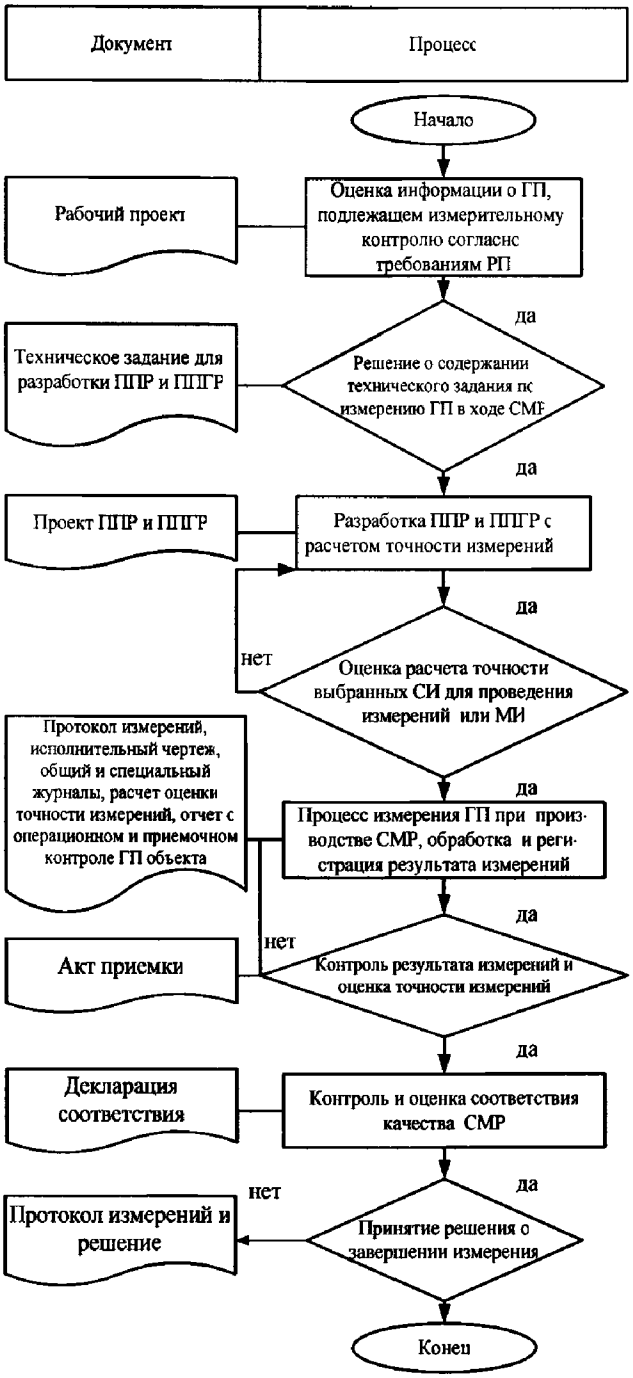


Рисунок 13 – Схема процесса измерений геометрических параметров

6.4.2 Для результатов измерений, фиксирующих значения геометрического параметра на границе допускаемого интервала значений относительно значения, заданного проектом, вызвавших разногласие при приемочном контроле СМР или по требованию органов государственного надзора, подрядчику следует установить в ППР, ППГР порядок проведения повторных прямых измерений для опре-

деления погрешности измерения в конкретных полевых условиях данной строительной площадки по ГОСТ Р ИСО 17123-1.

6.4.2.1 В ППР, ППГР следует установить в соответствии с ГОСТ Р ИСО 10576-1 порядок использования погрешности или неопределенности измерения, полученной в полевых условиях строительной площадки при оценке соответствия геометрического параметра, значение величины которого находится у границ допуска данного геометрического параметра, или в случае наличия 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 используют, как составляющие характеристики качества измерения, следующие понятия неопределенности:

- стандартная неопределенность результата измерения U_A, оцениваемая по типу A;
- стандартная неопределенность результата измерения U_B, оцениваемая по типу B;
- суммарная стандартная неопределенность результата измерения U_C;
- расширенная неопределенность U.

Порядок определения неопределенностей приведен в приложении Д.

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

Примечание – Исходя из технологических требований или при невозможности влиять на объект измерений в ряде случаев разработчик проекта вносит обоснованные изменения в проектную документацию, проводят вневедомственную экспертизу, на основе чего генеральный подрядчик вводит изменения в ППР или ППГР, а процессы измерения проводят 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 $m = 2$).

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

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 окружающей 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 следует устанавливать для измерения геометрических параметров наиболее применяемые: схемы измерений, аттестованные МИ, в том числе приведенные в приложениях А, Б, В, средства измерений, обеспечивая необходимую точность и рациональную стоимость измерений. При этом следует предпочтительно устанавливать прямые измерения геометрического параметра.

Схемы и методы измерений, приведенные в 7.2 и 7.3, реализуют на основе правил и требований к измерениям МИ, указанных в ППР, ППГР, требований условия (10) и 6.2.

При невозможности или неэффективности прямого измерения геометрического параметра устанавливают требования по выполнению косвенного измерения геометрического параметра.

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.

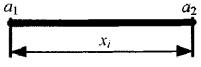
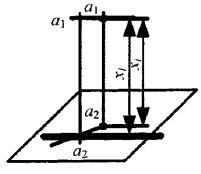
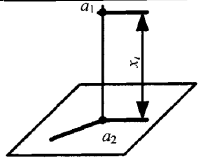
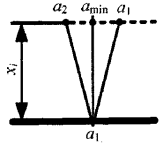
7.1.3 В ППР, ППГР следует устанавливать требования к организации и условиям измерений по обеспечению свободного доступа к объекту измерения, состоянию разметки и его маркировки, возможности размещения средств измерения.

7.2 Схемы и методы измерений геометрических параметров зданий и сооружений

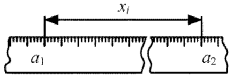
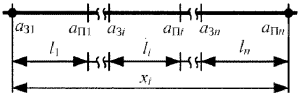
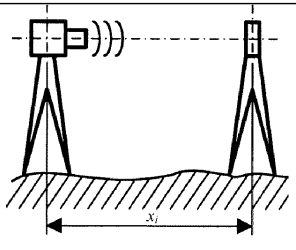
7.2.1 В соответствии с ГОСТ 26433.2 в ППР, ППГР для линейных измерений следует устанавливать точки контроля, сечения, средства и схемы измерений, МИ, приведенные в таблице 5.

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, применяются тахеометры по ГОСТ Р 51774, рулетки измерительные металлические по ГОСТ 7502, теодолиты по ГОСТ 10529, линейки измерительные по ГОСТ 427.

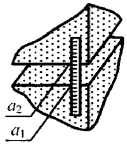
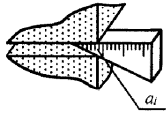
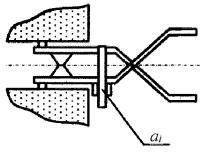
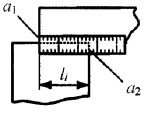
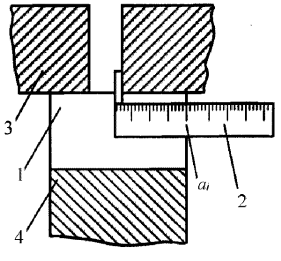
Таблица 5 – Измеряемые параметры и схемы применения метода и средств измерений для линейных измерений

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

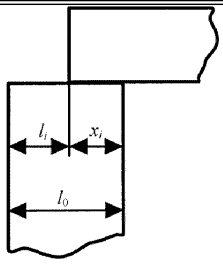
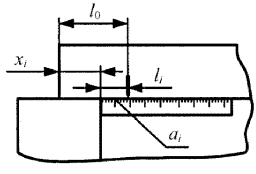
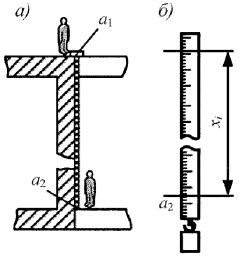
Продолжение таблицы 5

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

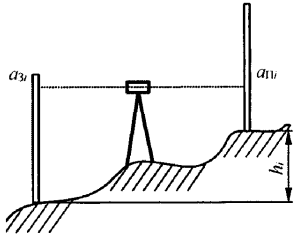
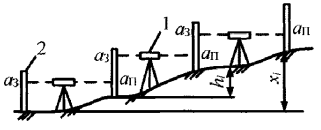
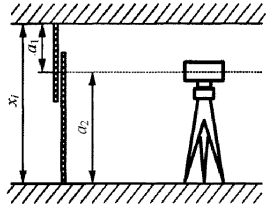
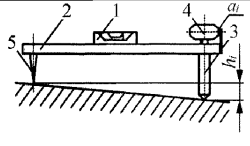
Продолжение таблицы 5

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

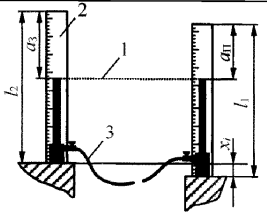
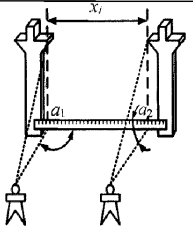
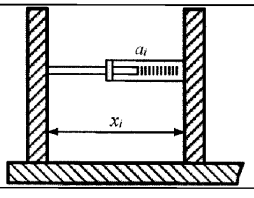
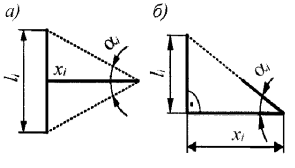
Продолжение таблицы 5

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

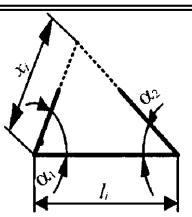
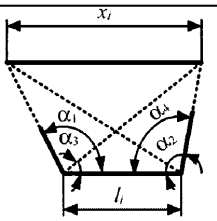
Продолжение таблицы 5

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

Продолжение таблицы 5

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

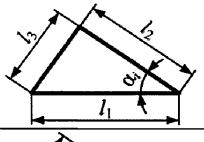
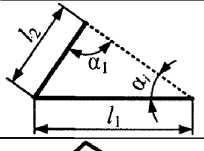
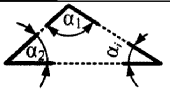
Окончание таблицы 5

Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
Измерение расстояния до недоступной точки методом микротриангуляции		$x_i = \frac{l_i \sin\alpha_1}{\sin(\alpha_1 + \alpha_2)}$
Измерение расстояния между двумя недоступными точками методом микротриангуляции		$x_i = \sqrt{\frac{\sin^2\alpha_1}{\sin^2(\alpha_1+\alpha_2)} + \frac{\sin^2\alpha_3}{\sin^2(\alpha_3+\alpha_4)} - \frac{2\sin\alpha_2 \sin\alpha_3 \cos(\alpha_4-\alpha_2)}{\sin(\alpha_1+\alpha_2)\sin(\alpha_3+\alpha_4)}}$

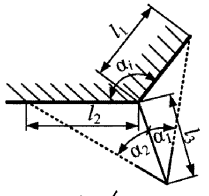
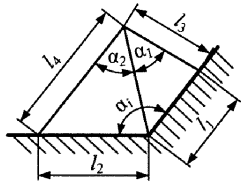
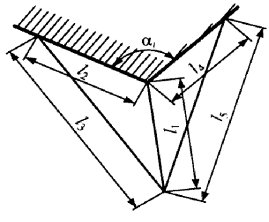
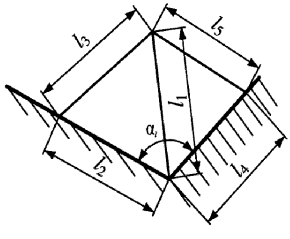
7.2.2 В соответствии с ГОСТ 26433.2 в ППР, ППГР для угловых измерений следует устанавливать точки контроля, сечения, средства и схемы измерений, МИ, приведенные в таблице 6.

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

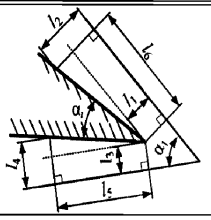
Таблица 6 – Измеряемые параметры и схемы применения метода и средств измерений для угловых измерений

Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
Угловые размеры: горизонтальные и вертикальные углы; углы, образованные пересечением осей и плоскостей		
Прямое измерение углового размера методом сравнения со шкалой угломерного прибора (теодолита, квадранта и др.)		α, β – горизонтальные и вертикальные углы соответственно, их измеряют и вычисляют по методикам и формулам, приведенным в эксплуатационной документации на данный тип угломерного прибора
Косвенные измерения углового размера Метод построения и решения треугольника: а) по трем измеренным сторонам l_1, l_2, l_3		$\alpha_i = \arccos\frac{l_1^2 + l_2^2 - l_3^2}{2l_1 l_2}$
б) по измеренным углу α_1 и по двум сторонам l_1 и l_2		$\alpha_i = \arccos\frac{l_2 \sin\alpha_1}{l_1}$
в) по измеренным углам α_1 и α_2		$\alpha_i = 180^\circ - (\alpha_1 + \alpha_2)$

Продолжение таблицы 6

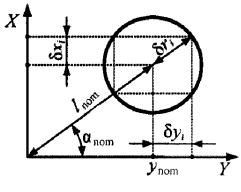
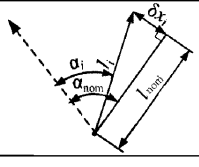
Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
Метод построения и решения двух треугольников: а) по измеренным двум углам α_1, α_2 и трем сторонам l_1, l_2, l_3		$\alpha_i = \alpha_1 + \alpha_2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

Окончание таблицы 6

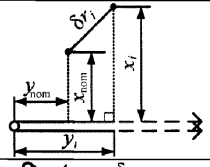
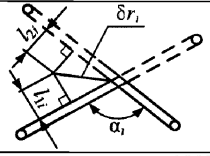
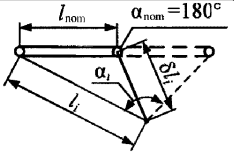
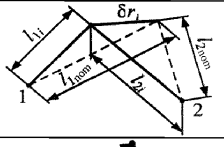
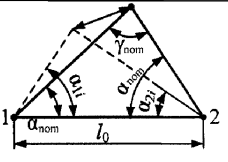
Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
Метод построения вспомогательного угла и измерение отрезков l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6		$\alpha_i = \alpha_1 - \arcsin\frac{l_2 - l_1}{l_6} - \arcsin\frac{l_4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

7.2.3 Для косвенных измерений линейных и угловых величин геометрических параметров зданий и сооружений следует применять схемы и методы согласно ГОСТ 26433.2, приведенные в таблице 7.

Таблица 7 – Схемы и методы косвенных измерений линейных и угловых величин параметров зданий и сооружений

Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
Отклонение от заданного положения точки в плане: Косвенные измерения с использованием средств линейных и угловых измерений (теодолит, рулетка и др.)		$\delta r_i = \sqrt{\delta^2 x_i + \delta^2 y_i}$
Метод полярных координат		$\delta\alpha_i = \alpha_i - \alpha_{nom}$ $\delta l_i = l_i - l_{nom}$ $\delta r_i = \sqrt{\frac{l_i^2}{\rho^2}\delta^2\alpha_i + \delta^2 l_i}$

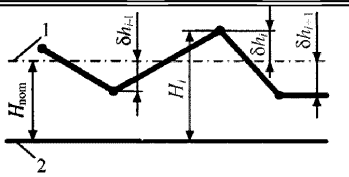
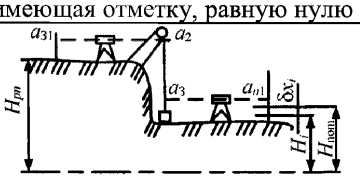
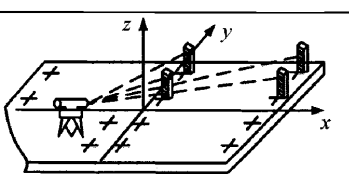
Окончание таблицы 7

Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
Метод прямоугольных координат		$\delta r_i = \sqrt{(x_i - x_{\text{nom}})^2 + (y_i - y_{\text{nom}})^2}$
Метод створной засечки		$\delta r_i = \frac{1}{\sin\alpha_i}\sqrt{l_{1i}^2 + l_{2i}^2 + 2l_{1i}l_{2i}\cos\alpha_i}$
Метод линейно-створной засечки		$\delta r_i = \sqrt{\left(\frac{\delta\alpha_i}{\rho}l_i\right)^2 + \delta^2 l_i}$; $\delta l_i = l_i - l_{\text{nom}}$ $\delta\alpha_i = \alpha_i - 180^\circ$
Метод линейной засечки		$\delta r_i = \sqrt{\delta l_{1i}^2 + \delta l_{2i}^2 + 2\delta l_{1i}l_{2i}\cos\alpha_{\text{nom}}}$ $\delta l_{1i} = l_{1i} - l_{1\text{nom}}$ $\delta l_{2i} = l_{2i} - l_{2\text{nom}}$
Метод прямой угловой засечки		$r_i = \frac{l_0}{\rho \sin y}\sqrt{\delta^2\alpha_{1i}\sin^2\alpha_{2i} + \delta^2\alpha_{2i}\sin^2\alpha_{1i} + 2\delta^2\alpha_{1i}\delta^2\alpha_{2i}\sin^2\alpha_{1i}\sin^2\alpha_{2i}}$

7.2.4 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 и их элементов, контроля ровности монтажного горизонта в соответствии со схемами и методами, приведенными 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, электронные тахеометры по ГОСТ Р 51774, рулетки измерительные металлические по ГОСТ 7502, линейки измерительные по ГОСТ 427.

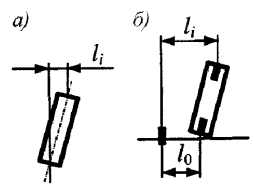
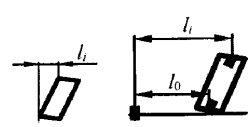
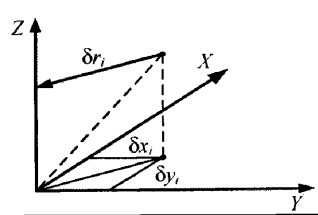
Таблица 8 – Схемы и методы измерений отклонений ровности монтажного горизонта

Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
Отклонение точек конструкций и их элементов от проектных отметок на монтажном горизонте, в котловане и др.	 1 – горизонтальная линия или плоскость, расположенная на проектной отметке; 2 – исходная горизонтальная плоскость, служащая началом отсчета отметок или имеющая отметку, равную нулю	$\delta h_i = H_i - H_{nom}$
Измерение методом геометрического нивелирования при передаче отметки в котлован		$H_i = H_{pn} + a_{3i} - \lvert a_2 - a_3 \rvert - a_{\Pi 1}$ $\delta x_i = H_i - H_{nom}$
Измерение методом геометрического нивелирования при контроле ровности монтажного горизонта		$\delta x_i = \frac{H_{max} - H_{min}}{2}$, где H_{max}, H_{min} отметка наиболее высокой и низкой точек монтажного горизонта

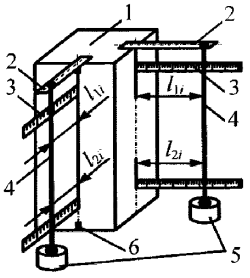
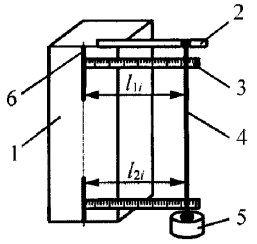
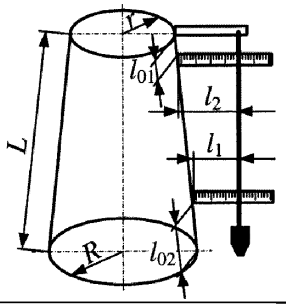
7.2.5 При разработке ППР, ППГР следует устанавливать требования по измерению отклонений от вертикальности (отвесной) линии конструкций зданий и сооружений, их элементов в соответствии со схемами и методами, приведенными в таблице 9.

Примечание – Для измерений отклонений от вертикальности применяют отвесы по ГОСТ 7948 и теодолиты по ГОСТ 10529 совместно со средствами линейных измерений, а также средства специального изготовления.

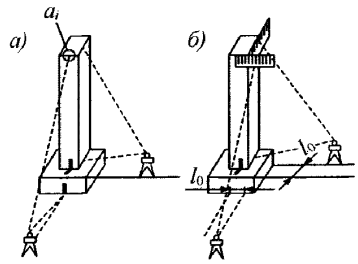
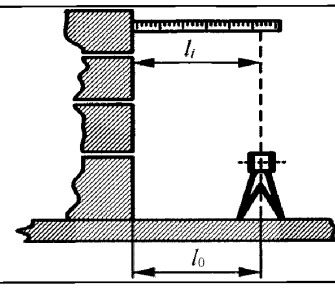
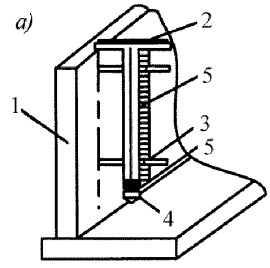
Таблица 9 – Схемы и методы измерений отклонения от вертикальности

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

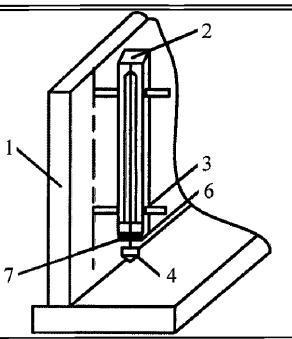
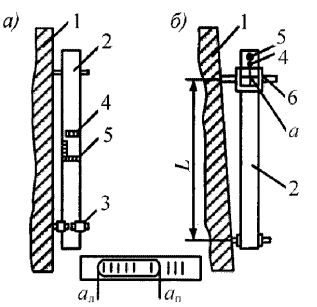
Продолжение таблицы 9

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

Продолжение таблицы 9

Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
Измерения с помощью теодолита и линейки: а) теодолит установлен на разбивочной оси б) теодолит установлен на оси, параллельной разбивочной		а) $\delta x_i = \frac{1}{2}(a_1 + a_1')$, б) $\delta x_i = \frac{1}{2}(a_1 + a_1') - l_{0i}$, где a_i, a'_i – отсчеты, полученные при двух положениях вертикального круга Примечание – Особое внимание следует уделять тщательности юстировки уровня горизонтального круга и приведению его пузырька в нуль-пункт
Измерение оптическим центриром и рейкой		$\delta x_i = l_0 - l_i$
Измерение рейкой-отвесом: а) навесной	 1 – конролируемая плоскость стены; 2 – корпус отвеса; 3 – упоры отвеса; 4 – отвес; 5 – шкала отвеса	$\delta x_i = \frac{1}{2}(a_1 + a_1')$, где a_i – отсчет по нити успокоенного отвеса относительно нулевого штриха шкалы; a'_i – то же, после поворота рейки на 180° $\lvert a_i - a'_i \rvert \le 2$ мм

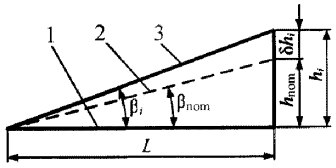
Окончание таблицы 9

Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
б) ненавесной		
Измерение рейкой с уровнем: а) по шкале на уровне б) подвижной шкалой рейки при положении центра пузырька в нуль-пункте	 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	а) $\delta x_i = \frac{1}{2}(a_л - a_п + a'_л + a'_п)\tau H$ б) $\delta x_i = \frac{1}{2}\frac{(a+a')-2МО}{L}H$, 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°) положениях рейки соответственно; a_i, a'_i – отсчеты по подвижному упору при прямом и обратном (развернутом на 180°) положениях рейки соответственно; МО – место нуля (определяют на вертикальной плоскости); τ – цена деления уровня

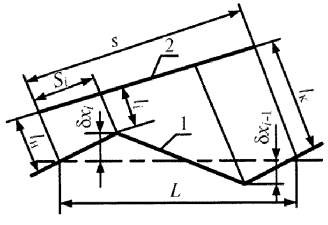
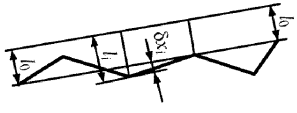
7.2.6 В ППР, ППГР следует устанавливать требования по измерению отклонений от заданного уклона (наклона), отклонений в вертикальном сечении, отклонений от прямолинейности, отклонений от формы заданного профиля, поверхности, измерений отклонений от плоскостности поверхностей конструкций,

элементов конструкций, зданий и сооружений в соответствии со схемами и методами измерений, приведенными в таблице 10.

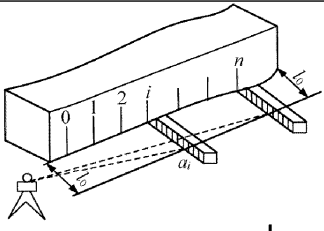
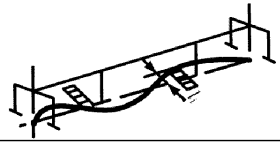
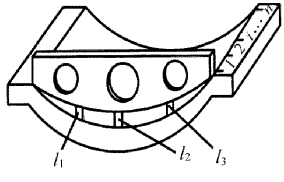
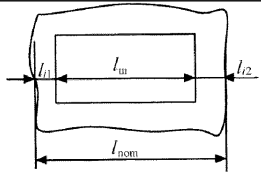
Таблица 10 – Методы и схемы измерений отклонений от плоскостности поверхности конструкции

Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
Отклонение от заданного уклона (наклона) конструкции, элемента конструкции, линейных сооружений, технологического оборудования и др. в вертикальном сечении Измеряют методами нивелирования, а также прямым измерением с помощью квадранта или теодолита	 1 – горизонтальная линия; 2 – линия заданного уклона	а) в линейной мере на интервале L $\delta h_i = h_i - h_{nom}$ б) в угловой мере $\delta\beta i = \beta i - \beta_{nom}$ в) в относительной величине $\delta x_i = \frac{\delta h_i}{L} = \frac{h_i - h_{nom}}{L} =$ $= tg\beta_i - tg\beta_{nom}$
Отклонение от прямолинейности конструкции, элемента конструкции, технологического оборудования и др.		

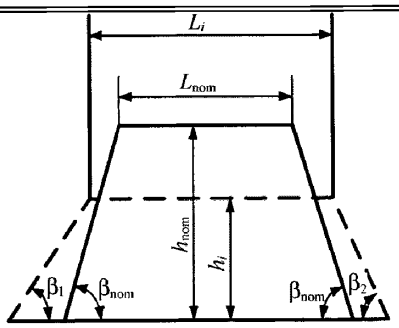
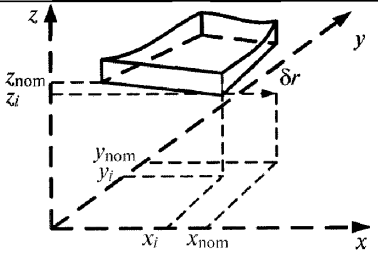
Продолжение таблицы 10

Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
Измеряют: - методом построения базовой линии: а) расположенной произвольно относительно контролируемого участка или направления поверхности	 1 – контролируемый участок; 2 – базовая линия	$\delta x_i = (l_i - l_н - \frac{l_к - l_н}{S} S_i)\frac{S}{L}$ при $l_к = l_н = l_0$ $\delta x_i = l_i - l_0$ при $l_к = l_н = l_0$ $\delta x_i = l_i$
б) расположенной параллельно прямой, соединяющей конечную и начальную точки контролируемого участка	 	$\delta x_i = l_i - l_0$
в) совпадающей с прямой, соединяющей начальную и конечную точки контролируемого участка	 	$\delta x_i = l_i$

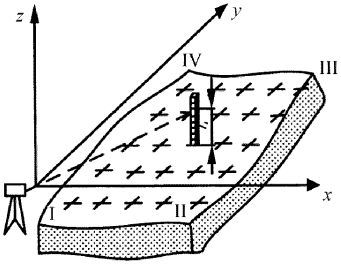
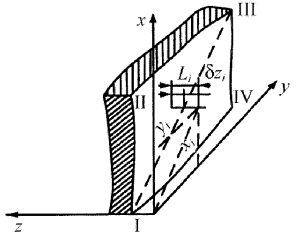
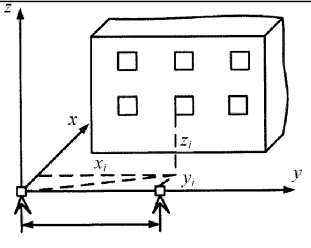
Продолжение таблицы 10

Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
- по рейке (линейке) от базовой линии, заданной теодолитом - линейкой от базовой линии, заданной струной и отвесом	 	$\delta x_i = a_i - l_0$ $\delta x_i = l_i$
Отклонение от формы профиля, поверхности Прямое измерение отклонения профиля криволинейной поверхности методом измерения отклонений от шаблона		$\delta x_{1i} = l_{1i}$ $\delta x_i = l_{2i}$ $\delta x_i = l_{3i}$
Измерение отклонений профиля прямолинейного сечения методом измерения от шаблона		$\delta x_i = (l_{1i} - l_{2i}) - l_0$ $l_0 = l_{nom} - l_ш$

Продолжение таблицы 10

Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
Измерение отклонений профиля сечения дорожного полотна методом измерения действительных значений линейно-угло-вых размеров и уклонов с помощью линейки, рулетки, теодолита, нивелира		$\delta\beta i = \beta i - \beta_{nom}$ $\delta l_i = l_i - l_{nom}$ $\delta h_i = h_i - h_{nom}$
Измерение отклонений формы заданного профиля методом определения пространственных координат точек действительной поверхности		$\delta x_i = x_i - x_{nom}$ $\delta y_i = y_i - y_{nom}$ $\delta z_i = z_i - z_{nom}$ $\delta r_i = \sqrt{\delta^2 x_i + \delta^2 y_i + \delta^2 z_i}$
Отклонение от плоскостности поверхностей конструкций, элементов конструкций и сооружений	Определяют посредством измерений отклонений точек контролируемой поверхности от базовой горизонтальной или вертикальной плоскости с последующим пересчетом этих отклонений относительно условной плоскости по ГОСТ 26433.1	

Продолжение таблицы 10

Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
Измерение отклонений от плоскостности методами: а) геометрического нивелирования с помощью нивелира и рейки (линейки)		а) условная плоскость проведена через три точки I, II, IV контролируемой поверхности $\delta z_{\text{I}} = \delta z_{\text{II}} = \delta z_{\text{IV}} = 0$ $\delta z_i = z_i - K_1 x_i - K_2 y_i$ где $K_1 = \frac{z_{\text{II}}}{x_{\text{II}}}$; $K_2 = \frac{z_{\text{IV}}}{x_{\text{IV}}}$ $z_i = l_{\text{I}} - l_i$ $\lvert\delta z_{\max} - \delta z_{\min}\rvert \le \Delta x$
б) бокового нивелирования с помощью теодолита и рейки (линейки)		б) условная плоскость проведена через диагональ I–III параллельно диагонали II–IV $\delta z_{\text{I}} = \delta z_{\text{III}} = 0$ $\delta z_i = z_i - b_1 x_i - b_2 y_i$ $b_1 = \frac{z_{\text{II}} - c}{x_{\text{II}}}$; $b_2 = \frac{z_{\text{IV}} - c}{x_{\text{IV}}}$ $c = \frac{z_{\text{II}} + z_{\text{IV}}}{2} - z_{\text{III}}$ $z_i = l_{\text{I}} - l_i$ $\lvert\delta z_{\max} - \delta z_{\min}\rvert \le \Delta x$
Измерение методами фотограмметрии, лазерного сканирования или безотражательными электронными тахеометрами		а) аналитический метод: вычисление пространственных координат точек объекта по формулам соответствующего случая съемки и определение по координатам действительных значений геометрических параметров

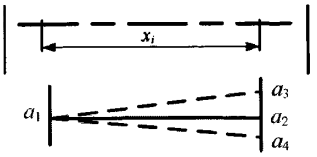
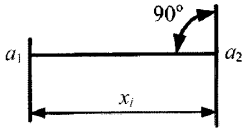
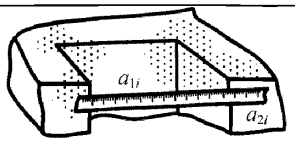
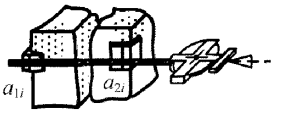
Окончание таблицы 10

Наименование измеряемого параметра и метода измерений	Схема применения метода и средств измерений	Формула для вычисления измеряемого параметра и пояснения
комплекса геометрических параметров при выполнении архитектурно-техничес-ких обмеров и приемочном контроле строительных конструкций, зданий и сооружений		б) аналоговый метод: вычерчивание на специальном приборе графического изображения проекций объекта в соответствующем масштабе и определение геометрических параметров с точностью графических построений

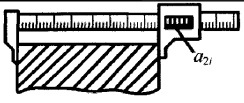
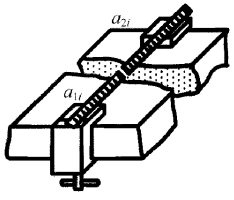
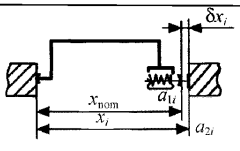
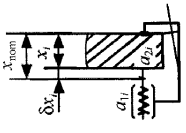
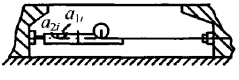
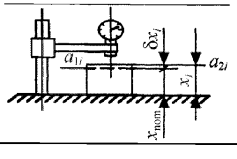
7.2.7 В ППР, ППГР следует устанавливать требования по определению соответствия взаимного положения поверхностей элемента (линий, осей) проектным требованиям на основе измерения соответствующих линейных и угловых размеров и их отклонений. Контроль положения проемов, выступов, вкладышей, закладных деталей 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.

7.2.8 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 и ППГР, следует устанавливать в соответствии со схемами и методами согласно ГОСТ 26433.0, ГОСТ 26433.1, приведенными в таблице 11.

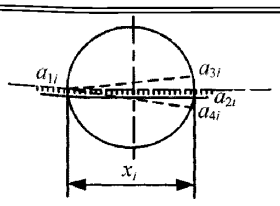
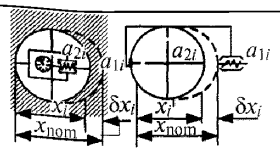
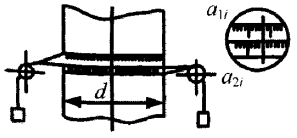
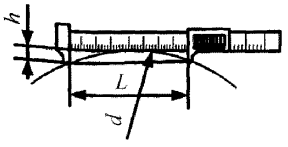
Таблица 11 – Схемы применения методов и схемы измерений линейных и угловых размеров

Наименование измеряемого параметра, метода и средства измерения	Схема применения метода и средств измерений	Формулы для вычисления измеряемого параметра
Линейные размеры и их отклонения		
Длина, ширина, толщина элементов и их частей измеряются: а) между двумя фиксированными точками б) между точкой и прямой или плоскостью (между двумя прямыми или плоскостями) методом покачивания в) между точкой и прямой или плоскостью методом построения перпендикуляра при помощи угольника	 a_2 – минимальный отсчет 	
Прямое измерение размера: а) линейкой 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	 	$x_i = a_{2i} - a_{1i}$ $\delta x_i = x_i - x_{\text{nom}}$ где x_i – значение искомого размера, определяемого в результате измерения (действительный размер); x_{nom} – номинальный размер; δx_i – действительное отклонение; a_{1i}, a_{2i} – начальный и конечный отсчеты по шкале средства измерения

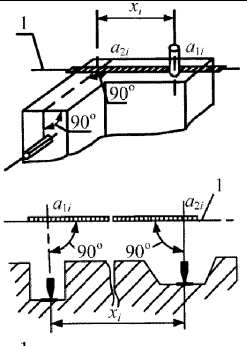
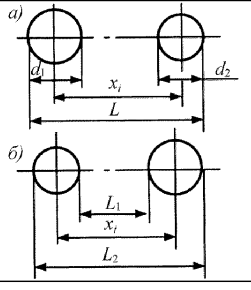
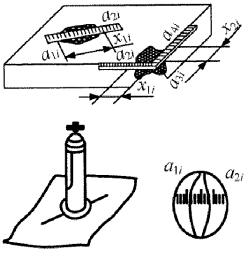
Продолжение таблицы 11

Наименование измеряемого параметра, метода и средства измерения	Схема применения метода и средств измерений	Формулы для вычисления измеряемого параметра
в) штангенциркулем		$x_i = a_{2i} (a_{1i} = 0)$
г) длинномером с устройством для установки и закрепления на изделии конца рулетки с начальным отсчетом Примечание – Разнотолщинность определяют как разность между наибольшим и наименьшим из измеренных значений толщины одного изделия		$\delta x_i = a_{2i} - a_{1i}$
Прямое измерение отклонения средствами измерения, настроенными на номинальный размер: а) нутромером		При $a_{1i} = 0$, $\delta x_i = a_{2i}$, $x_i = x_{\text{nom}} \pm \delta x_i$, где a_{1i} – начальный отсчет, соответствующий номинальному размеру; устанавливают равным нулю или другому значению при настройке прибора на измерение
б) скобой		
в) длинномером с определением отклонения по шкале с нониусом		
г) индикатором часового типа, установленным на стенде		

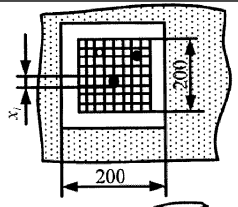
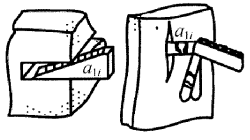
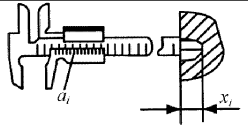
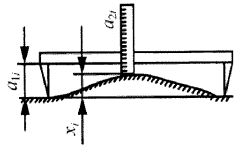
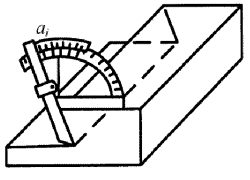
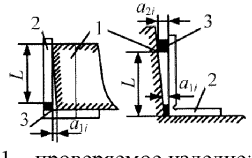
Продолжение таблицы 11

Наименование измеряемого параметра, метода и средства измерения	Схема применения метода и средств измерений	Формулы для вычисления измеряемого параметра
Диаметр Прямое измерение диаметра методом покачивания рулеткой, линейкой, штангенциркулем		$x_i = a_{2i} - a_{1i}$ $\delta x_i = x_i - x_{\text{nom}}$, где a_{2i} – максимальный отсчет из возможных отсчетов (a_{2i}, a_{3i}, a_{4i})
Прямое измерение отклонения методом покачивания скобой, нутромером, настроенными на номинальный размер		$\delta x_i = a_{2i} - a_{1i}$ $x_i = x_{\text{nom}} \pm \delta x_i$
Косвенное измерение диаметра: а) методом опоясывания рулеткой		$d = \frac{a_{2i} - a_{1i}}{\pi}$ $\pi = 3{,}1416$
б) методом измерения хорды и высоты сегмента штангенциркулем с пределами измерения 320–1000 мм Примечание – Овальность определяют как разность между наибольшим и наименьшим из измеренных значений диаметра в одном поперечном сечении.		$d = \frac{L^2}{4h} + h$, где L – длина хорды, $L = a_{2i}$ h – высыта сегмента (известна или измеряют при известном L)
Расстояния между точками (осями), расположенными на различных гранях элемента Прямое измерение размера рулетками, линейками:		

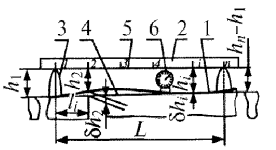
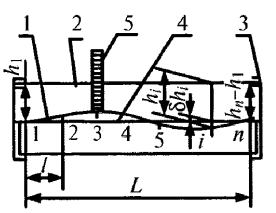
Продолжение таблицы 11

Наименование измеряемого параметра, метода и средства измерения	Схема применения метода и средств измерений	Формулы для вычисления измеряемого параметра
а) методом проектирования одной из точек (осей) на линию измерения при помощи разметки б) методом проектирования двух точек на линию измерения при помощи угольников, отвесов или оптических центриров	 1 – линия измерения	$x_i = a_{2i} - a_{1i}$
Межосевое расстояние Косвенное измерение при помощи линейки, штангенциркуля, рулетки		а) $x_i = L - \dfrac{d_1 + d_2}{2}$ б) $x_i = \dfrac{L_1 + L_2}{2}$, где L, L_1, L_2 и d_1, d_2 – размеры, получаемые прямым измерением
Длина, ширина и глубина (высота) трещин, зазоров, раковин, околов, наплывов Прямое измерение длины, ширины: а) линейкой б) микроскопом		$x_{1i} = a_{2i} - a_{1i}$ $x_{2i} = a_{4i} - a_{3i}$ $x_i = a_{2i} - a_{1i}$

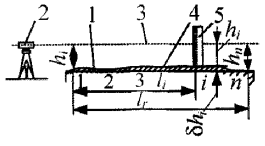
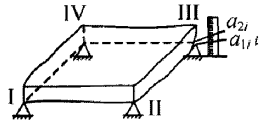
Продолжение таблицы 11

Наименование измеряемого параметра, метода и средства измерения	Схема применения метода и средств измерений	Формулы для вычисления измеряемого параметра
в) палеткой (прозрачная пластина размером 200×200 мм с сеткой квадратов 5×5 мм)		K – число раковин в квадрате $K = 3$, $x_i = 7{,}5$ мм
г) щупом		$x_i = a_i$
Прямое измерение глубины, высоты штангенциркулем ШЦ-1		$x_i = a_i$
Косвенное измерение линейкой		$x_i = a_{1i} - a_{2i}$
Угловые размеры и их отклонения Прямое измерение углового размера угломерами		$a_i = a_i$
Прямое измерение отклонения углового размера в линейной мере на длине L угольником с линейкой или щупом (отклонения от перпендикулярности, косины реза и др.)	 1 – проверяемое изделие; 2 – угольник; 3 – щуп, концевая мера, линейка	$\delta x_i = a_{2i} - a_{1i}$

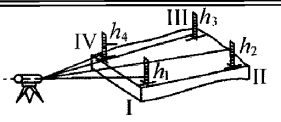
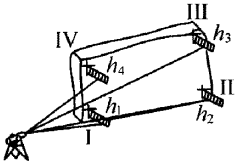
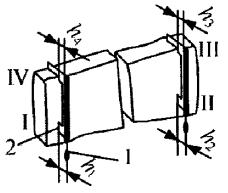
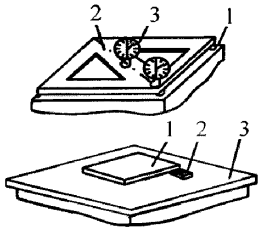
Продолжение таблицы 11

Наименование измеряемого параметра, метода и средства измерения	Схема применения метода и средств измерений	Формулы для вычисления измеряемого параметра
Отклонения формы профиля или поверхности* (прямолинейности и плоскостности, в т.ч. волнистость, прогиб, выпуклость, вогнутость и др.)		
Отклонения от прямолинейности Определение отклонения от прямолинейности на участке элемента при помощи поверочной линейки или контрольной рейки на опорах равной высоты, задающей линию отсчета, и линейки, индикатора или щупа	 1 – проверяемая поверхность; 2 – поверочная линейка, рейка; 3 – опорная призма; 4 – условная прямая; 5 – линия отсчета; 6 – индикатор	$\delta x_i = a_{2i} - a_{1i}$ При установке контрольной рейки непосредственно на поверхность изделия $\delta h_i = h_i$
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 Измерения проводят в размеченных на	 1 – проверяемая поверхность; 2 – струна; 3 – опоры для натяжения струны; 4 – условная прямая; 5 – линейка для снятия отсчета	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: $\delta h_i = h_1 - \delta h_i$, где $h_1 = h_n$ – расстояние от линии отсчета до проверяемой поверхности в точках опоры;

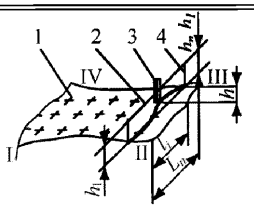
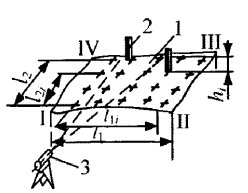
Продолжение таблицы 11

Наименование измеряемого параметра, метода и средства измерения	Схема применения метода и средств измерений	Формулы для вычисления измеряемого параметра
поверхности элемента точках в количестве, определяемом в зависимости от длины изделия		h_i – то же, в промежуточных точках разметки
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	 1 – проверяемая поверхность; 2 – нивелир; 3 – линия отсчета; 4 – условная прямая; 5 – линейка	$\delta h_i = h_1 - h_i + \frac{h_n - h_1}{l_n} l_i$, $(h_1 \neq h_n)$, 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
Отклонения от плоскостности		
Определение отклонения в угловой точке прямоугольного элемента относительно условной плоскости, проведенной через три другие угловые точки (пропеллерность, или скручивание):		
а) методом прямого измерения линейкой или клиновым щупом отклонения в угловой точке элемента, установленного на четыре опоры, расположенные в одной плоскости (условной)		$\delta x_{III} = a_{2i} - a_{1i}$

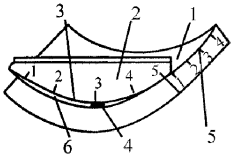
Продолжение таблицы 11

Наименование измеряемого параметра, метода и средства измерения	Схема применения метода и средств измерений	Формулы для вычисления измеряемого параметра
б) методом измерений линейкой расстояний от каждой из четырех угловых точек элемента до плоскости отсчета с последующим вычислением отклонения от условной плоскости В зависимости от положения элемента плоскость отсчета задают горизонтально нивелиром или вертикально теодолитом или двумя отвесами (отвесами-рейками). Точность положения элемента относительно плоскости отсчета не регламентируют и определяют длиной измерительной линейки	   1 – отвес; 2 – шкала для отсчета	$\delta x_i = (h_1 - h_4) - (h_2 - h_3)$ При $h_3 = h_4 = h_0$ $\delta x_i = h_2 - h_1$
Определение отклонения от условной плоскости по всей поверхности элемента: а) методом прямого измерения индикатором часового типа или щупом отклонения поверхности от условной плоскости, проведенной через три точки	 1 – объект измерений; 2 – поверочная плита; 3 – щуп, индикатор	Отклонение от плоскостности принимают равным наибольшему результату из измерений в четвертой угловой точке и в точке пересечения диагоналей Индикаторы настраивают на нулевой отсчет по поверочной плите

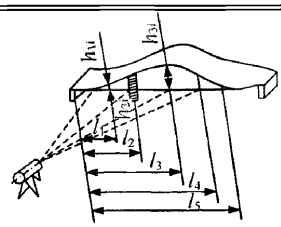
Продолжение таблицы 11

Наименование измеряемого параметра, метода и средства измерения	Схема применения метода и средств измерений	Формулы для вычисления измеряемого параметра
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	 1 – проверяемая поверхность; 2 – струна; 3 – линейка; 4 – опоры для натяжения струны	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. 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
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 поверхности в местах пересечения	 1 – проверяемая поверхность; 2 – линейка; 3 – нивелир	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.

Продолжение таблицы 11

Наименование измеряемого параметра, метода и средства измерения	Схема применения метода и средств измерений	Формулы для вычисления измеряемого параметра
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 регламентируют и определяют длиной измерительной линейки		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.
Отклонения от заданного профиля или поверхности сложной формы Измерения производят в размеченных на поверхности элемента точках и местах пересечения, характерных для контролируемой поверхности продольных и поперечных (радиальных и круговых и др.) сечений Прямое измерение линейкой, индикатором или щупом отклонений реального профиля от шаблона	 1 – проверяемая поверхность; 2 – шаблон; 3 – линия отсчета; 4 – щуп; 5 – сечения, в которых устанавливают шаблон; 6 – точки разметки на шаблоне, в которых производят измерение зазора	Отклонение δh_i реального профиля от проектного принимают равным наибольшему по величине из всех измеренных значений зазора в контролируемом сечении

Окончание таблицы 11

Наименование измеряемого параметра, метода и средства измерения	Схема применения метода и средств измерений	Формулы для вычисления измеряемого параметра
Определение отклонений от проектных значений действительных координат характерных точек реальной поверхности элемента, установленного в рабочее положение. Измерения выполняют прямыми или косвенными методами с использованием нивелира и рейки или струны и линейки, гидростатического высотомера и др.		$\delta x_i = h_i - \delta h_{i\text{nom}}$, где h_i – действительное значение координаты; $h_{i\text{nom}}$ – номинальное значение координаты; $l_{1,\ldots,n}$ – расстояния, соответствующие номинальным значениям координаты, размечают от точки, принятой за начало координат по горизонтальной оси
* Полученные на основе измерений значения отклонений от прямолинейности и плоскостности заданного профиля сравнивают с соответствующим допуском.		

7.2.9 Для реализации схем и методов, приведенных 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 др.), а также оптические струны, визирные трубы, гидростатические высотомеры по действующим техническим условиям. Могут быть применены также средства специального изготовления: контрольные рейки, отвесы-рейки, струны из стальной проволоки диаметром от 0,2 до 0,5 мм или синтетической лески диаметром от 0,8 до 1,0 мм. При выборе средств измерений для измерения линейных величин руководствуются ГОСТ 26433.1, РД 50-98-86 [10].

7.3 Требования к местам, контрольным точкам, сечениям, используемым при измерении длины, ширины, толщины, диаметра, угловых размеров, а также их отклонениям

7.3.1 В ППР следует устанавливать требования к местам, контрольным точкам, сечениям, используемым при измерении длины, ширины, толщины, диамет-

ра, угловых размеров, а также их отклонениям. Измерения следует проводить в двух крайних сечениях элемента на расстоянии от 50 до 100 мм от краев, а при длине или ширине элемента более 2,5 м – и в соответствующем среднем его сечении.

7.3.2 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.

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

- при всех видах контроля качества СМР;
- освоении новых технологий монтажа конструкций или серий зданий и сооружений;
- 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 от положения пунктов, точек, створов разбивочных осей относительно разбивочных сетей;

Примечание – Примерные схемы разбивочных сетей приведены 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;

- измерения планового и высотного положений 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.

8.1.3 Измерения при геодезическом контроле следует выполнять для определения действительного планового, высотного положений, 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.

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.

8.1.4 Согласно СП 126.1330.2012 (пункт 4.5) геодезический контроль следует производить в соответствии с требованиями, установленными в ППР, а при строительстве крупных, сложных объектов, а также высотных зданий и сооружений – в соответствии с требованиями ППГР.

8.1.4.1 ППР и ППГР разрабатывают на основании технического задания согласно СП 48.13330.2011 (пункты 4.6 и 5.7), СП 126.1330.2012 (пункты Г.2 и Г.3) и СТО НОСТРОЙ 2.33.51-2011 (раздел 7). Форма технического задания на ППГР приведена в приложении К.

ППР, ППГР согласуют с заказчиком или с техническим заказчиком, а затем утверждают. ППГР разрабатывают с использованием решений, принятых в проекте организации геодезических работ, входящем в проект организации строительства.

8.1.4.2 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 строительно-монтажных работ.

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

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

8.2.1 Геодезический контроль точности геометрических параметров, средства, методы, условия и число проводимых измерений, а также правила обработки их результатов должны обеспечивать необходимые точность и сопоставимость результатов определения действительных значений параметров для обеспечения соблюдения требований 6.1.4.

Значения предельных погрешностей построения межосевых размеров большепролетных 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 Для обеспечения геодезического контроля точности геометрических параметров в ППР, ППГР следует устанавливать:

- соответствующие ссылки на аттестованные МИ, в том числе и на приведенные в приложениях А–В;

- 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 метрологический 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 устанавливают в соответствии с ГОСТ 23616 сплошным.

8.2.5 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 положений 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 должны быть определены 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 требования к составу и содержанию раздела ППР и ППГР по геодезическому контролю точности геометрических параметров приведены в приложении Н.

8.3.5 Положения по проведению геодезической исполнительной съемки и регистрации ее 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 96-2009 [6], РМГ 43-2001 [8], ГОСТ 8.207, Р 50.2.038-2004 [11].

Результатом прямых многократных измерений 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:

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

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

$j = 1 \ldots n$ – число наблюдений в каждом сечении или месте.

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

$$\delta x_i = x_i - x_{\text{nom}}. \tag{12}$$

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:

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

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 96-2009 [6] 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 быть выражена одним из следующих способов:

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

Пример: Результат измерения 35°18'30", Δ ±30", P=0,96.

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

- интервалом, в котором с установленной вероятностью находится систематическая составляющая погрешности измерения:

$$\widetilde{A}, \text{от } \Delta_{inf} \text{ до } \Delta_{sup}, P, \tag{14}$$

где $\widetilde{A}$ – 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, Δ_{inf} = 1, Δ_{sup} = 2 мм, P=0,95.

- средним квадратическим отклонением случайной составляющей погрешности измерения:

$$\widetilde{A},\ s(\widetilde{A}),\ P, \tag{15}$$

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

Пример: Результат измерения 1210 мм, $s(\widetilde{A})$ =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 $\widetilde{A},\ s(\widetilde{A}),\ n,\ \Theta,\ P,$.

Пример: Результат измерения 1210 мм, $s(\tilde{A})$ ***=2 мм, количество измерений n = 20 в течение 58 мин, Θ= 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 расчета 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 неуказываемого младшего разряда равна или больше пяти, или в меньшую сторону, если эта цифра меньше пяти.

Вычисленные угловые величины записывают 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 выполняют в соответствии с техническим заданием на ППР или ППГР.

9.2.3 Согласно ПМГ 96-2009 [6] и Р 50.2.038-2004 [11] в качестве характеристики точности результата измерения стороны могут принимать неопределенность измерения, что фиксируют в договоре или при согласовании ППР, ППГР.

9.2.4 Если результат прямых многократных измерений получен согласно РМГ 91-2009 [9, пункт 5.1.4] по методике, когда характеристики качества измерения оценивались в процессе самих измерений или непосредственно перед ними,

то результат следует представлять с приведением значений погрешности или неопределенности измерений, определенных в соответствии с ГОСТ 8.207, ПМГ 96-2009 [6], Р 50.2.038-2004 [11].

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 указывают.

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

9.2.6 Совместно с результатами измерений могут быть приведены дополнительные данные и условия измерений.

9.2.6.1 Представление результатов измерений изменяющейся во времени измеряемой величины может быть сопровождено 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 быть сопровождено указанием числа наблюдений и интервала времени, в течение которого они проведены. Если измерения, при которых получены данные результаты, проводят 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 быть приведены физиче-

ская 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 брошюруют в тетради и оформляют титульным листом, на оборотной стороне которого дают оглавление);

- каталог координат и высот точек, закрепленных на долговременную сохранность.

2 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) должно быть произведено в расчетных ведомостях, затем сведено в каталоги по форме, принятой договором. Каталоги координат внутренней разбивочной сети здания или сооружения, контрольных точек осей, конструкций строительных элементов, протоколы измерений и ведомости расчета 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 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 50.2.038-2004 [11] в порядке, приведенном в приложении Д.

10.2 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 6.1.3 в единицах измеряемой величины:

$$\Delta(P) \le \Delta x_{pr}, \tag{16}$$

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

$$U(P) \le \Delta x_{pr}. \tag{17}$$

10.3 Оценку соответствия точности измерений, нормированной интервалом погрешности, в котором с установленной вероятностью находится погрешность измерения, следует выполнять, используя численные значения нижней и верхней границ 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:

$$\Delta_{inf}(P) < \Delta_{sup}(P) \le x_{pr}. \tag{18}$$

Примечание – В ППР, ППГР рекомендуется устанавливать 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 оценке точности измерений требованиям раздела 10 геометрический параметр следует считать соответствующим проектным требованиям, если результат измерения контролируемого параметра отвечает условиям (1) и (2) (см. 5.1.5).

11.2 В ППР, ППГР следует установить порядок проведения повторных измерений, направленных на повышение точности измерений, 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.

11.3 При повторных или арбитражных измерениях для повышения точности измерения следует внести изменения в ППР, ППГР, предусмотрев более точные МИ, или увеличить число измерений для уменьшения случайной погрешности. После внесения изменений в ППР, ППГР проводят повторные измерения.

11.4 При необходимости для прямых однократных измерений в ППР, ППГР может быть установлен порядок определения точности измерений для конкретных полевых условий 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.

11.5 В ППР должен быть установлен порядок окончательного решения по результатам повторных, более точных измерений.

11.5.1 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 гео-

метрического параметра соответствует требованиям проектной и технологической документации.

11.5.2 Если при повторных, более точных измерениях результат измерений не отвечает условиям (1), (2), то следует признать точность геометрического параметра не соответствующей требованиям проектной и технологической документации строящегося здания, сооружения. В этом случае СМР подлежат корректировке или выполнению вновь либо вносят изменения в проектную документацию с проведением необходимых экспертиз и согласований, на основании чего следует внести 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 Методику применяют 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 – Данную методику измерений применяют 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 А.1.

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:

± 0,6 мм в диапазоне измерений расстояний до 4 000 мм;

± 0,9 мм в диапазоне измерений расстояний от 4 000 до 8 000 мм;

± 1,5 мм в диапазоне измерений расстояний от 8 000 до 16 000 мм;

± 2,3 мм в диапазоне измерений расстояний от 16 000 до 25 000 мм;

± 4,0 мм в диапазоне измерений расстояний от 25 000 до 40 000 мм;

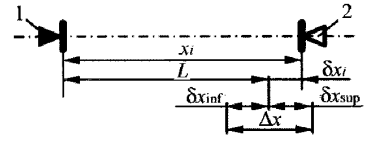
± 6,3 мм в диапазоне измерений расстояний от 40 000 до 60 000 мм;

± 9,5 мм в диапазоне измерений расстояний от 60 000 до 100 000 мм;

± 10,0 мм в диапазоне измерений расстояний от 100 000 до 160 000 мм.

Методику применяют для определения координат контрольных точек на расстоянии L_j 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, применяют 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 и требования
Электронный тахеометр	ГОСТ Р 51774	Допускаемая средняя квадратичная погрешность измерения угла одним приемом: - горизонтального угла $\alpha = 0{,}5^{n}$; - точность измерения расстояния на отражающую пленку $\sigma x_i = 0{,}5 + 10^{-6}D$; - средняя квадратичная погрешность центрирования – 0,2 мм
Штатив ШР160 (3 шт.)	ГОСТ 11897	Штативы должны выдерживать крутящие моменты, значения которых приняты в паспорте на тахеометр, но не менее 1 Н

Окончание таблицы А.1

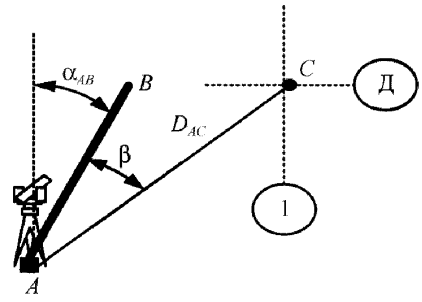
Наименование средств измерения и вспомогательных устройств	Шифры ГОСТ, в соответствии с которыми выпускают средства измерения, вспомогательные устройства	Метрологические, технические характеристики средства измерения и требования
Трегер (2 шт.)	В комплекте с прибором	
Адаптер (2 шт.)	В комплекте с прибором	Адаптер должен быть оснащен оптическим центром и цилиндрическим уровнем. Средняя квадратичная погрешность центрирования – 0,2 мм
Визирная марка с 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 полярный метод).

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

А.4.3 Измерения по методу полярных координат выполняют в следующей последовательности. Тахеометр устанавливают и центрируют его вертикальную ось над точкой *A* (пункт разбивочной сети). Поворачивая тахеометр по ходу часовой стрелки, ориентируя зрительную трубу тахеометра, точно наводят на точку *B* (пункт разбивочной сети), снимают показания значений горизонтального угла α_B направления *B* исходной стороны, затем плавно поворачивают тахеометр по ходу часовой стрелки, наводят зрительную трубу на точку *C* (контролируемая точка), перемещая винтами точной настройки до совмещения перекрестия сетки нитей зрительной трубы с центром отражателя. Снимают показания значений горизонтального угла α_C направления *C* и проводят измерение горизонтального расстояния D_{AC}. Результаты наблюдений, выполненные тахеометром при круге «право» (КП), составляют один прием.



①Д – 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 $A(x_A, y_A)$ и точки $B(x_B, y_B)$, вычисляют дирекционный угол α_{AB} стороны AB:

$$\alpha_{AB} = \text{arctg}\frac{y_B y_A}{x_B x_A}. \quad (А.1)$$

Из решения прямой геодезической задачи с использованием измеренных данных вычисляют действительные (фактические) прямоугольные плановые координаты точки $C(x_{c_2}, y_{C_Д})$:

$$x_{C_2} = D_{AC}\cos(\alpha_{AB} + \beta), \quad (А.2)$$

$$y_{C_Д} = D_{AC}\sin(\alpha_{AB} + \beta). \quad (А.3)$$

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

$$dx = x_{C_Д} - x_{C_{\text{ном}}}; \quad (А.4)$$

$$dy = y_{C_Д} - y_{C_{\text{ном}}}, \quad (А.5)$$

где $x_{C_{\text{ном}}}$, $y_{C_{\text{ном}}}$ – 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 Охрану труда и технику безопасности при выполнении геодезических работ регламентируют 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, допускают 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 быть осуществлено 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, перемычкам, перегородкам, капитальным стенам. Возможные маршруты, проходы передвижения должны быть предварительно осмотрены в целях исключения возможной опасности для здоровья персонала, выполняющего измерения.

А.5.6 При работе геодезиста на монтажном горизонте все проемы 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 шесть баллов и более;

- 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 легковоспламеняющихся веществ и материалов или в среде, имеющей запах или другие признаки наличия паров легковоспламеняющихся 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 допускают лиц, имеющих 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, гололеде. Для ослабления влияния внешней среды на точность измерения их необходимо выполнять в период спокойных изображений и при малых колебаниях визирных целей, в утреннее и вечернее время. Полуденный период (с 12 до 14 ч) 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 журналов.

А.8.1.2 Установку штатива тахеометра и визирной марки выполняют максимально точно над отметкой центра исходного или контролируемого пункта таким образом, чтобы 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 прикасание посторонних предметов до завершения измерений.

А.8.1.3 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.8.1.4 Подготовка полевого журнала включает в себя:

- 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.8.1.5 Подготовка электронного журнала, согласно эксплуатационной документации на средство измерений, включает в себя:

- создание нового или открытие существующего файла работ с достаточным объемом свободной электронной памяти в компьютере тахеометра;

- установку масштабного коэффициента;

- установку идентификатора точки;

- измерение расстояний – точных, усредненных из трех измерений;

измерения, выполняемые при двух кругах Л и П;

- допуск по горизонтальному кругу – 3″;

- допуск по вертикальному кругу – 5″;

- допуск по расстоянию – 1 мм.

А.8.1.6 Установить винты точной наводки в среднее положение.

А.8.1.7 Для равномерного распределения смазки выполнить несколько оборотов корпуса тахеометра вокруг вертикальной оси относительно опорного стола тахеометра.

А.8.1.8 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 производят измерения линейных и угловых величин.

А.9.2 При выполнении измерений линейных и угловых величин устанавливают следующую последовательность измерений.

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

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

А.9.2.3 При наведении необходимо соблюдать следующие правила:

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

- уклонение пузырька уровня от ноль-пункта во время измерения не должно быть более одного 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 (см. рисунок А.3) отсчет по горизонтальному кругу на точку B – α_L с точностью до 1″.

А.9.2.6 Поворачивая тахеометр по часовой стрелке, 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 отсчет по горизонтальному кругу на точку C – α_{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 П (право).

А.9.2.11 Выполняют измерения горизонтального расстояния на D_{RAC}. Записывают в журнал отсчет по горизонтальному кругу на точку C – α_{RC} и горизонтальное расстояние D_{RAC}, полученное как среднее значение из трех 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 отсчет по горизонтальному кругу на точку B – α_{RB}.

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

А.9.2.15 При проведении контрольных измерений, в соответствии с ГОСТ 26433.0, наблюдения выполняют двумя приемами. Во втором приеме для уменьшения ошибки центрирования и редукции выполняют 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 измерений, к которым установлен допуск	Допуск
Расхождение значений одного и того же угла, полученного из двух полуприемов	8″
Колебание значений угла, полученного из разных приемов	5″
Колебание $2C$ в приеме	20″
Расхождение значений одного и того же расстояния, полученного из двух полуприемов	0,8 мм
Колебание значений одного и того же расстояния, полученного из разных приемов	0,6 мм

А.9.3 При выполнении измерений в координатах последовательность измерений должна быть следующая.

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

А.9.3.2 Зрительную трубу тахеометра грубо наводят при круге Л на точку B (см. рисунок А.2), располагая вертикальную нить слева от точки B.

Винтами точной наводки выполняют точное наведение на точку B при круге Л (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 (см. 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 (см. 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 П (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 А.9.3.1–А.9.3.11, составляют один прием.

А.9.3.13 Выполняют действие 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 установлен допуск	Допуск
Расхождение значений координат, полученных из двух полуприемов	0,8 мм
Колебание значений угла, полученного из разных приемов	0,5 мм
Колебание 2*C* в приеме	20″
Расхождение значений одного и того же расстояния, полученного из двух полуприемов	0,8 мм
Колебание значений одного и того же расстояния, полученного из разных приемов	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 Л на точку *B* (см. рисунок А.2), располагая вертикальную нить слева от точки *B*.

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

А.9.4.5 Выполняют измерения на точке *B*

А.9.4.6 Далее выполняют действия, аналогичные 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 регистрируют в журнале измерений (см. рисунок А.3).

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

А.10.2 При записи в бумажный журнал (см. рисунки А.3 и А.4) запись ведут простым карандашом или шариковой ручкой 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.

А.10.3 Обработку результатов измерений одного приема (рекомендуемая форма журнала регистрации и обработки измерений см. рисунок А.3) проводят по следующей схеме.

А.10.3.1 Вычисляют значение удвоенной коллимационной ошибки из отсчетов на точке B при КЛ и КП:

$$2C = (\alpha_{RB} - 180 - \alpha_{LB})/2. \quad (А.6)$$

А.10.3.2 Вычисляют среднее значение из отсчетов горизонтального угла на точке B при КЛ и КП:

$$\alpha_{B_{ср}} = (\alpha_{RB} - 180 + \alpha_{LB})/2. \quad (А.7)$$

А.10.3.3 Вычисляют значение удвоенной коллимационной ошибки из отсчетов на точке C при КЛ и КП:

$$2C = (\alpha_{RC} - 180 - \alpha_{LC})/2. \quad (А.8)$$

А.10.3.4 Вычисляют среднее значение из отсчетов горизонтального угла на точке B при КЛ и КП:

$$\alpha_{C_{ср}} = (\alpha_{RC} - 180 + \alpha_{LC})/2. \quad (А.9)$$

А.10.3.5 Вычисляют значение горизонтального угла β из первого приема:

$$\beta_1 = \alpha_{C_{ср}} - \alpha_{B_{ср}}. \quad (А.10)$$

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

Журнал регистрации измерений горизонтальных углов и расстояний полярным методом

№ _____

_____

(цель, назначение измерения)

Организация-исполнитель _____ /ФИО/

Руководитель работ _____ /ФИО/

Исполнитель, должность _____ /ФИО/

Представитель заказчика, должность _____ /ФИО/

Наименование здания, сооружения и его адрес _____ Проект Р _____

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, № приема	Точка наблюдения	Круг	Отсчет по горизонтальному кругу α_L, α_B	$2C = (\alpha_R - 180 - \alpha_L)/2$	$\alpha_{B_{ср}} = (\alpha_R - 180 + \alpha_L)/2$	$\beta = C - B$	Горизонтальное положение		$D_{ср} = \frac{D_L - D_R}{2}$
							D_L, D_R	$D_L - D_R$	
			° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″			
	B	L							
		R							
	C	L							
		R							

Контроль точности измерения _____

_____

(Контроль точности выполняют в соответствии с требованиями ППР или ППГР или в соответствии с ГОСТ Р ИСО 17123, Р 50.2.038)

Подписи:

Исполнитель _____

/ФИО/

Представитель

технического заказчика _____

/ФИО/

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

$$\Delta D_C = D_L - D_R. \quad (A.11)$$

А.10.3.7 Вычисляют значение горизонтального расстояния D_{AB} из первого приема:

$$D_{1AC} = (D_L + D_R)/2. \quad (A.12)$$

А.10.3.8 Второй прием обрабатывают аналогично 10.3.2–10.3.7 и получают β_2 и D_{2AC}.

А.10.3.9 Выполняют контроль между приемами согласно данным таблицы А.3. В случае недопускаемых расхождений выполняют третий прием.

А.10.3.10 Вычисляют значение горизонтального угла $\beta_{ср}$ и расстояния $D_{AC_{ср}}$ из двух приемов:

$$\beta_{ср} = (\beta_1 + \beta_2)/2; \quad (A.13)$$

$$D_{AC_{ср}} = (D_{1AA} + D_{2AA})/2. \quad (A.14)$$

А.10.3.11 Перед вычислением $x_{i_{ср}}$ 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 $B(x_B, y_B)$, вычисляют дирекционный угол α_{AB} стороны AB:

$$\alpha_{AB} = \operatorname{arctg}\frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}. \quad (A.15)$$

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

$$x_{C_Д} = D_{AC_{ср}}\cos(\alpha_{AB} + \beta_{ср}); \quad (A.16)$$

$$y_{C_Д} = D_{AC_{ср}}\sin(\alpha_{AB} + \beta_{ср}). \quad (A.17)$$

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

$$dx = x_{C_Д} - x_{C_{ном}}; \quad (A.18)$$

$$dy = y_{C_Д} - y_{C_{ном}}. \quad (A.19)$$

А.10.4 Обработку измерений в координатах выполняют следующим образом.

А.10.4.1 Вычисляют и контролируют (таблица А.3) значения разностей координат точки C при КЛ и КП из первого приема:

$$\Delta x = x_{1LC} - x_{1RC}; \quad (A.20)$$

$$\Delta y = y_{1LC} - y_{1RC}. \quad (A.21)$$

А.10.4.2 Вычисляют координаты точки *C* из первого приема:

$$x_{1C} = x_{1LC} + x_{1RC}; \quad (A.22)$$

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

А.10.4.3 Второй прием обрабатывают аналогично А.10.4.1, А.10.4.2 и получают значения x_{2C} и y_{2C}.

Журнал регистрации условных координат, определенных полярным методом

№ _____

_____

(наименование 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, ФИО/

Наименование здания, сооружения и его адрес _____ Проект Р _____,

ППР _____ Дата и время исходных измерений для расчета условных координат _____,

зарегистрированных в журнале угловых и линейных измерений № _____.

Дата заполнения журнала _____.

№ приема, 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 расчета условных координат _____/ФИО/

Руководитель работ _____/ФИО/

М.П.

Рисунок А.4 – Журнал регистрации условных координат, определенных полярным методом

А.10.4.4 Выполняют контроль между приемами согласно данным таблицы А3. В случае недопустимых расхождений выполняют третий прием.

А.10.4.5 Вычисляют действительные (фактические) значения координат точки C из двух приемов:

$$x_{C_Д} = (x_{1C} + x_{2C})/2; \quad (А.24)$$

$$y_{C_Д} = (y_{1C} + y_{2C})/2. \quad (А.25)$$

А.10.4.6 Определение соответствия планового положения точки C, закрепляющей точку пересечения разбивочных осей, проектным требованиям производят аналогично А.10.3.14.

А.10.5 При выполнении измерений набором наблюдений обработку измерений выполняют следующим образом.

А.10.5.1 Распечатывают данные наблюдений и к ним добавляют схему наблюдений.

А.10.5.2 Выполняют контроль результатов измерения горизонтальных углов и расстояний в соответствии с таблицей А.3. На схему выписывают осредненные данные из двух приемов $\beta_{ср}$ и $D_{AC_{ср}}$. При недопустимых расхождениях выполняют третий прием.

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

А.11 Оформление результата измерения

А.11.1 Измеренные полярным методом горизонтальные углы и расстояния заносят сразу в журнал регистрации измерений (рекомендуемая форма, рисунок А.3) для расчета средних значений измеряемых линейно угловых величин. На основании данных, полученных в ходе расчетов полярным методом, в журнале регистрации измерений горизонтальных углов и расстояний (см. рисунок А.3) выполняют 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 подписывают ответственный исполнитель и руководитель 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 в целях оценки соответствия качества измерения путем сопоставления абсолютной погрешности результата измерения, установленной в свидетельстве о метрологической аттестации методики измерений, с установленной в ППР, ППГР 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 превышают установленной в ППР или в ППГР предельной погрешности измерения Δx_{pr}:

$$\Delta(P) \le \Delta x_{pr}; \quad (A.26)$$

$$U(P) \le \Delta x_{pr}. \quad (A.27)$$

Примечание – Особенности требований к оценке точности измерений параметра для конкретных объектов, средств измерений могут быть установлены в ППР или ППГР в соответствии с разделами 6 и 11.

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 измерениям 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 приемочном контроле результата СМР.

Методику применяют 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 – Данную методику измерений применяют 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 Б.1.

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

± 0,6 мм в диапазоне измерений расстояний по вертикали H до 4 000 мм и створности при номинальном расстоянии L до рассматриваемой высотной отметки от 4 000 до 8 000 мм;

± 0,9 мм в диапазоне измерений расстояний по вертикали H от 4 000 до 8 000 мм и створности при номинальном расстоянии L до рассматриваемой высотной отметки от 8 000 до 16 000 мм;

± 1,5 мм в диапазоне измерений расстояний по вертикали H от 8 000 до16 000 мм и створности при номинальном расстоянии L до рассматриваемой высотной отметки от 16 000 до 25 000 мм;

± 2,3 мм в диапазоне измерений расстояний по вертикали H от 16 000 до 25 000 мм и створности при номинальном расстоянии L до рассматриваемой высотной отметки от 25 000 до 40 000 мм;

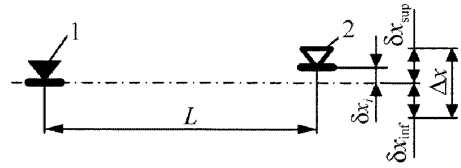
± 4,0 мм в диапазоне измерений расстояний по вертикали H от 25 000 до 40 000 мм и створности при номинальном расстоянии L до рассматриваемой высотной отметки от 40 000 до 60 000 мм;

± 6,0 мм в диапазоне измерений расстояний по вертикали H от 40 000 до 60 000 мм и створности при номинальном расстоянии L до рассматриваемой высотной отметки от 60 000 до 100 000 мм;

± 8,0 мм в диапазоне измерений расстояний по вертикали H от 60 000 до 100 000 мм и створности при номинальном расстоянии L до рассматриваемой высотной отметки от 100 000 до 130 000 мм;

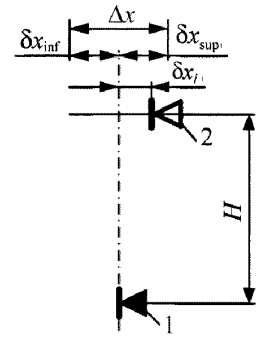
± 9,0 мм в диапазоне измерений расстояний по вертикали H от 100 000 до 130 000 мм и створности при номинальном расстоянии L до рассматриваемой высотной отметки от 130 000 до 160 000 мм.

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



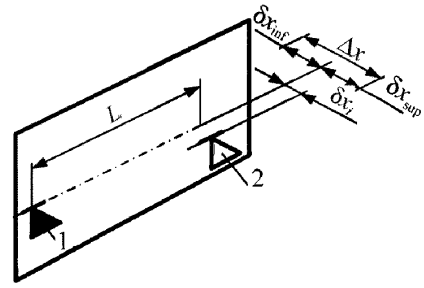
1 – ориентир, принимаемый за начало отсчета; 2 – ориентир, устанавливаемый в результате передачи

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



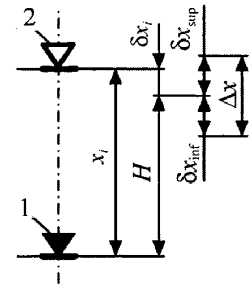
1 – ориентир, принимаемый за начало отсчета; 2 – ориентир, устанавливаемый в результате передачи

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 отсчета; 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 квадратичная погрешность	Цена деления	Диапазон измерения	
Теодолит по ГОСТ 10529	2		Горизонтального угла 5" Вертикального угла 3"	20"	50 м	–
Линейка по ГОСТ 427	1	± 0,5 мм	–	1,0 мм	1 м	–
Нивелир по ГОСТ 10528	2		± 3,0 мм на 1 км двойного хода	(15±1,5) мм	50 м	–
Рулетка по ГОСТ 7502	1	±0,15 мм	–	1 мм	50 м	2
5 Рейка нивелирная	2	± 3,0 мм	–	1 мм	50 м	–

Примечания

1 *H* – 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 выполняют 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* (см. 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 внутренней разбивочной основы на монтажный горизонт должны быть произведены при остановленных кранах со стрелой, повернутой на центр здания.

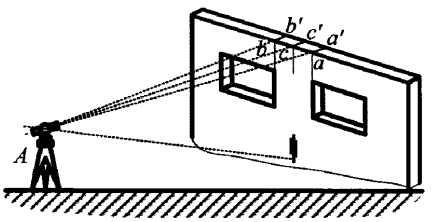


Рисунок Б.5 – Схема переноса монтажных осей на верхние ярусы (монтажный горизонт) сооружения

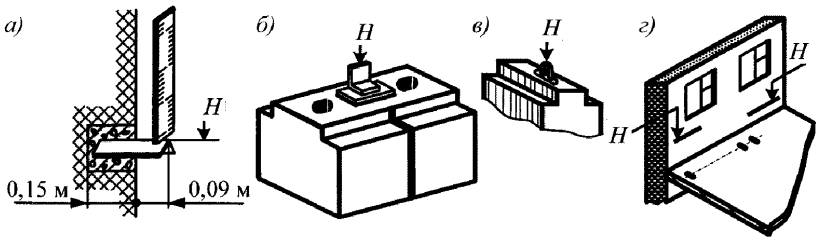
Необходимо учитывать, что влияние внешней среды на точность выноса вертикальных осей сооружений может оказаться существенным, если визирный луч проходит вдоль обогреваемых солнцем или нагревательными приборами стен и конструкций, поэтому нельзя проводить измерения с 11 до 15 часов в жаркие солнечные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

Б.4.3 Передачу высотных отметок на монтажный горизонт выполняют методом геометрического нивелирования и подвешенной рулетки. В зданиях рулетку располагают между этажами через вентиляционные отверстия, лифтовые шахты, оконные проемы и др. 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 емкость с водой. На исходный и определяемый реперы устанавливают рейки, между ними и рулеткой с соблюдением равенства плеч – нивелиры.

Б.4.3.1 Отметки на монтажный горизонт надлежит 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 (см. 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 определяют относительно контрольных отметок x_i, y_i полученных в ходе операционного контроля СМР.



а) – стенной 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 и ведомственных инструкциях, разработанных и утвержденных в установленном порядке для профессий и должностей работников, привлекаемых к измерениям по данной методике измерений.

Б.5.2 Охрану труда и технику безопасности при выполнении геодезических работ регламентируют стандартами или рабочими инструкциями и инструкциями по охране труда на данную работу.

Б.5.3 К измерениям, проводимым в соответствии с данной методикой, допускают 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 быть осуществлено 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 перемещаться по вертикали, пользуясь тросом, канатом, а также по краю монтажного горизонта, перемычкам,

перегородкам, капитальным стенам. Возможные маршруты, проходы передвижения должны быть предварительно осмотрены в целях исключения возможной опасности для здоровья персонала, выполняющего измерения.

Б.5.6 При измерениях на монтажном горизонте все проемы 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 6 баллов и более;

- 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 допускают лиц, имеющих 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 одного 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:

- температура окружающей среды от минус 20 °С до плюс 25 °С;

- относительная влажность воздуха до 85 % при температуре + 20 °С;

- атмосферное давление от 600 до 1070 кПа.

Запрещается работать при дожде, снегопаде, гололеде. 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 (от 14 до 15 часов) 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;

- проверку 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 оси вращения нивелира;

- проверку условия уровенных нивелиров, чтобы ось цилиндрического уровня была параллельна визирной оси зрительной трубы и перпендикулярна оси нивелира;

- исследования реек перед началом работ и по их окончании, в результате которых определяют:

1) случайные ошибки дециметровых интервалов шкал реек;

2) среднюю длину метровых интервалов шкал реек;

3) разность высот нулей реек;

4) величину прогиба реек;

5) установку, центровку и ориентирование теодолита;

6) подготовку полевого журнала, включающую в себя:

- 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 следует выполнять в целях соблюдения 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.

Установку, центровку и ориентирование теодолита следует выполнять 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 (см. 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 осевую точку проектируют на панель перекрытия соответствующего этажа. Наносят осевую риску.

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

Б.9.2.4 Трубу переворачивают через зенит, теодолит – на 180°. Повторяют действия Б.9.2.2, Б.9.2.3 при круге «право» (КП). Вновь приводят пузырек уровня в ноль-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 одноименную ось, то прибор переносят и устанавливают над ней, а действия Б.9.2.1–Б.9.2.4 по-

вторяют. Если створный знак не сохранился, то перенос осуществляют, используя визирную марку (отвес, металлический штырь), как показано на рисунке Б.7, изображение а).

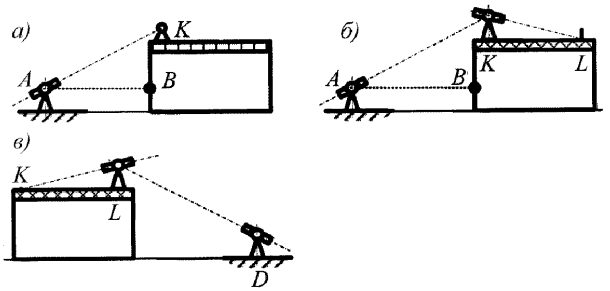


Рисунок Б.7 – Определение положения оси на монтажном горизонте

Б.9.2.7 По визирной марке в створе линии *AB* (см. рисунок Б.7, изображение 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 (см. рисунок Б.7, изображение б). Для контроля выноса оси устанавливают теодолит над точкой *L* и измеряют угол между направлением на точку *K* и створную точку *D* (см. рисунок Б.7, изображение 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.

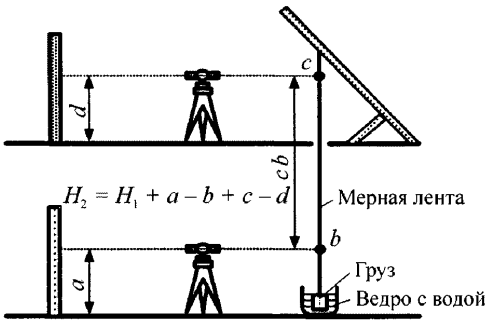


Рисунок Б.8 – Схема передачи отметки на монтажный горизонт

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 ее можно было прочитать, и сверху делают правильную запись. При исправлении чисел зачеркивают все число, а не отдельные цифры, и сверху пишут полностью новое.

Б.10.2 Обработку результатов измерений одного приема при передаче оси на монтажный горизонт теодолитом проводят аналитическим способом, а именно вычисляют среднее значение из отсчетов по рейке при КЛ и КП:

$$a_{B\text{ср}1} = (a_{B\text{КЛ}1} + a_{B\text{КЛ}1})/2. \quad \text{(Б.1)}$$

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

$$H_2 = H_1 + a + (c - b) - d, \quad \text{(Б.2)}$$

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 Р _____

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-й прием			2-й прием			Отсчет по линейки по			
		$a_{iКЛ1}$	$a_{iКЛ1}$	$a_{iср1}=\frac{a_{iКЛ1}+a_{iКЛ1}}{2}$	$a_{iКЛ2}$	$a_{iКЛ2}$	$a_{iср2}=\frac{a_{iКЛ2}+a_{iКЛ2}}{2}$	1-му приему/2-му приему		по X/Y от $x_{Pn}y_{Pn}$ до x_{Yi}	
		° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	мм			
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	

Подписи:

Исполнитель _____/ФИО/ Представитель заказчика _____/ФИО/

Рисунок Б.9 – Журнал измерений горизонтальных координат контрольных точек разбивочных осей на монтажном горизонте методом наклонного проектирования (выполненных теодолитом)

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 Р _____

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 типа _____ заводской № _____ Дата последней поверки рейки _____

Рейка нивелирная типа _____ 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 от задней и передней реек от оси нивелира, мм		Отсчеты от рейки, мм		Превышение, мм	Среднее превышение, мм
			задняя	передняя		
1	2		3	4	5	6
Постраничные контрольные вычисления						

Подписи:

Исполнитель _____/ФИО/ Представитель заказчика _____/ФИО/

Рисунок Б.10 – Журнал измерений вертикальных условных координат контрольных точек разбивочных осей на монтажном горизонте методом геометрического нивелирования и подвешенной рулетки (выполненных нивелиром)

Б.10.4 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. Поправку Δl_1 на компарирование рулетки принимают по паспорту или по результатам компарирования на местном компараторе.

Поправку вычисляют на всю длину мерного прибора или на один метр и при растяжении рулетки вводят со знаком «плюс».

Поправку на тепловое расширение рулетки определяют по формуле:

$$\Delta l_2 = \alpha l(t - t_0), \qquad (Б.3)$$

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.

Поправку Δl_3 на удлинение рулетки от разности масс грузов, принятых при измерении и при компарировании, вычисляют по формуле:

$$\Delta l_3 = \frac{l(Q - Q_0)}{EF}, \qquad (Б.4)$$

где Q – масса рабочего груза, кг;

Q_0 – масса груза при компарировании, кг;

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

F – площадь поперечного сечения рулетки по паспорту, мм^2.

Очевидно, что поправку исключают, если массы грузов при компарировании и измерениях одинаковы.

Поправку Δl_4 на удлинение рулетки под действием собственного веса определяют по формуле:

$$\Delta l_4 = \frac{\gamma l^2}{2E}, \qquad (Б.5)$$

где γ – удельный вес материала рулетки, для стали равен $7{,}8 \cdot 10^{-6}$ кг/мм^3.

Высотную отметку марки на монтажном горизонте H_b вычисляют по представленной ниже формуле, при этом суммирование производят алгебраически, т.е. с учетом знаков слагаемых:

$$H_b = H_a + \Delta H, \qquad (Б.6)$$

$$\Delta H = (c - b) + (a - d) + \Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3 + \Delta l_4. \qquad (Б.7)$$

Б.11 Оформление результатов измерений

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

Журнал подписывают ответственный исполнитель и руководитель 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 производят 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

№ _____

_____

(Наименование 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, ФИО/

Наименование здания, сооружения и его адрес _____ Проект Р _____, ППР _____ Дата и время исходных измерений для расчета горизонтальных условных координат контрольных точек разбивочных осей _____, зарегистрированных в журналах: угловых и линейных измерений методом наклонного проектирования № _____ от _____ методом геометрического нивелирования и подвешенной рулетки.

№ приема, исходная точка стояния по проекту x_{Pn}, y_{Pn}	№ этажа, /приема, точка наблюдения по проекту x_{Pi}, y_{Pi}, z_{Pi}	Круг левый x_{Li}, y_{Li}, z_{Li}	Круг правый x_{Ri}, y_{Ri}, z_{Ri}	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 $\Delta x = x_i - x_{Pi}$, $\Delta y = y_i - y_{Pi}$, $\Delta z = z_i - z_{Pi}$		
					Δx	Δy	Δz

Исполнитель расчета условных координат _____ /ФИО/

МП Руководитель работ _____ /ФИО/

Ознакомлен представитель (технического) заказчика _____ /ФИО/

Рисунок Б.11 – Журнал регистрации горизонтальных и вертикальных условных координат контрольных точек разбивочных осей, определенных методом наклонного проектирования и методом геометрического нивелирования и подвешенной рулетки

Б.12 Контроль точности результатов измерения

Б.12.1 Контроль точности результатов измерения геометрического параметра проводят в целях оценки соответствия качества измерения установленным требованиям путем 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 превышают установленной в ППР или в ППГР предельной погрешности измерения Δx_{pr}:

$$\Delta(P) \le \Delta x_{pr}; \quad (Б.8)$$

$$U(P) \le \Delta x_{pr}. \quad (Б.9)$$

Примечание – Требования по оценке точности измерений геометрического параметра для конкретных объектов, средств измерений могут быть установлены 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 Методику применяют 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 двух-трех 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 формующего 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 допущена 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 В.1.

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

± 0,6 мм в диапазоне измерений расстояний по вертикали H до 4 000 мм;

± 0,9 мм в диапазоне измерений расстояний по вертикали H от 4 000 до 8 000 мм;

± 1,5 мм в диапазоне измерений расстояний по вертикали H от 8 000 до16 000 мм;

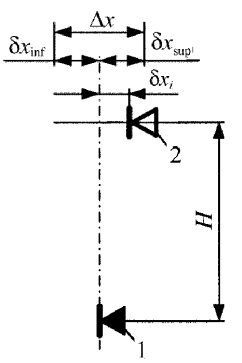
± 2,3 мм в диапазоне измерений расстояний по вертикали H от 16 000 до 25 000 мм;

± 4,0 мм в диапазоне измерений расстояний по вертикали H от 25 000 до 40 000 мм;

± 6,0 мм в диапазоне измерений расстояний по вертикали H от 40 000 до 60 000 мм;

± 8,0 мм в диапазоне измерений расстояний по вертикали H от 60 000 до 100 000 мм;

± 9,0 мм в диапазоне измерений расстояний по вертикали H от 100 000 до 130 000 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.

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

Наименование средств измерений и вспомогательных устройств	Наименование документов, в соответствии с которыми выпускают средства измерений, вспомогательные устройства	Метрологические, технические характеристики
Теодолит с накладным уровнем	ГОСТ 10529	Допускаемая средняя квадратичная погрешность измерения угла одним приемом: - горизонтального угла $m\beta = 2''$; - вертикального угла $m\alpha = 1{,}5''$
Штатив ШР160	ГОСТ 11897	Штативы должны выдерживать крутящие моменты, значения которых не менее 1 Н
Металлическая линейка	Линейка по ГОСТ 427	Отклонения от номинальных значений длин сантиметровых делений шкалы линеек не должны превышать 0,10 мм, а отклонения от номинальных значений длин миллиметровых делений шкалы линеек не должны превышать ± 0,05 мм

В.4 Метод измерения

В.4.1 Измерения выполняют методом наклонного проецирования (проецирования коллимационной плоскостью), и они заключаются в следующем.

В.4.2 Теодолит устанавливают на расстоянии не менее высоты монтажного горизонта от контролируемого элемента или конструкции здания над знаком (точка *А*), закрепляющим ось (1) или параллельно смещенную оси линию. На исходном горизонте рядом с точкой (точка *В*), фиксирующей ту же ось, устанавливают рейку. Рейку располагают горизонтально, перпендикулярно визирной оси теодолита (см. рисунок В.2) и в одной вертикальной плоскости с контролируемым элементом.

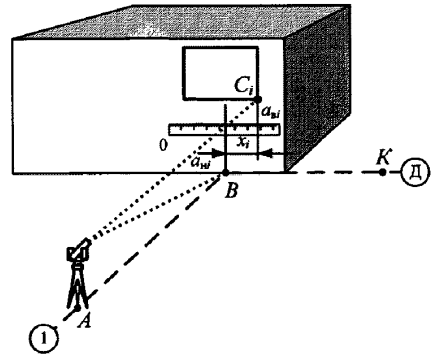


Рисунок В.2 – Метод наклонного проектирования

В.4.3 Теодолит ориентируют на точку *В* и при поднятии зрительной трубы берется отсчет по рейке. Прибор ориентируют на контрольную точку C_i, созданную при операционном кон-

троле процессов СМР на отметке монтажного горизонта. Заданное проектное положение точек *C* и *B* определено одной вертикальной осью. Затем берут отсчет по линейке. Данные измерения выполняют при круге «лево» (КЛ) и круге «право» (КП) теодолита.

В.4.4 Разность отсчетов по рейке:

$$x_i = \alpha_{вi} - \alpha_{нi} \qquad (В.1)$$

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, выполняют с точкой K_i аналогичным способом.

В.5 Требования безопасности и охраны окружающей среды

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

В.5.2 Охрану труда и технику безопасности при выполнении геодезических работ регламентируют стандартами или рабочими инструкциями и инструкциями по охране труда на данную работу.

В.5.3 К измерениям, проводимым в соответствии с данной методикой, допускают 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 быть осуществлено 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, перемычкам, перегородкам, капитальным стенам. Возможные маршруты, проходы передвижения должны быть предварительно осмотрены в целях исключения возможной опасности для здоровья персонала, выполняющего измерения.

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

В.5.7 Запрещается выполнять геодезические работы:

- с применением несправных или случайных вспомогательных технических устройств;

- при сильном порывистом ветре силой шесть баллов и более;

- 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 прошедшим стажировку работы с данным средством измерений.

В.6 Требования к квалификации операторов

В.6.1 К выполнению измерений и (или) обработке их результатов допускают лиц, имеющих 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:

- температура окружающей среды от минус 20 °С до плюс 25 °С;

- относительная влажность воздуха до 85 % при температуре плюс 20 °С;

- атмосферное давление 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, гололеде. 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 производят в целях 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.

Установку, центровку и ориентирование теодолита выполняют 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 производят 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 (см. рисунок В.2).

В.9.3 Открепляют зрительную трубу и, вращая ее в вертикальной плоскости, наводят центр сетки нитей на середину шкалы рейки. Записывают в журнал отсчет $a_в$ с точностью до одного миллиметра.

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 указания В.9.3, В.9.4 для всех контрольных точек C_i.

В.9.7 Полуприем завершают контрольными измерениями на точку B, повторно выполняя действия пунктов В.9.1 и В.9.2. Разность отсчетов $a_в$ в начале и в конце полуприема не должна превышать 2 мм.

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

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

В.9.10 При проведении контрольных измерений, в соответствии с ГОСТ 26433.0, наблюдения выполняют двумя приемами. Во втором приеме шкалу рейки смещают в горизонтальной плоскости на расстояние от 3 до 5 см.

В.10 Обработка результатов измерений

В.10.1 Все полевые измерения (колонки 2, 3, 6, 7) записывают в журнал рекомендуемой формы (см. 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 Обработку результатов измерений одного приема (см. рисунок В.3) проводят аналитическим способом по следующей схеме:

а) вычисляют среднее значение из отсчетов по рейке на точке B при КЛ и КП:

$$a_{B\text{ср1}} = (a_{B\text{КЛ1}} + a_{B\text{КП1}})/2; \qquad \text{(В.2)}$$

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

$$a_{Ci\,\text{ср1}} = (a_{Ci\,\text{КЛ1}} + a_{Ci\,\text{КП1}})/2; \qquad \text{(В.3)}$$

в) вычисляют величину отклонения точки C_i по вертикали от точки B в наблюдаемой плоскости из первого приема:

$$x_{i1} = a_{Ci\,\text{ср1}} - a_{B\,\text{ср1}}; \qquad \text{(В.4)}$$

г) при выполнении измерений m приемами обработку каждого приема выполняют 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:

$$x_{i\text{ср}} = \frac{\sum x_i}{m}; \qquad \text{(В.5)}$$

д) перед вычислением $x_{i\text{ср}}$ 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.

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 Р _____

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.

№ страницы	№ этажа и отметка уровня	1-й прием				2-й прием					
		$a_{i\text{КП}1}$	$a_{i\text{КЛ}1}$	$a_{i\text{ср}1}=\frac{a_{i\text{КЛ}1}+a_{i\text{КП}1}}{2}$	$x_{i1}=a_{i\text{ср}1}-a_{1\text{ср}1}$	$a_{i\text{КП}2}$	$a_{i\text{КЛ}2}$	$a_{i\text{ср}2}=\frac{a_{i\text{КЛ}2}+a_{i\text{КП}2}}{2}$	$x_{i2}=a_{i\text{ср}2}-a_{1\text{ср}2}$	$\Delta i=x_{2i}-x_{1i}$	$x_{i\text{ср}}=(x_{i1}+x_{i2})/2$
	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм

Подписи:

Исполнитель _____/ФИО/ Представитель заказчика _____ /ФИО/

Рисунок В.3 – Журнал измерения отклонений по вертикали строительных конструкций и элементов зданий и сооружений на монтажном горизонте

В.11 Оформление результатов измерения

В.11.1 Полученные результаты измерения заносят сразу в журнал регистрации измерений (см. рисунок В.3) для последующего расчета значений отклонений от вертикали. Журнал подписывают ответственный исполнитель и руководитель работ. Журнал должен быть постранично пронумерован, прошит и иметь бумажную пломбу, если иное не определено договором.

Примечание – Журнал измерений (см. 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 производят 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 в целях оценки соответствия качества измерения установленным требованиям путем 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 превышают установленной в ППР или в ППГР предельной погрешности измерения Δx_{pr}:

$$\Delta(P) \le \Delta x_{pr}; \quad \text{(В.6)}$$

$$U(P) \le \Delta x_{pr}. \quad \text{(В.7)}$$

Примечание – Требования по оценке точности измерений геометрического параметра для конкретных объектов, средств измерений могут быть установлены 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. Безопасности зданий и сооружений достигают 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, которую в соответствии с ГОСТ 21778 характеризуют 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 определяют эти величины.

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

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

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

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 характеризуют 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.

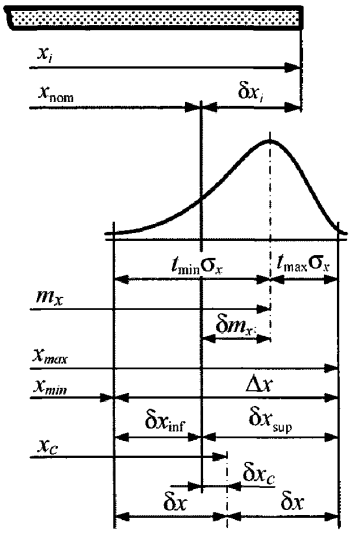


Рисунок Г.1 – Схема взаимосвязи характеристик точности при несимметричном распределении геометрического параметра

Взаимосвязь между этими характеристиками точности определяют по формулам:

$$x_{min} = x_{nom} + \delta x_{inf} = x_c - \delta x; \quad (Г.2)$$

$$x_{max} = x_{nom} + \delta x_{sup} = x_c + \delta x; \quad (Г.3)$$

$$\Delta x = 2\delta x = x_{max} - x_{min} = \delta x_{sup} + \delta x_{inf}; \quad (Г.4)$$

$$\delta x_c = x_c - x_{nom} = \frac{x_{max} + x_{min}}{2} - x_{nom} = \frac{\delta x_{sup} - \delta x_{inf}}{2}. \quad (Г.5)$$

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, полученную 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 σx. 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 σx являются выборочное среднее x_m и выборочное среднее квадратическое отклонение S_x, которые вычисляют по формулам:

$$x_m = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i; \qquad (Г.6)$$

$$S_x = \left[\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - x_m)^2\right]^{\frac{1}{2}}, \qquad (Г.7)$$

где n – объем выборки.

Г.1.2.5 Систематическое отклонение δm_x геометрического параметра x определяют по формуле:

$$\delta m_x = m_x - x_{\text{nom}}. \qquad (Г.8)$$

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:

$$\delta m_x = x_m - x_{\text{nom}}. \qquad (Г.9)$$

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:

$$x_{\min} = m_x - t_{\min}\sigma_x; \qquad (Г.10)$$

$$x_{\max} = m_x - t_{\max}\sigma_x, \qquad (Г.11)$$

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 допускаемой вероятности появления значений x ниже $x_{\min}$ и выше $x_{\max}$, характеризуемой приемочным уровнем дефектности по ГОСТ 23616, установлены ГОСТ 23615.

Г.1.2.7 В случае симметричного (например, нормального) распределения геометрического параметра x (см. 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 Г.1.2.3 и Г.1.2.4, определяют по формулам:

$$x_c = m_x; \quad (Г.12)$$

$$x_{min} = x_{nom} + \delta x_c - \delta x; \quad (Г.13)$$

$$x_{max} = x_{nom} + \delta x_c - \delta x. \quad (Г.14)$$

Если при этом среднее значение m_x параметра практически не отличается от его номинального значения x_{nom}, то взаимосвязь характеристик точности характеризуют формулы:

$$\delta x_c = \delta m_x = 0; \quad (Г.15)$$

$$-\delta x_{inf} = \delta x_{sup} = \delta x; \quad (Г.16)$$

$$x_{min} = x_{nom} - \delta x; \quad (Г.17)$$

$$x_{max} = x_{nom} + \delta x. \quad (Г.18)$$

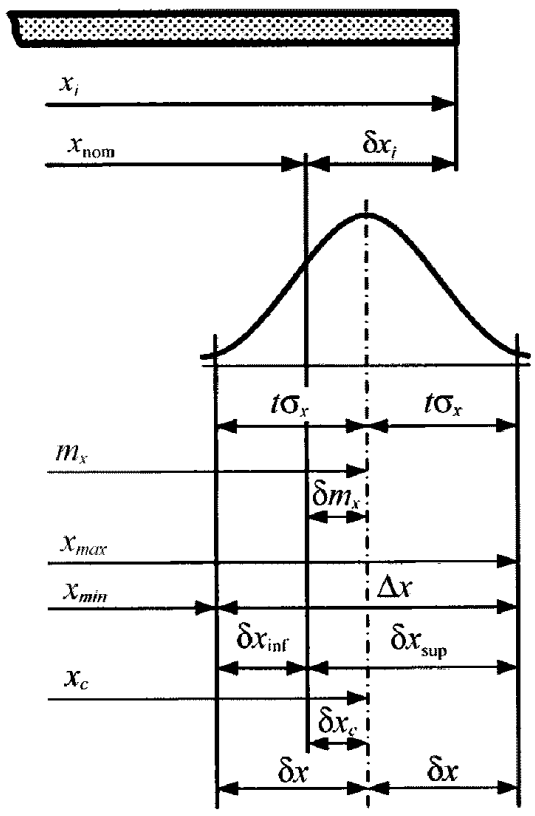


Рисунок Г.2 – Схема взаимосвязи характеристик точности при симметричном распределении геометрического параметра

Приложение Д

(рекомендуемое)

Определение точности измерений при многократных прямых измерениях

Д.1.1 Точность прямых многократных измерений характеризуют, 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 относят:

- 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 относят:

- 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), относят:

- 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 др.).

Д.1.1.4 Принятые в РФ характеристики качества измерений приведены в ПМГ 96-2009 [6]. Погрешность результата измерения характеризуют 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 применяют 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: операторы, используемое оборудование, калибровка оборудования, параметры окружающей среды (температура, влажность, загрязнение воздуха и др.), 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 быть изменены и использованы при определенных обстоятельствах. Прецизионность характеризуют величиной случайной погрешности.

Д.1.2 В соответствии с ПМГ 96-2009 [6], РМГ 43-2001 [8], РМГ 91-2009 [9], Р 50.02.038-2004 [10] используют характеристику 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, укладывающейся 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 96-2009 [6] 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 нормативно-технической документации на средство измерения или в свидетельстве о поверке средства измерений, где указывают 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 Р 8.563.

Д.1.2.4 Выполнение однократных измерений обосновывают следующими факторами:

- производственной необходимостью (разрушение образца, невозможность повторения измерения, экономическая целесообразность и др.);

- возможностью пренебрежения случайными погрешностями;

- случайные погрешности существенны, но доверительная граница погрешности результата измерения не превышает допускаемой 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:

$$\frac{\Theta}{S(\widetilde{A})} > 8, \qquad (Д.1)$$

где Θ – граница НСП результата измерения;

$S(\widetilde{A})$ – СКО случайных погрешностей результата измерения.

2 Неопределенность, оцениваемую по типу *A*, считают пренебрежимо малой по сравнению с неопределенностью, оцениваемой по типу *B*, если выполнено условие:

$$\frac{u_B\sqrt{3}}{u_A} > 8, \qquad (Д.2)$$

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 96-2009 [6]. 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:

$$u_B = \frac{\Theta}{\sqrt{3}}. \qquad (Д.3)$$

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:

$$\Theta(P) = k\sqrt{\sum_{j=1}^{m}\Theta_j^2}, \qquad (Д.4)$$

где k – поправочный коэффициент, определяемый принятой доверительной вероятностью и числом m составляющих Θ_j.

При доверительной вероятности $P = 0{,}95$ принимают поправочный коэффициент $k = 1{,}1$.

При доверительной вероятности $P = 0{,}99$ принимают поправочный коэффициент $r = 1{,}45$, 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 $m = 2k$ $k \approx 1{,}2$. Более точное значение k для доверительной вероятности $P = 0{,}99$ при числе составляющих $m \le 4$ в зависимости от соотношения составляющих l определяют по графику функции [$k = f(m, l)$] 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 функции [$k = f(m, l)$], не превышает 5 %.

При условии, указанном в Д.1.1, суммарную стандартную неопределенность $u_{c,B}$, оцениваемую по типу B вычисляют по формуле:

$$u_{c,B} = \sqrt{\sum_{j=1}^{m}\frac{\Theta_j}{3}}. \qquad (Д.5)$$

Д.1.2.4.4 При наличии нескольких НСП, заданных доверительными границами Θ_j (P_i), рассчитанными по формуле (Д.4), доверительную границу НСП результата однократного измерения вычисляют по формуле:

$$\Theta(P) = k\sqrt{\sum_{j=1}^{m}\frac{\Theta_j^2(P)}{k_i^2}}. \qquad (Д.6)$$

При условии, указанном выше, суммарную стандартную неопределенность, оцениваемую по типу *B*, вычисляют по формуле:

$$u_{c,B} = \sqrt{\sum_{j=1}^{m} \frac{\Theta_j^2(P)}{3k_i^2}}, \qquad (Д.7)$$

где $\Theta_j(P_i)$ – доверительная граница *j*-й НСП, соответствующая доверительной вероятности P_i;

$k(k_i)$ – коэффициенты, соответствующие доверительным вероятностям P и P_i.

Значения коэффициентов k и k_i определяют в соответствии с требованиями Д.1.2.4.3.

Д.1.2.5 Случайную погрешность и стандартную неопределенность по типу *A* результата измерения рассчитывают по формуле:

$$S(\widetilde{A}) = u_A = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}. \qquad (Д.8)$$

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

$$S(\widetilde{A}) = \sqrt{\sum_{i=1}^{m} S_i^2}. \qquad (Д.9)$$

Учитывая, что случайные погрешности представлены несколькими СКО S_i, то стандартную неопределенность, оцениваемую по типу *A*, результата однократного измерения u_A вычисляют по формуле:

$$u_A = \sqrt{\sum_{i=1}^{m} u_{i,A}^2}, \qquad (Д.10)$$

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:

$$\varepsilon(P) = Z_{p/2} S(\widetilde{A}), \qquad (Д.11)$$

где $Z_{p/2} - P/2$ – точка нормированной функции Лапласа, отвечающая вероятности P. При доверительной вероятности $P = 0{,}95$ принимают $Z_{0,95/2} = 2$, 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:

$$\varepsilon(P) = \sqrt{\sum_{i=1}^{m} \varepsilon_i^2(P)}. \qquad (Д.12)$$

Д.1.2.5.3 Если случайные погрешности представлены доверительными границами, соответствующими разным вероятностям, сначала определяют СКО результата измерения по формуле:

$$S(\tilde{A}) = \sqrt{\sum_{j=1}^{m} \frac{\varepsilon^2(P_i)}{Z^2_{P_i/2}}}, \qquad (Д.13)$$

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 средств измерений (не превышают 15 % погрешности средств измерений), то за погрешность результата измерения принимают погрешность используемых средств измерений.

Д.1.2.6.2 Если выполнено 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 выполнено 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 $0{,}8 \le \frac{\Theta}{S(\tilde{A})} \le 8$, то доверительную границу погрешности результата измерений $\Delta(P)$ вычисляют по формуле:

$$\Delta(P) = K[\Theta(P) + \varepsilon(P)], \qquad (Д.14)$$

где *K* – коэффициент, значение которого для доверительной вероятности 0,95 равно 0,76; для доверительной вероятности 0,99 значение коэффициента $K = 0{,}83$.

Расширенную неопределенность для уровня доверия *P* вычисляют по формуле:

$$U(P) = k_0 \sqrt{u_A^2 + u_B^2}, \qquad (Д.15)$$

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 $k_0 = 2$, для доверительной вероятности $P = 0{,}99$ $k_0 = 3$.

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}:

$$\Delta(P) \leq \Delta x_{pr}, \qquad (Д.16)$$

причем расширенная неопределенность результата измерений численно не должна превышать предельную погрешность:

$$\Delta(P) \leq \Delta x_{pr}. \qquad (Д.17)$$

Приложение Е

(рекомендуемое)

Определение характеристик качества измерений в полевых условиях для нивелира

Е.1 Методы определения характеристик качества измерений

Е.1.1 В соответствии с ГОСТ Р ИСО 17123.1–ГОСТ Р ИСО 17123.8 методы определения характеристик качества измерений нивелиром в полевых условиях (строительная площадка, строящееся здание или сооружение) предназначены для проверки средства измерения без применения вспомогательного оборудования на предмет пригодности его для текущих измерительных задач в полевых условиях, для которых систематические воздействия можно в основном скомпенсировать или не учитывать.

Е.1.1.1 Определение характеристики качества измерений для полевых условий, позволяющих определить фактическое значение прецизионности, может быть выполнено по упрощенной методике испытаний или по полной методике испытаний.

Е.1.1.2 Упрощенная 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 17123.1–17123.8, в зависимости от испытываемого оптического средства измерений.

При упрощенной методике испытаний невозможно получить статистически значимое среднеквадратическое отклонение. Если требуется более точная оценка нивелира в полевых условиях, рекомендуется выполнять более строгую полную методику испытаний в соответствии с Е.3.

Е.1.1.3 Полную методику на основе статистических испытаний по определению характеристик качества измерений применяют 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:

Таблица Е.1 – Статистические испытания

Вопрос	Нуль-гипотеза	Альтернативная гипотеза
а)	$s < s_{pr}$	$s > s_{pr}$
б)	$s = \tilde{\tilde{s}}$	$s \neq \tilde{\tilde{s}}$
в)	$\delta = 0$	$\delta \neq 0$

а) меньше ли рассчитанное экспериментальное среднеквадратическое отклонение s значения, представленного изготовителем, или какого-либо другого предварительно определенного значения s_{pr};

б) принадлежат ли два экспериментальных среднеквадратических отклонения s и $\tilde{\tilde{s}}$, 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 υ.

Число степеней свободы – это число измерений минус число расчетных параметров (оценок).

Экспериментальные среднеквадратические отклонения s и $\tilde{\tilde{s}}$ получают из двух выборок измерений, выполненных:

- на одном и том же нивелире, но разными наблюдателями;

- на одном средстве измерений или комплекте средств измерений, но в разное время;

- на разных средствах измерений;

в) равна ли нулю разность δh смещений нуль-точек двух нивелирных реек.

Несоблюдение условий нуль-гипотезы при ответе на все вопросы а)–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 измерениями 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 выполняют 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 совпадать с ожидаемыми условиями, в которых будут в действительности выполнены измерения.

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.

Необходимо выбрать методику, которая наиболее соответствует конкретным требованиям проекта и условиям измерений.

Е.2 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.

Упрощенную методику применяют при ограниченном числе измерений.

Она основана на определении разности высоты 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 измерительного 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 двух минут на каждый градус Цельсия разности температуры 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 Е.1). Выполняют серию № 1 из 10 измерений, каждое из которых включает в себя 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, …, 10). Между каждой парой показаний нивелир поднимают и переносят в немного отличающееся положение. После пяти измерений (h_{A1}, h_{B1}, …, h_{A5}, h_{B5}) считывание вперед и назад для последующих пяти измерений (h_{A6}, h_{B6}, …, h_{A10}, h_{B10}) меняют местами.

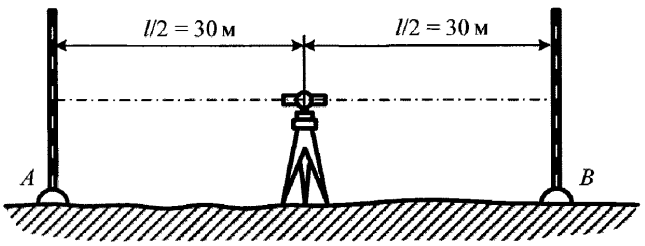


Рисунок Е.1 – Первая конфигурация хода для упрощенной методики испытания

Для выполнения измерений серии № 2 нивелир устанавливают примерно на расстоянии $^{l}/_{6}$ = 10 м от точки A и $5^{l}/_{6}$ = 50 м от точки B (см. рисунок Е.2). Следующие 10 измерений (h_{A11}, h_{B11}, …, h_{A15}, h_{B15}, h_{A16}, h_{B16}, …, h_{A20}, h_{B20}) выполняют аналогично серии № 1 из 10 измерений (j = 11. …, 20).

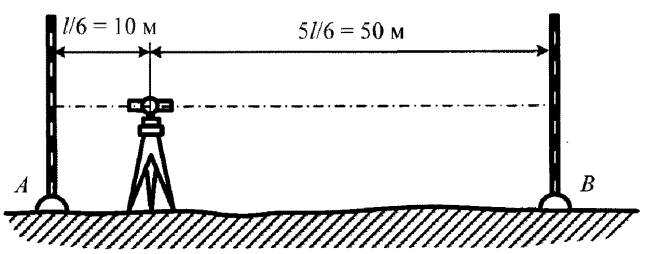


Рисунок Е.2 – Вторая конфигурация хода для упрощенной методики испытания

Е.2.4 Расчет характеристик качества измерений

$$\delta h_j = h_{Aj} - h_{Bj}; j = 1, \ldots, 20, \quad \text{(Е.1)}$$

где δh_j – разность между считыванием в обратном направлении h_{Aj} и считыванием в прямом направлении h_{Bj}.

$$\overline{\delta h}_1 = \frac{\sum_{j=1}^{10} \delta h_j}{10}, \quad \text{(Е.2)}$$

где $\overline{\delta h}_1$ –среднеарифметическое разности высоты δh_j измерений серии № 1.

Считают, что значение $\overline{\delta}h_1$ представляет истинную разность высоты между нивелирными точками A и B.

$$\delta_{(A-B)j} = \overline{\delta}h_1 - \delta h_j; j = 1, \ldots, 10, \quad (Е.3)$$

где $\delta_{(A-B)j}$ – разность между соответствующей измеренной разностью высоты δh_1 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):

$$\sum_{j=1}^{10} \delta h_j = 0; \quad (Е.4)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{10} \delta_{(A-B)j}^2}{\upsilon}}, \quad (Е.5)$$

где $\sum_{j=1}^{10} \delta_{(A-B)j}^2$ – сумма квадратов разностей $\delta_{(A-B)j}$ серии № 1;

$\upsilon = 10 - 1 = 9$ – соответствующее число степеней свободы;

s – экспериментальное среднеквадратическое отклонение разности высоты δh_j, выведенное из измерений серии № 1.

$$\overline{\delta}h_2 = \frac{\sum_{j=11}^{20} \delta h_j}{10}, \quad (Е.6)$$

где $\overline{\delta}h_2$ – среднее арифметическое разности высоты δh_j, выведенное из измерений серии № 2.

Разность $\overline{\delta}h_1 - \overline{\delta}h_2$ должна быть в пределах заданного в ППГР допустимого отклонения $\pm\delta p$ для имеющейся задачи измерения. Если p не дано, разность должна быть:

$$\left|\overline{\delta}h_1 - \overline{\delta}h_2\right| < 2{,}5s, \quad (Е.7)$$

где s – экспериментальное среднеквадратическое отклонение, рассчитанное согласно уравнению (Е.5).

Если разность $\left|\overline{\delta}h_1 - \overline{\delta}h_2\right|$ 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.

Е.3 Полная методика испытаний

Е.3.1 Полную методику испытаний принимают для определения наилучшего достижимого критерия прецизионности конкретного нивелира и его вспомогательного оборудования в поле-

вых 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, линейных приложений и других основных типов съемки, например в гражданском строительстве.

Рекомендуемое расстояние визирования 30 м. Расстояния визирования свыше 30 м применяют, если это 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 один километр двойного хода – $s_{ISJ-LEV}$.

Полную методику испытаний используют для определения критерия прецизионности при эксплуатации:

- данного нивелира с его вспомогательным оборудованием в данное время;

- отдельного нивелира в течение длительного времени;

- 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 нульточек нивелирных реек.

Е.3.2 Конфигурация испытательного хода.

Чтобы сохранить влияние преломления по возможности минимальным, выбирают достаточно горизонтальную площадь для испытания. Участок земли должен быть компактным, по-

верхность 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 ± 3) м], чтобы свести к минимуму влияние преломления и смещение коллимационной оси (см. рисунок Е.3).

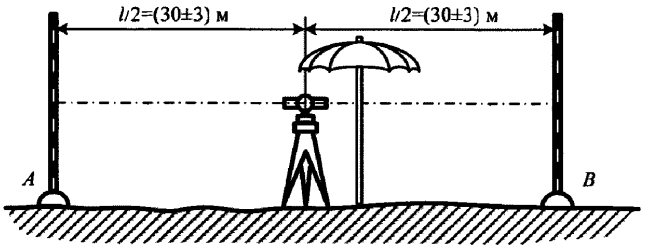


Рисунок Е.3 – Конфигурация хода для полной методики испытания

Е.3.3 Измерения.

Перед проведением измерений нивелир выдерживают в условиях окружающей среды. На это требуется около двух минут на каждый градус Цельсия разности температуры 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 в себя один отсчет при визировании назад h_{Aj} по рейке, установленной в точке A, и один отсчет при визировании вперед h_{Bj} по рейке, установленной в нивелирной точке B (j = 1, …, 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}, …, h_{A10}, h_{B10}) меняют местами считывание вперед и назад для последующих десяти измерений (h_{A11}, h_{B11}, …, h_{A20}, h_{B20}).

Затем две нивелирные рейки в точках A и B меняют местами и выполняют измерения для серии № 2 еще 20 показаний (h_{A21}, h_{B21}, …, h_{A30}, h_{B30}, h_{A31}, h_{B31}, …, h_{A40}, h_{B40}) аналогично серии № 1 из 20 измерений.

Е.3.4 Расчет характеристик качества измерений

$$\delta h_j = h_{Aj} - h_{Bj};\ j = 1, \ldots, 40, \qquad (Е.8)$$

где δh_j – разность между показанием при визировании назад h_{Aj} и показанием при визировании вперед h_{Bj}.

$$\overline{\delta h}_1 = \frac{\sum_{j=1}^{20} \delta h_j}{20}, \tag{Е.9}$$

где $\overline{\delta h}_1$ – среднеарифметическое разности высоты δh_j измерений серии № 1.

$$\overline{\delta h}_1 = \frac{\sum_{j=11}^{20} \delta h_j}{20}, \tag{Е.10}$$

где $\overline{\delta h}_2$ –среднеарифметическое разности высоты δh_j, выведенное из измерений серии № 2.

Разность

$$\overline{\delta h}_1 - \overline{\delta h}_2 \tag{Е.11}$$

не влияет на экспериментальное среднеквадратическое отклонение, но является показателем разности смещения нуль-точек двух нивелирных реек.

Разности рассчитывают следующим образом:

$$\delta_{(A-B)j} = \overline{\delta h}_1 - \delta h_j, \; j = 1, \ldots, 20; \tag{Е.12}$$

$$\delta_{(A-B)j} = \overline{\delta h}_2 - \delta h_j, \; j = 21, \ldots, 40, \tag{Е.13}$$

где $\delta_{(A-B)j}$ – разность между соответствующей измеренной разностью высоты 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):

$$\sum_{j=1}^{20} \delta h_j = 0; \tag{Е.14}$$

$$\sum_{j=21}^{40} \delta h_j = 0; \tag{Е.15}$$

$$\sum_{j=1}^{40} \delta_{(A-B)j}^2 = \sum_{j=1}^{20} \delta_{(A-B)j}^2 + \sum_{j=21}^{40} \delta_{(A-B)j}^2, \tag{Е.16}$$

где $\sum_{j=1}^{40} \delta_{(A-B)j}^2$ – сумма квадратов всех разностей $\delta_{(A-B)j}$.

$$\nu = 2(20 - 1) = 38, \tag{Е.17}$$

где ν – число степеней свободы.

Экспериментальное среднеквадратическое отклонение s действительно для разности высоты на расстоянии 60 м:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{40} \delta_{(A-B)j}^2}{\nu}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{40} \delta_{(A-B)j}^2}{38}}; \tag{Е.18}$$

$$s_{ISO-LEV} = \frac{s}{\sqrt{2}}\sqrt{\frac{1000\ м}{60\ м}} = 2{,}89s, \qquad (Е.19)$$

где $s_{ISO-LEV}$ – экспериментальное среднеквадратическое отклонение для нивелирования на один километр двойного хода.

Е.3.5 Статистические испытания.

Е.3.5.1 Статистические испытания рекомендованы только для полной методики испытаний. Для интерпретации результатов статистические испытания выполняют, используя:

- экспериментальное среднеквадратическое отклонение s разности высоты;

- разность δh смещений нуль-точек двух нивелирных реек и ее экспериментальное среднеквадратическое отклонение $s_{\delta h}$.

Рассмотрены ответы 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 υ; экспериментальные среднеквадратические отклонения s и $\bar{s}$ получают из двух выборок измерений, выполненных:

- на одном и том же нивелире, но разными наблюдателями;

- 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 – а) = 0,95 и согласно цели измерений число степеней свободы $\upsilon = 38$.

Е.3.5.2 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:

$$s \le s_{nor}\sqrt{\frac{x^2_{1-\alpha}(\upsilon)}{\upsilon}}; \qquad (Е.20)$$

$$s \le s_{nor}\sqrt{\frac{x^2_{0,95}(38)}{38}}; \quad (E.21)$$

$$x^2_{0,95}(38) = 53,38; \quad (E.22)$$

$$s \le s_{nor}\sqrt{\frac{53,38}{38}}; \quad (E.23)$$

$$s \le s_{nor} \cdot 1,19. \quad (E.24)$$

В противном случае нуль-гипотезу отвергают.

Е.3.5.3 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:

$$\frac{1}{F_{1-\alpha/2}(\upsilon,\upsilon)} \le \frac{s^2}{\bar{s}^2} \le F_{1-\alpha/2}(\upsilon,\upsilon); \quad (E.25)$$

$$\frac{1}{F_{0,975}(38,38)} \le \frac{s^2}{\bar{s}^2} \le F_{0,975}(38,38); \quad (E.26)$$

$$F_{0,975}(38,38) = 1,91; \quad (E.27)$$

$$0,52 \le \frac{s^2}{\bar{s}^2} \le 1,91. \quad (E.28)$$

В противном случае нуль-гипотезу отвергают.

Е.3.5.4 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:

$$|\delta| \le s_\delta t_{1-\alpha}(\upsilon); \quad (E.29)$$

$$|\delta| \le s_\delta t_{0,975}(38); \quad (E.30)$$

$$s_\delta = \frac{s}{\sqrt{10}}; \quad (E.31)$$

$$t_{0,975}(38) = 2,02; \quad (E.32)$$

$$|\delta| \le \frac{s}{\sqrt{10}} 2,02 \le s0,64. \quad (E.33)$$

В противном случае нуль-гипотезу отвергают.

Число степеней свободы и, таким образом, соответствующее число значений, полученных в испытании $x^2_{1-\alpha/2}(\upsilon)$, $F_{1-\alpha/2}(\upsilon,\upsilon)$, 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.2 включены в столбцах с 1-го по 3-й и с 7-го по 9-й 20 отсчетов в прямом и обратном направлениях (измеренных значений h_{Aj} и h_{Bj}).

Наблюдатель: И. Иванов

Погода: облачно, плюс 10 °С

Тип нивелира и номер: № XXX630401

Дата: 2012-04-08.

Таблица Е.2 – Измерения и разности

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
j	h_{Aj}, мм	h_{Bj}, мм	δh_j, мм	$\delta_{(A-B)j}$, мм	$\delta^2_{(A-B)j}$, мм	j	h_{Aj}, мм	h_{Bj}, мм	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 высоты h_1, …, h_{20} рассчитаны в соответствии с уравнением (Е.1) (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 $\overline{h}_1 - \overline{h}_2 = 1{,}1$ мм.

Разности r_j разностей высоты h_j серии измерений № 1 рассчитывают согласно уравнению (Е.3) (столбец 5 таблицы Е.2).

С помощью суммы квадратов разностей из серии № 1 (последняя строка столбца 6 таблицы Е.1) экспериментальное среднеквадратическое отклонение s рассчитывают согласно уравнению (Е.5):

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{10} r_j^2}{\upsilon}} = \sqrt{\frac{2{,}40}{9}} = 0{,}5 \text{ мм}. \qquad (Е.36)$$

Выполняют следующую арифметическую проверку:

1) разность суммы в столбцах 2 и 3 должна быть равна сумме в столбце 4:

$$12251 + 10417 = -1834; \qquad (Е.37)$$

2) разность суммы в столбцах 8 и 9 должна быть равна сумме в столбце 10:

$$13217 + 11372 = -18945; \qquad (Е.38)$$

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 первого по третий и с седьмого по девятый 40 отсчетов в прямом и обратном направлениях (измеренных значений h_{Aj} и h_{Bj}).

Наблюдатель: П. Петров

Погода: облачно, плюс 10 °С

Тип нивелира и номер: № XXXXX 690324

Дата: 2012-06-05.

Е.5.2 Расчет характеристик качества измерения.

Измеренные разности высоты h_1, …, h_{40} рассчитаны в соответствии с уравнением (Е.7) (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:

$$\overline{h}_1 = \frac{\sum_{j=1}^{20} d_j}{20} = \frac{3666}{20} = 183{,}3 \text{ мм;} \quad \text{(Е.39)}$$

$$\overline{h}_2 = \frac{\sum_{j=21}^{40} d_j}{20} = \frac{3662}{20} = 183{,}1 \text{ мм.} \quad \text{(Е.40)}$$

Разность δ рассчитывают согласно уравнению (Е.10):

$$\overline{h}_1 - \overline{h}_2 = -183{,}3 + 183{,}1 = -0{,}2 \text{ мм.} \quad \text{(Е.41)}$$

Разности r_j разностей высоты h_j серии № 1 измерений рассчитывают согласно уравнениям (Е.11) и (Е.12) (столбцы 5 и 11 таблицы Е.2).

С помощью суммы квадратов разностей из серии № 1 и серии № 2 (последние строки столбцов 6 и 12 таблицы Е.2) суммы квадратов разностей r_j и экспериментальное среднеквадратическое отклонение s на один километр двойного хода рассчитывают согласно уравнениям (Е.15)–(Е.18).

Таблица Е.3 – Измерения и разности

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
j	h_{Aj}, мм	h_{Bj}, мм	δh_j, мм	$\delta_{(A-B)j}$, мм	$\delta^2_{(A-B)j}$, мм	j	h_{Aj}, мм	h_{Bj}, мм	δh_j, мм	$\delta_{(A-B)j}$, мм	$\delta^2_{(A-B)j}$, 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

$$\sum_{j=1}^{10} r_j^2 = 6{,}2 + 7{,}8 = 14{,}00 \text{ мм}^2; \quad \text{(Е.42)}$$

$$\upsilon = 38; \quad \text{(Е .43)}$$

$$s = \sqrt{\frac{14{,}00}{38}} = 0{,}61 \approx 0{,}6 \text{ мм}^2; \quad \text{(Е.44)}$$

$$s_{ISO-LEV} = s2{,}89 = 0{,}61 \cdot 2{,}89 = 1{,}76 \approx 1{,}8 \text{ мм}. \quad \text{(Е.45)}$$

Выполняют следующую арифметическую проверку:

1) разность суммы в столбцах 2 и 3 должна быть равна сумме в столбце 4:

$$24469 - 20803 = 3666; \quad \text{(Е.46)}$$

2) разность суммы в столбцах 8 и 9 должна быть равна сумме в столбце 10:

$$24254 - 20592 = 3662; \quad \text{(Е.47)}$$

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):

$$s_{nor} = 1{,}0 \text{ мм}; \quad \text{(Е.48)}$$

$$s_{ISO-LEV} = 1{,}8 \text{ мм}; \quad \text{(Е.49)}$$

$$\upsilon = 38; \quad \text{(Е.50)}$$

$$s \le {}^{s_{nor}}\sqrt{\frac{53{,}38}{38}}; \quad \text{(Е.51)}$$

$$1{,}8 \text{ мм} \le 1{,}0 \text{ мм} \cdot 1{,}19; \quad \text{(Е.52)}$$

$$1{,}8 \text{ мм} \le 1{,}2 \text{ мм}. \quad \text{(Е.53)}$$

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):

$$s = 1{,}8 \text{ мм}; \quad \text{(Е.54)}$$

$$\tilde{s} = 2{,}6 \text{ мм}; \quad \text{(Е.55)}$$

$$\upsilon = 38; \quad \text{(Е.56)}$$

$$F_{0{,}975}(38{,}38) = 1{,}91; \quad \text{(Е.57)}$$

$$0{,}52 \le \frac{s^2}{\tilde{s}^2} \le 1{,}91; \quad \text{(Е.58)}$$

$$0{,}52 \le \frac{3{,}24\ \text{мм}^2}{6{,}67\ \text{мм}^2} \le 1{,}91; \tag{Е.59}$$

$$0{,}52 \le 0{,}48 \le 1{,}91. \tag{Е.60}$$

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):

$$s = 0{,}6 \text{ мм}; \tag{Е.61}$$

$$\upsilon = 38; \tag{Е.62}$$

$$\sigma = 0{,}2 \text{ мм}; \tag{Е.63}$$

$$s_\delta = \frac{s}{\sqrt{10}}; \tag{Е.64}$$

$$|\delta| \le s_\delta t_{0{,}975}(38); \tag{Е.65}$$

$$t_{0{,}975}(38) = 2{,}02; \tag{Е.66}$$

$$|\delta| \le \frac{s}{\sqrt{10}} 2{,}02 \le s0{,}64; \tag{Е.67}$$

$$0{,}2 \text{ мм} \le 0{,}2 \text{ мм} \cdot 2{,}0 \le 0{,}4 \text{ мм}. \tag{Е.68}$$

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

Ж.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 = 24 003 мм. Измерение выполнялось 30-метровой рулеткой из нержавеющей стали при температуре окружающей среды t = минус 20 °С. При этом $\alpha_1 = 20{,}5 \cdot 10^{-6}$, $\alpha_2 = 12{,}5 \cdot 10^{-6}$, $t_1 = t_2$ = минус 20 °С. Тогда поправка на отклонение температуры от нормального значения составит:

$$\delta x_{cor,t} = -24003[20{,}5 \cdot 10^{-6}(-20 - 20) - 12{,}5 \cdot 10^{-6}(-20 - 20)] \approx 7{,}7 \text{ мм.}$$

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 их принимают

на основании данных, полученных по запросу к изготовителю. Действительную длину x_i фермы с учетом поправки на температуру окружающей среды следует принять равной:

$$x_i + x_{cor,t} = 24\,003 + 7{,}7 = 24\,010{,}7 \text{ мм.}$$

Таблица Ж.1 – Поправки для исключения систематических погрешностей

Наименование поправки	Указание по определению поправки
Поправка на температуру окружающей среды	$\delta a_t = -L[\alpha_1(t_1 - 20\ ^\circ\text{C}) - \alpha_2(t_2 - 20\ ^\circ\text{C})]$
Поправка на атмосферное давление	δa_p определяют при применении электронно-оптических средств измерений в соответствии с эксплуатационной документацией
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
Поправка на относительную скорость движения внешней среды	$\delta a_c = \dfrac{Q^2 l_{nom}}{24 p^2}$
Поправка на длину шкалы средства измерения	$\delta a_l = \dfrac{L}{l_{nom}} \Delta l$
Поправка на несовпадение направлений линии измерения и измеряемого размера	$\delta a_h = \dfrac{h^2}{2L}$
Поправка на рефракцию	δa_r определяют при применении оптических или электронно-оптических приборов в зависимости от условий измерения по специальной методике
Обозначения, принятые в таблице: L – непосредственно измеряемый размер, мм; l_{nom} – номинальная длина мерного прибора, мм; l_i – действительная длина мерного прибора, мм; $\Delta l = l_i - l_{nom}$; α_1, α_2 – коэффициенты линейного расширения средства измерений и объекта, $10^{-6} \cdot 1/\ ^\circ\text{C}$; t_1, t_2 – температура средства измерения и объекта, °С; h – величина отклонения направления измерения от направления измеряемого размера, мм; Q – предельное значение допустимой силы ветра, Н; P – сила натяжения мерного прибора (рулетки, проволоки), Н.	

Ж.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 исследований, обыкновенно с некоторой ограниченной точностью. Для исправления результата наблюдения его складывают только со средним арифметическим значением поправки.

Ж.3 Поправки могут быть заданы также в виде формул, по которым их вычисляют для каждого конкретного случая. Введением поправки устраняют влияние только одной вполне определенной систематической погрешности, поэтому в результаты измерения зачастую прихо-

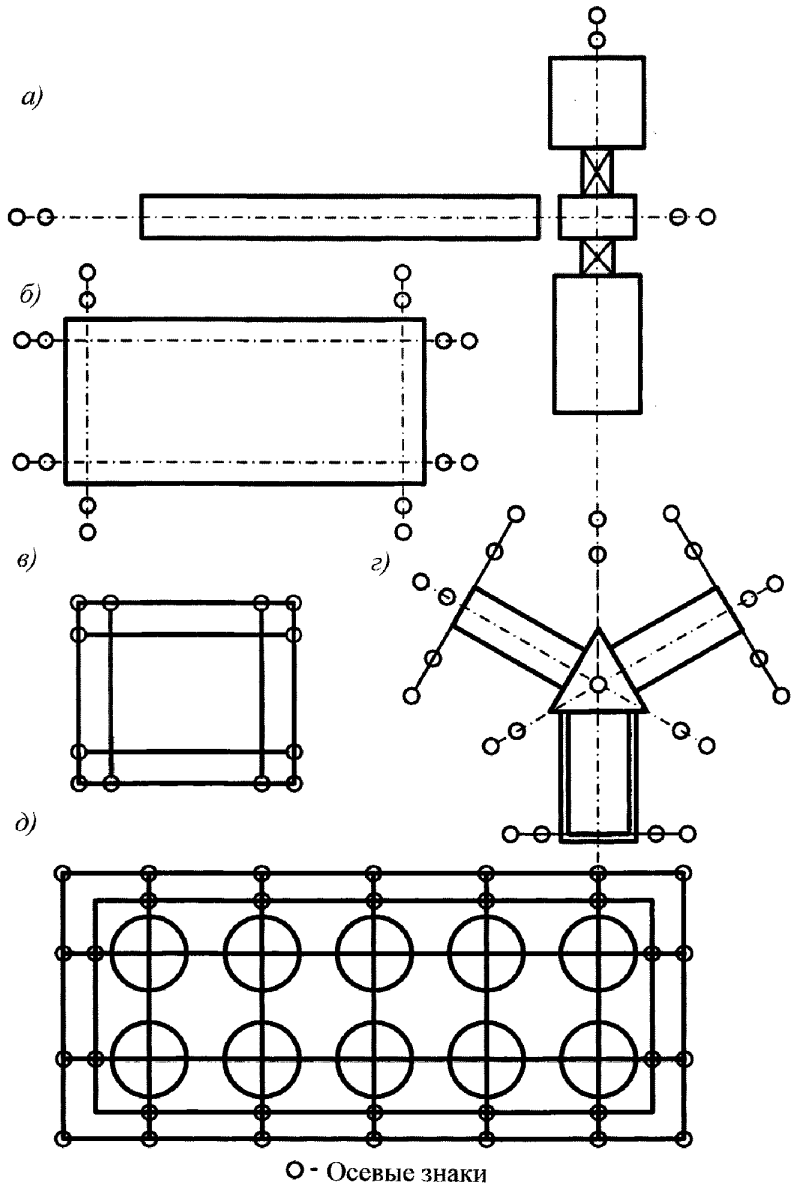
дится вводить очень большое число поправок. При этом вследствие ограниченной точности определения поправок накапливаются случайные погрешности и дисперсия результата измерения увеличивается. Поправку имеет смысл вводить до тех пор, пока она уменьшает доверительные границы погрешности.

Ж.4 При малой дисперсии результата измерения введение любой поправки условно 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 – Примерные схемы построения внешней разбивочной сети здания (сооружения)

Приложение К

(рекомендуемое)

Форма технического задания на разработку проекта производства геодезических работ

СОГЛАСОВАНО	УТВЕРЖДАЮ
Главный инженер	Главный инженер
строительно-монтажной организации	организации – заказчика проекта
_____ (фамилия, инициалы)	_____ (фамилия, инициалы)
(подпись)	(подпись)
«____» _____ г.	«____» _____ 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 _____
(указывают наименование, шифр проекта, вид объекта)

4.1. Общая характеристика проектируемого объема строительства, цель и назначение геодезических работ на строительной площадке _____

_____
(указывают шифр проекта, 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.

4.2.2. К обеспечению точности измерений и регистрации измерений при контроле геометрических параметров на стадиях входного операционного, приемочного 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 17435; ГОСТ 18321; ГОСТ 19223; ГОСТ Р 51774; ГОСТ Р ИСО 17123-1–ГОСТ Р ИСО 17123-8; ГОСТ Р 8.736; СТО НОСТРОЙ 2.1.94.

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 2.1.94.

4.2.4. К порядку выполнения отчета и исполнительной документации: ГОСТ Р 51872, СП 126.13330.

Методическая, справочная документация приведена в СП 126.13330.

5. Геодезические работы, их содержание и регистрацию. регламентируют ППГР.

Разрабатываемый ППГР должен содержать следующие разделы:

5.1. Титульный лист.

5.2. Раздел согласований с разработчиком проекта здания или сооружения, проводящим авторский надзор специализированными организациями, с субподрядчиками.

5.3. Содержание проекта.

5.4. Пояснительную записку. Пояснительная записка в соответствии с содержанием устанавливает: область применения и назначение; исходные данные для разработки проекта, нормативные документы, в соответствии с которыми разрабатывают 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 ее нормирование для каждого контролируемого геометрического параметра; требования к применению аттестованных МИ, приведенных в приложениях А–В; 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. Устанавливают требования к входному контролю передаваемой 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. Устанавливают требования к порядку, срокам, объему 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. Устанавливают требования к регистрации результатов геодезических измерений, их обработке и к формированию отчета по результатам входного контроля и выводов, необходимых для подписания акта приема-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 провел: _____

_____

(должность, фамилия, инициалы уполномоченного на проведение метрологического контроля)

Задание получил: _____

(должность, фамилия, инициалы представителя организации – исполнителя работ)

Приложение Л

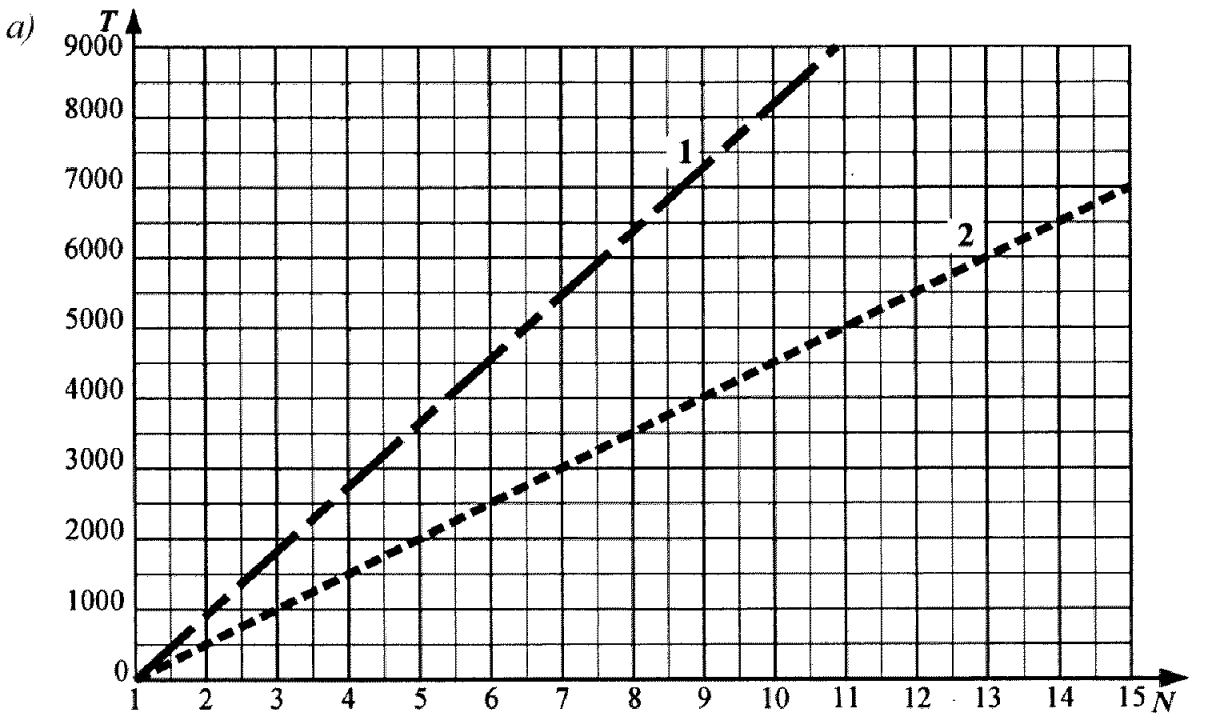
(справочное)

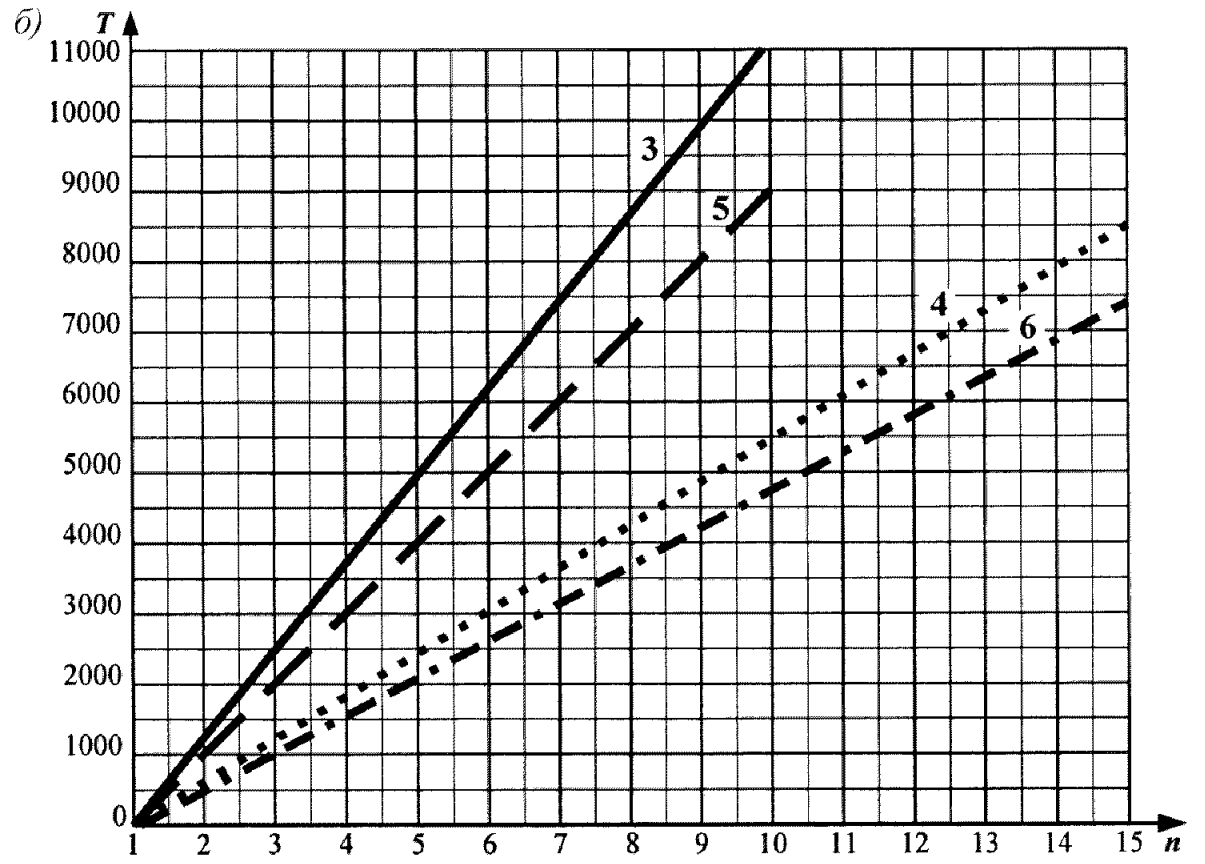
Значения предельных погрешностей построения межосевых размеров большепролетных промышленных сооружений

Таблица Л.1

Высота колонн, м	Предельные погрешности, мм, при ширине пролетов, м					
	24		30		36	
	абсолютные	относительные	абсолютные	относительные	абсолютные	относительные
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 расчета 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 – Графики относительных погрешностей построения межосевых размеров

Приложение М

(рекомендуемое)

Методы контроля геодезических параметров зданий и сооружений

М.1 Контроль точности геометрических параметров

М.1.1 Контроль точности геометрических параметров на основе измерений в ППР, ППГР следует назначать выборочным по альтернативному или количественному признаку, а в необходимых случаях – сплошным.

М.1.2 Сплошной контроль необходимо назначать:

- при небольших объемах производства, когда выборочный контроль нецелесообразен;

- нестабильном характере производства, в том числе в период наладки технологических процессов;

- повышенных требованиях к обеспечению заданной точности, связанных с необходимостью применения выборок большого объема.

М.1.3 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 геометрических параметров по количественному признаку, а части – по альтернативному.

М.1.4 Инспекционный контроль следует проводить по решению подрядчика или органов контроля в порядке процедур внутреннего аудита или сертификации.

М.1.5 Виды, методы и объекты контроля точности геометрических параметров по стадиям производства, принимаемые разработчиком в ППР, ПГР, приведены в таблице М.1.

М.2 Сплошной контроль 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
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, 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 признаку 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
При периодическом операционном контроле	Изготовление строительных конструкций, элементов	Результаты выполнения технологических операций, влияющих на точность геометрических параметров готовой продукции	Выборочный по количественному или альтернативному признаку. 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 признаку или сплошной
		Элементы сборных конструкций в процессе установки и временного закрепления	Сплошной
		Оснастка, применяемая для установки элементов	Сплошной
Приемочный контроль	Изготовление элементов, конструкций	Элементы сборных конструкций после завершения цикла изготовления	Сплошной или выборочный по альтернативному или количественному признаку
	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 контрольным нормативом может быть наибольший x_{max} или наименьший x_{min} предельный размер.

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:

$$\delta x_{inf} \leq \delta x_i \leq \delta x_{sup}; \quad (М.1)$$

$$x_{min} \leq x_i \leq x_{max}, \quad (М.2)$$

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 быть произведена без определения количественных значений δx_i и x_i с помощью предельных калибров или шаблонов.

М.3 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 изготовляемых на строительной площадке, формируют случайные выборки в соответствии с 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 СМР.

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 способ контроля, которые равнозначны по получаемой оценке. При этом планы контроля устанавливают 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	Приемочное *Ac* и браковочное *Re* числа при приемочном уровне дефектности, %							
		0,25		1,5		4,0		10,0	
До 25	5	Зона сплошного				0	1	1	2
От 26 до 90	8	контроля		0 ↓	1	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	10	11
» 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 ↓ – Применяют ту часть плана, ключая объем выборки, которая расположена под стрелкой.

2 ↑ – Применяют ту часть плана, включая объем выборки, которая расположена над стрелкой.

3 Приемочное число *Ac* расположено слева, браковочное *Re* – справа.

М.3.4 Объем СМР принимают, если количество дефектных объектов контроля в выборке меньше или равно приемочному числу Ac_1, и не принимают, 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, извлекают вторую выборку. Если общее число дефектных единиц в двух выборках меньше или равно приемочному числу Ac_2, объем СМР принимают, если больше или равно браковочному числу Re_2, – не принимают.

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.3.5 При контроле по количественному признаку контрольными нормативами являются x_{max}, x_{min} и табличные коэффициенты, характеризующие допускаемое для данного плана контроля соотношение между действительными и нормативными характеристиками точности.

Правила контроля по количественному признаку назначают по ГОСТ 20736.

М.3.6 Отклоненные при выборочном контроле параметры конструкций могут быть предъявлены для сплошного контроля.

М.3.7 Контролируемые в процессе производства СМР геометрические параметры зданий и сооружений, их допускаемые отклонения, современные методики измерений, технологии геодезического контроля, порядок и объем его проведения установлены в ППР или ППГР.

Таблица М.4 – Значение приемочного уровня дефектности

Приемочный уровень дефектности, %	Область применения
0,25–1,5	Параметры, являющиеся составляющими или результирующими при расчете точности конструкций по ГОСТ 21780 и обеспечивающие надежность сооружения в эксплуатации, к обеспечению точности которых предъявляют 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, 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 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 Общими требованиями к составу разделов ППР и ППГР по геодезическому контролю точности геометрических параметров, содержащихся в техническом задании на разработку, 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, содержанию и оформлению 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.2 Для повышения качества ППР целесообразно принимать во внимание технические решения, изложенные в типовых технологических картах, типовых проектах производства работ, методиках измерения. Для прямых измерений могут быть применены методики измерения отклонений геометрических параметров высотных зданий и сооружений при их эксплуатации по МДС 13-22 [13].

Н.2.1 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 быть определены на всех этапах строительства.

Н.2.2 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.3 Основанием для разработки ППГР является техническое задание, составленное по установленной форме, приведенной в приложении И.

Н.3.1 ППГР должен быть разработан на основе ПОС и ППР. При пересмотре проектно-сметной документации на производство СМР все изменения должны быть внесены в ППГР в срок не позднее двух месяцев до начала или продолжения работ.

Н.3.2 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 положений земляных сооружений, соблюдения их размеров, форм, проектных уклонов и качества планировки поверхности	Положение земляных сооружений контролируют 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 контролируют 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 проверяют путем промера расстояний стальной рулеткой от основных осей до внутренней поверхности щитов. Высотное положение опалубки проверяют нивелированием. Вертикальность опалубки проверяют отвесом, монтажными уровнями, наклонным проецированием, координатным способом. Плановое и высотное положения арматуры и закладных деталей контролируют промером рулеткой или рейкой относительно щитов опалубки, нижних и верхних монтажных плоскостей
Ленточные фундаменты из блоков (угловых и рядовых)	Проверка вертикальности, горизонтальности установки элементов	Разметку производят с помощью шаблонов и проволоки, натягиваемой на осевые колья. По разметке маячные блоки монтируют и тщательно выверяют их вертикальность (по отвесу) и горизонтальность (под нивелир). В процессе монтажа блоков производят разбивку в плане (рулеткой) и по высоте (нивелиром или визиркой) отверстий для ввода коммуникаций, образуемых раздвижкой блоков. Каждый угловой ряд блоков нивелируют. Отклонения от горизонта устраняют за счет толщины шва из раствора для следующего ряда

Продолжение таблицы Н.1

Виды работ и конструкций	Объекты геодезического контроля	Метод, порядок и объем проведения геодезического контроля
Свайные основания	Плановое и высотное положения оголовка каждой сваи	Проверка разбивочных осей измерением межосевых размеров, определение планового и высотного положений свай методами створных измерений, геометрическим нивелированием и др. Составление исполнительных схем
Цоколь здания	Выверка планового и высотного положений	Выверку планового положения осуществляют 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 проверяют теодолитом. Рулеткой производят контрольные измерения расстояний между продольными и поперечными осями, а также от осей до закладных деталей, выступов и отверстий. По окончании работ нулевого цикла составляют исполнительную схему планового и высотного положений
Фундаменты стаканного типа	Проверка планового и высотного положений	На поверхности стакана предварительно размечают осевые риски установочных осей (осей асимметрии стакана). Плановое положение фундаментов контролируют по совмещению осевых рисок с разбивочной осью, положение которой определяют с помощью отвесов и проволоки, натянутой между обносками или с помощью теодолитов. Расстояние между осями фундаментов контролируют рулеткой. Высотное положение фундамента контролируют нивелированием дна стакана
Примечания 1 Качество подготовки фундамента и опор оформляют актом, подписанным представителями строительно-монтажной организации и технического надзора заказчика. 2 К акту прилагают 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 положения, вертикальность конструкции	Монтаж колонн производят только после инструментальной проверки соответствия проекту планового и высотного положений фундаментов (оснований, опорных поверхностей конструкций). Перед монтажом колонн производят их промер и разметку 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 намечают краской риски по оси колонн. На грани колонн наносят горизонтальные штрихи, соответствующие положению нулевого горизонта (0,00). Вертикальность колонн проверяют 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. Зрительную трубу вначале наводят на нижнюю осевую риску колонны, затем переводят на верхнюю, изменяя наклон колонны до совмещения верхней осевой риски с вертикальной нитью сетки. При наличии электронного безотражательного тахеометра контроль может быть произведен одним прибором координатным способом.

Продолжение таблицы Н.1

Виды работ и конструкций	Объекты геодезического контроля	Метод, порядок и объем проведения геодезического контроля
Колонны	Проверяют плановое, высотное положения, вертикальность конструкции	Окончательную выверку планового положения и вертикальности колонн, расположенных в ряду, целесообразно проводить способом бокового нивелирования. При этом теодолиты устанавливают со смещением от створа колонн на 1–1,5 м, визирование производят по горизонтальным рейкам, пятки которых совмещают с установочными рисками. Высотное положение колонн проверяют с помощью нивелира по горизонтальным установочным рискам. По окончании плановой и высотной выверки колонн и контрольной проверки их пространственного положения производят замоноличивание колонн цементным раствором. Контрольную проверку пространственного размещения колонн проводят путем выборочных промеров расстояний между продольными и поперечными осями колонн на нижнем и верхнем горизонтах
Фермы и балки	Проверяют: длину 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) разбивают на торцах балок и ферм. На боковых гранях (внизу) отмечают проектную и минимальную длины площадки опирания. Во время монтажа совмещают установочные оси балок (ферм) и контролируют длину площадки опирания. Вертикальность балок и ферм проверяют отвесом. Прямолинейность поясов проверяют по натянутой проволоке. Расстояние между соседними балками и фермами проверяют рулеткой. Высотное их положение контролируют нивелированием по рулетке, подвешиваемой к контрольным точкам. При наличии электронного безотражательного тахеометра контроль может быть произведен одним прибором координатным способом
Стены	Проверяют плановое и высотное положения, отклонения по вертикали, плоскостности, размеры сечения	Перед монтажом стен должны быть произведены обмер блоков (панелей) и разметка установочных осей у основания их торцевых поверхностей. На все монтажные горизонты должны быть переданы отметки, основные и монтажные оси. Их закрепляют краской на плитах перекрытия и углах здания, а при большой протяженности стен и в промежутках – через 40–50 м. Передачу основных и монтажных осей производят теодолитом от створных знаков, закрепленных на местности. При наличии электронного безотражательного тахеометра контроль может быть произведен одним прибором координатным способом

Продолжение таблицы Н.1

Виды работ и конструкций	Объекты геодезического контроля	Метод, порядок и объем проведения геодезического контроля
Кладка стен	Вертикальность, высотное и плановое положения, 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 один метр 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 быть произведен одним прибором координатным способом
Панели	Проверка планового и вертикального положений	В процессе монтажа крупных блоков (панелей) производят выверку их планового и вертикального положений. Плановое положение блоков (панелей) контролируют по совмещению установочных осей монтируемых элементов с основными осями стен. Вертикальность блоков панелей контролируют 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 быть задано теодолитом и проконтролировано 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 положений	В процессе монтажа крупных блоков (панелей) производят выверку их планового и вертикального положений. Плановое положение блоков (панелей) контролируют по совмещению установочных осей монтируемых элементов с основными осями стен. Вертикальность блоков панелей контролируют 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 быть задано теодолитом и проконтролировано отвесом или сферическим уровнем. Контроль может быть произведен безотражательным тахеометром одним прибором координатным способом

Окончание таблицы Н.1

Виды работ и конструкций	Объекты геодезического контроля	Метод, порядок и объем проведения геодезического контроля
Примечание – Данные о качестве производства СМР ежедневно вносят в журналы работы по монтажу строительных конструкций, а также фиксируют 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 быть произведен безотражательным тахеометром одним прибором координатным способом
Лифтовые шахты	Положение в плане	Местоположение лифтовых шахт определяют промерами от монтажных рисок или разбивочных осей. В процессе строительства шахты контролируют ее внутренние размеры и вертикальность ствола. Размеры диагоналей проверяют стальной рулеткой, вертикальность – с помощью отвеса, оптических центриров или лазерных приборов вертикального проектирования. Контроль может быть произведен безотражательным тахеометром одним прибором координатным способом

Н.3.3 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.3.4 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 сводов правил, стандартов, рабочих чертежей, которые использовались при разработке проекта.

Н.3.5 Во введении к пояснительной записке приводят: 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 излагают порядок передачи материалов ППГР в производство, приводят рекомендации по поверкам и юстировкам геодезических приборов и инструментов, прилагают альбом рекомендуемых образцов исполнительных схем и указывают наименование организации, осуществляющей авторский надзор за внедрением ППГР в производство.

Н.3.6 К схеме внешней разбивочной сети здания (сооружения) должны быть приложены:

- 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.3.7 ППГР на строительство подземной части здания (сооружения) должен содержать:

- требования к точности детальных разбивочных работ;

- методы выполнения детальных разбивочных работ;

- технологию выноса и закрепления в натуре контура котлована здания (сооружения), трасс инженерных сетей;

- технологию геодезического контроля при производстве земляных и строительно-монтажных работ;

- технологию производства исполнительных съемок и требования по составлению исполнительской документации.

Н.3.8 ППГР на монтаж надземной части здания (сооружения) должен содержать 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.3.9 Содержание ППГР должно удовлетворять требованиям современных технологий, быть кратким и ясным, иметь описание методик геодезического обеспечения по этапам строительства.

Н.3.10 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.3.11 При построении внешней разбивочной сети здания (сооружения) должна быть установлена точность, достаточная для производства детальных разбивочных работ.

Если точность выполненной ранее разбивочной сети строительной площадки не удовлетворяет требованиям внешней разбивочной сети здания (сооружения), то проектируют самостоятельную сеть. При этом за начало координат принимают один из пунктов разбивочной сети строительной площадки и одно дирекционное направление.

Н.3.12 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 (приложение Л).

Н.3.13 Конструкции знаков внешней разбивочной сети здания (сооружения) проектируют с учетом климатических условий строительства, используя типы знаков, принятых в СП 126.13330.

Н.3.14 Редуцирование пунктов внутренней разбивочной сети здания (сооружения) в проектное положение производят 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.3.15 При разработке технологий геодезических выверок и контроля строительно-монтажных работ необходимо уделять внимание внедрению шаблонов и приспособлений, электронной и лазерной техники, которые позволяют повысить производительность и качество геодезических работ.

Н.3.16 Для передачи осей на монтажные горизонты необходимо применять методы, удовлетворяющие точности передачи, исходя из наличия технических средств и высоты сооружения.

Н.3.17 Выполнение детальных разбивок необходимо предусматривать от основных или главных осей с точностью, принятой в ППГР.

Н.3.18 Разбивочные оси необходимо закреплять знаками (рисками), окрашенными трудносмываемыми масляными красками ярких цветов.

Н.3.19 В качестве исполнительной документации устанавливают на каждый вид работ формуляры, образцы которых должны быть приложены отдельным альбомом как приложение к ППГР.

Н.3.20 При разработке ППГР на монтаж технологического оборудования точность установки должна быть задана проектной организацией в чертежах РП.

Н.3.21 Технологию наблюдений за деформациями в процессе строительства геодезическими методами разрабатывают в соответствии с требованиями ГОСТ 24846.

Н.3.22 В ППГР как на отдельные объекты, так и на все строительство в целом по производственным подразделениям должны быть указаны комплекты геодезических приборов и приспособлений.

Н.3.23 Методы геодезических работ следует предусматривать с учетом соблюдения правил гигиены труда и производственной санитарии.

Н.3.24 Для зданий и сооружений повышенной сложности, первого и второго классов ответственности необходимо разработать методы фотограмметрического обеспечения строительно-монтажных работ.

Приложение П

(рекомендуемое)

Общие правила проведения геодезической исполнительной съемки строящегося здания или сооружения и регистрации ее результатов

П.1 Исполнительные геодезические съемки выполняют в порядке, объеме и с отчетом в соответствии с требованиями ППР, ППГР организациями, осуществляющими СМР, при оценке соответствия СМР здания или сооружения.

П.1.2 В ППГР или ППР должны быть указаны контролируемые геометрические параметры, места, точки и методики измерений, порядок проведения и объем исполнительных съемок, порядок регистрации и обработки измерений и их переноса на исполнительные чертежи.

П.1.3 Объем исполнительных чертежей устанавливают в соответствии с требованиями ППР, ППГР и нормативных документов органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

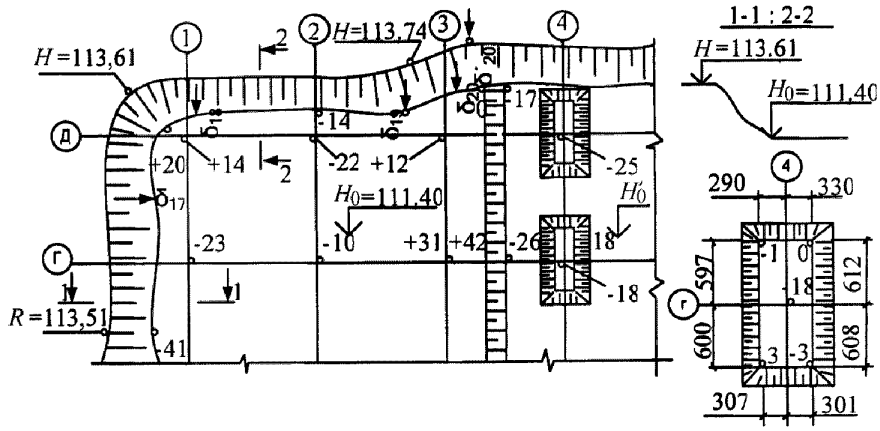
П.2 В качестве исходной геодезической основы для исполнительной съемки принимают знаки геодезической разбивочной основы для строительства, знаки закрепления осей, монтажные риски на конструкциях. До начала съемки проверяют неизменность знаков исходной основы.

П.3 Зазоры (расстояния) между элементами, длины площадок опирания монтируемых элементов, несоосности элементов или несовпадения поверхностей, невертикальности, а также правильность положения закладных деталей следует проверять непосредственным измерением расстояний между осями или гранями. Исполнительные съемки элементов конструкций должны быть выполнены с точностью, вычисляемой по формуле:

$$\delta x_{met} \le 0{,}2\Delta x. \qquad (П.1)$$

П.4 При исполнительной съемке земляных сооружений снимают в плане бровки котлованов, траншей, границы планировочных оформляющих плоскостей. Верхнюю и нижнюю бровки снимают при глубине выемок или высоте насыпей свыше трех метров. В остальных случаях допускается снимать только нижнюю бровку.

Съемке по высоте подлежат контуры котлованов, перепады (изменения) отметок оснований под фундаменты, трубы и др. Пример графического оформления результатов съемки котлована приведен на рисунке П.1.



Обозначения:

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 съемки котлована

П.4.1 При исполнительной съемке оснований для фундаментов:

- на первом этапе определяют 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 устраивают с отметкой на расстоянии от 50 до 60 мм ниже проектной отметки опорной поверхности оборудования, поэтому исполнительную съемку первого этапа производят до подливки, а второго – после подливки основания бетоном (раствором).

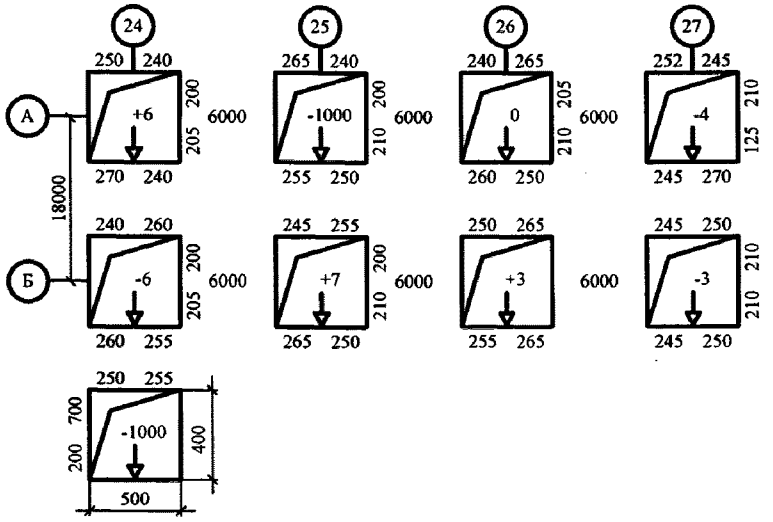
Примеры графического оформления результатов съемок сборных фундаментов приведены на рисунках П.2 и П.3.

П.4.2 При устройстве свайных фундаментов и однорядном расположении свай съемке подлежат все сваи с измерением их отклонений относительно их продольной оси, а крайние – относительно продольных и поперечных осей.

П.4.2.1 При двух- и трехрядном расположениях свай съемке подлежат крайние сваи с измерением их отклонений относительно продольных осей, а сваи, расположенные в начале и конце рядов, – относительно продольных и поперечных осей.

П.4.2.2 При сплошном свайном поле съемке подлежат крайние сваи относительно осей контура массива поля, а располагаемые по углам – относительно продольных и поперечных свай. Съемке относительно продольных и поперечных осей подлежат круглые сваи диаметром

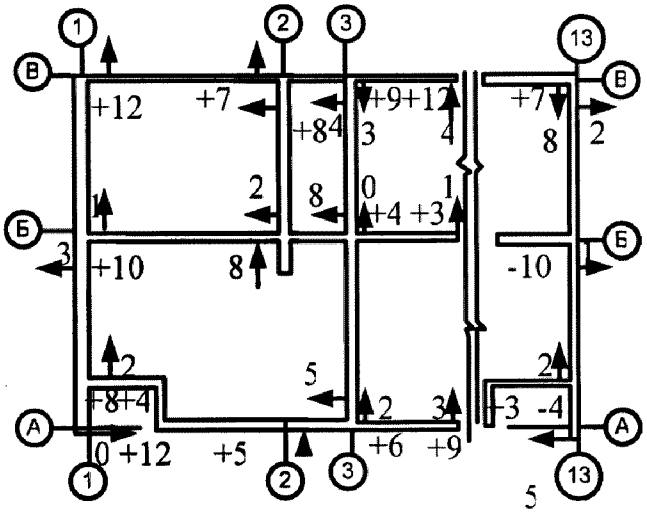
более 0,5 м, буронабивные сваи и сваи-оболочки, погружаемые через кондукторы при строительстве мостов.



Обозначения:

Проектные размеры приведены в миллиметрах; (+) – завышенные, (–) – заниженные от проектной отметки дна стакана

Рисунок П.2 – Пример исполнительной схемы планово-высотного положения стаканов фундаментов под железобетонные колонны



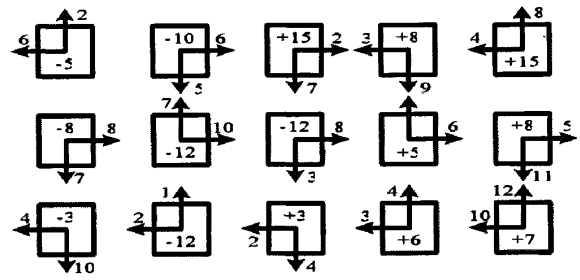
Обозначения:

Стрелками показаны смещения блоков с осей; цифрами со знаком (+) или (–) обозначены отклонения от проектной отметки в миллиметрах

Рисунок П.3 – Пример исполнительной схемы положения блоков подвальной части здания

П.4.2.3 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.



Обозначения:

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 графического оформления результатов съемок свайного поля

П.5 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.

П.5.1 На втором этапе съемки измеряют отклонения осей колодцев и кессонов от закрепленных в натуре разбивочных осей. Смещения от вертикали осей колодцев определяют погоризонтально, в сечениях с интервалом, кратным 0,1 глубины погружения, но не более чем через один метр, а также на конечной глубине.

П.5.2 Съемку по высоте выполняют геометрическим нивелированием от реперов, расположенных вне зон возможных осадок и перемещений грунта.

П.5.3 Смещения и отметки колодцев и кессонов определяют с точностью до сантиметров или в процентах их размеров и габаритов.

П.6 При исполнительной съемке опалубки и поддерживающих лесов определяют и на схемах показывают отклонения:

- расстояний между опорами изгибаемых элементов;

- между связями вертикальных поддерживающих конструкций на один метр длины и на весь пролет с интервалом через один метр;

- расстояний от вертикали или проектного наклона плоскостей опалубки и линий их пересечений на один метр и на всю высоту конструкций с интервалом не реже чем через один метр;

- 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.7 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: ноль – второй метр, первый – третий метр, второй – четвертый метр и др.

П.8 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.9 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.10 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.11 В крупнопанельных зданиях исполнительную съемку производят в плане – панелей несущих и ограждающих стен, лифтовых, санитарно-технических и других объемных элементов, панелей (плит) перекрытий. По высоте определяют 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.12 В каркасных зданиях производят исполнительную съемку 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.13 Исполнительную съемку лифтов выполняют в два этапа. На первом этапе снимают строительную 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 (кромок 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 др.

Измеренные отклонения сравнивают с допускаемыми по ГОСТ 22845 и проектной документацией.

П.14 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 все здание при его высоте более двух этажей;

- рядов кладки от горизонтали не реже чем через один метр длины, толщины растворных швов.

П.14.1 В кирпичных зданиях исполнительную съемку производят в плане – мест пересечения капитальных стен; по высоте – площадок опирания перекрытий на стены.

П.14.2 Исполнительную съемку металлических конструкций (кроме металлических каркасов и кожухов печей и труб) выполняют преимущественно в два этапа.

П.14.3 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.

П.14.4 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 др. снимают дважды (до и после проведения производственных или приемочных испытаний).

П.14.5 Исполнительную съемку второго этапа проводят после окончания всех испытаний вне зависимости от их числа.

П.14.6 Места съемки, форму отражения результатов съемки, точность измерений допускаемых отклонений устанавливают проектной документацией, ППР.

П.15 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.

П.15.1 Исполнительную съемку полов выполняют в два этапа.

П.15.2 На первом этапе определяют и фиксируют отметки элементов пола: оснований, подстилающих слоев, стяжек, сборных элементов (в том числе плит перекрытий) и др.

П.15.3 На втором этапе фиксируют отметки поверхности полов вне зависимости от результатов измерений 1-го этапа. На этом этапе проверяют ровность поверхности каждого элемента пола во всех направлениях с частотой съемки не реже чем через один метр, если иная не предусмотрена проектной документацией.

П.15.4 Критерием правильности выполненных работ являются величины просвета между гранью ребра двухметровой прямой рейки и плоскостью полов. Допускаемые величины просветов, зафиксированные при исполнительной съемке, сравнивают с требованиями, принятыми в РД и ППР.

П.16 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.17 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.18 Исполнительную съемку в плане фундаментов, возводимых под монтаж оборудования и трубопроводов, выполняют от осей или линий, им параллельных. Ориентиры осей наносят на закладные металлические изделия слесарными чертилками или кернами.

П.19 Исполнительные съемки подземных инженерных сетей и сооружений выполняют, опираясь на знаки геодезической или разбивочной сети строительной площадки.

П.20 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.21 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 в соответствии с СП 126.13330 приведен на рисунке П.5.

П.21.1 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, размеров и диаметров труб и лотков, давления в газовых и напряжения в кабельных сетях.

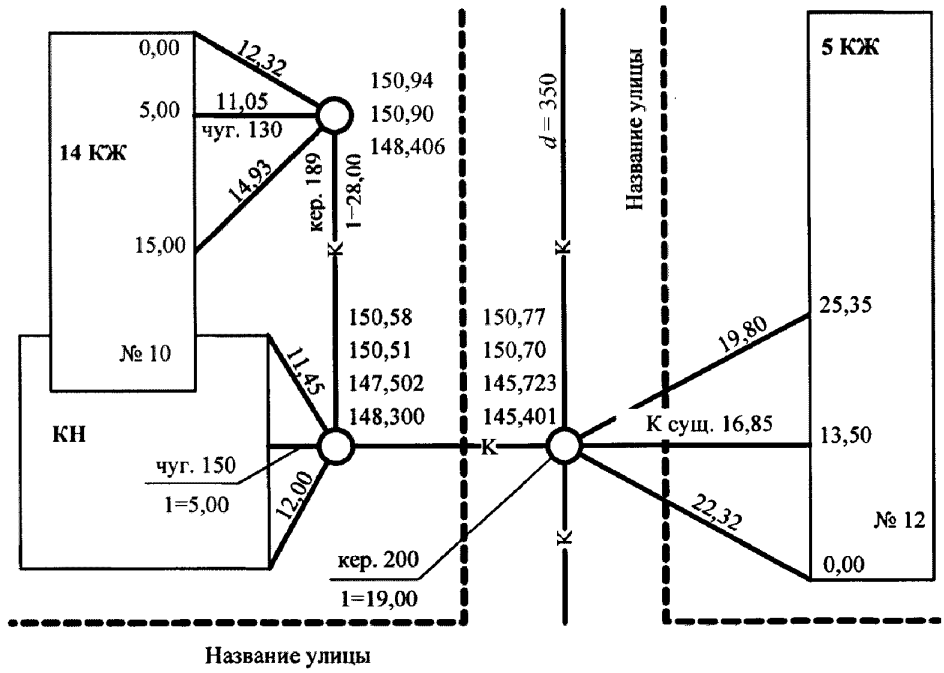


Рисунок П.5 – Пример исполнительной схемы планового и высотного положений канализационной сети

П.21.2 При расположении подземных сетей в блоках и тоннелях снимают только одну их сторону, другую же наносят по данным промеров. Выходы подземных сетей и элементы их конструкций должны быть связаны между собой или привязаны к твердым контурам застройки контрольными промерами.

П.21.3 При съемке кабелей в пучках замеры производят до крайних кабелей.

П.21.4 Обязательной съемке подлежат все подземные сооружения, пересекающие прокладку или идущие параллельно с ней, вскрытые траншеей. Одновременно со съемкой указанных элементов инженерных сетей должны быть сняты все здания, прилегающие к проезду или к трассам прокладок.

П.21.5 Ширина полосы, охватываемой съемкой, должна быть не менее 20 м в обе стороны от оси трассы или быть установлена заданием. При производстве работ рекомендуется давать еди-

ную нумерацию колодцев, камер и др. У круглых колодцев определяют центр крышки решеток, у люков прямоугольной формы – два угла.

П.21.6 При значительном заглублении определяемых элементов сетей (свыше одного метра) точки их выносят на поверхность земли при помощи отвеса или рейки с уровнями, показывающими вертикальное положение рейки.

Закругленные части снимают так, чтобы отразить подобие фигуры в масштабе составляемого плана.

П.21.7 При съемке колодцев и камер производят 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.21.8 Для газовых и тепловых сетей фиксируют расположение стыков трубопроводов относительно люков колодцев или камер с указанием типа стыка.

П.21.9 Результаты измерений заносят в абрис, где делают зарисовки в плане в сочетании со схемой прокладываемого теодолитного хода, показывают привязки к опорной застройке, линейные размеры сооружения, сечения и др.

П.21.10 В колодцах, выстроенных по типовым проектам, определяют внецентренность и ориентировку. Внецентренность колодцев определяют, как правило, с помощью отвесов или рейки.

П.21.11 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 координируют. Координирование колодцев и точек углов поворота на застроенной территории производят только по специальному заданию заказчика.

П.21.12 Съемку планового положения элементов подземной сети производят одним из нижеприведенных способов:

- способом линейных засечек – не менее чем от трех твердых точек, положение которых определено на плане топографической съемки М 1:500, указанных в ППР. При этом засечки не должны превышать длину мерной ленты или рулетки (от 20 до 50 м). Углы между смежными 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 съемочного 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 съемочного обоснования и теодолитных ходов или с вспомогательных точек, определенных указанными выше способами. Нуль лимба теодолита (тахеометра) ориентируют на твердую точку, от которой теодолит ставят на расстояние не менее чем 50 м.

В ППР должны быть указаны методики измерений, применяемые для контроля точности геометрических параметров.

П.21.13 При всех способах съемки точек подземной инженерной сети в обязательном порядке производят контрольные измерения расстояний между ними.

П.21.14 Все линейные измерения при съемках производят стальными лентами или рулетками. Точки подземной инженерной сети, расположенные в траншеях, при съемке выносят на поверхность земли отвесом.

П.21.15 Все снимаемые точки элементов подземной инженерной сети последовательно, по ходу съемки нумеруют в полевых абрисах и журналах, в том числе и электронных, с последующей печатью журнала.

П.21.16 Съемку подземных инженерных сетей, проложенных способом щитовой проходки, выполняют в соответствии с указаниями по производству и приемке работ по строительству в городах и на промышленных предприятиях коллекторных тоннелей, сооружаемых способом щитовой проходки, изложенным в ППР. Предельные ошибки определения элементов подземной инженерной сети в плане не должны быть более 0,2 м.

П.21.17 Высотное положение элементов подземной инженерной сети определяют до засыпки траншей с точностью технического нивелирования от реперов городской нивелирной сети. Определение высотных отметок от условного начала запрещается.

П.21.18 Нивелированием определяют 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, определяют отметки элементов всех ранее построенных инженерных сетей, вскрытых при строительстве. Нумерация точек, установленная в процессе горизонтальной съемки, при нивелировании не изменяется. При глубоком заложении подземных инженерных сетей, когда невозможно определить 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.21.19 По окончании обработки материалов исполнительных съемок инженерных сетей составляют исполнительный чертеж. Основой для его составления являются 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) показывают здания, их характеристику, покрытие улиц, деревья, опоры ЛЭП, ограды и пр.

П.21.19.1 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 принимают 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.21.19.2 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.

П.21.19.3 Если прокладка подземных сооружений выполнена с отклонениями от проекта, то на исполнительных чертежах должно быть указано, кем и когда эти отклонения разрешены.

П.21.19.4 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 эксплуатацию законченных строительством инженерных сетей. Исполнительные чертежи составляют в пяти экземплярах. Два экземпляра сдают в геодезическую службу при главном архитекторе города или района, один экземпляр передают заказчику (застройщику) и два – эксплуатирующей организации.

П.21.20 Контрольную геодезическую съемку подземных инженерных сетей выполняет заказчик (застройщик), осуществляющий технический надзор за строительством, или, в случае отсутствия у него специалистов, силы специализированной организации.

П.21.20.1 Не позднее чем за три дня до засыпки траншей и котлованов строительные организации обязаны вызвать заказчиков (застройщиков) для проведения инструментальной проверки соответствия планового и высотного положений построенных подземных инженерных сетей на местности их отображению на предъявляемых исполнительных чертежах.

П.21.20.2 Данные проверки планового и высотного положений инженерной сети проверяющие лица заносят в абрис и нивелирный журнал и заверяют своими подписями. На исполнительном чертеже, в нижнем правом углу, проверяющие делают следующую 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.21.20.3 В случае предоставления строительной организацией исполнительного чертежа или геодезических материалов, не отвечающих предъявляемым к ним требованиям, проверяющие составляют об этом акт и инженерную сеть до устранения выявленных недостатков в эксплуатацию не принимают.

П.21.21 По подземным инженерным сетям, имеющим большую протяженность и находящимся длительное время в процессе строительства, исполнительные чертежи могут быть представлены частями, оформленными по мере окончания строительства отдельных участков.

П.22 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

оформляет актом их собственник с участием представителей органов власти, если сети находятся на земле общего пользования данного поселения.

П.23 В ППГР следует устанавливать перечень и формы журналов геодезических измерений согласно заданным в МИ формам, а также формы журналов действительных координат контрольных точек и их отклонений, охваченных измерениями при входном, операционном и приемочном контроле СМР.

П.24 В ППР, ППГР указывают объемы и сроки, в которые должна быть проведена исполнительная съемка, требования к пояснительной записке, к формам документов отчета работ по исполнительской съемке, представляемых исполнителем.

Исполнительные съемки элементов конструкций должны быть выполнены с точностью, вычисляемой по формуле (П.1), с округлением до одного миллиметра, если в ППГР не указано иное.

Порядок проведения исполнительной съемки при строительно-монтажных работах в соответствии с СП 48.13330 и СП 160.13330 установлен в ППР или в ППГР.

П.25 В ППР, ППГР следует устанавливать требования по оценке соответствия точности измерений, полученных в ходе исполнительной съемки. Оценку соответствия точности измерений, полученных в ходе исполнительной съемки, следует проводить в соответствии с разделом 10. После положительного заключения о соответствии точности измерений в соответствии с разделом 11 выполняют оценку точности геометрического параметра. Договором или в соответствии с согласованным с техническим заказчиком ППР, ППГР стороны обоснованно могут принять другую процедуру оценки точности измерений.

П.25.1 В Пособии [12, пункт 8.9] в качестве характеристик точности при малой выборке рекомендуется применять среднее арифметическое $\overline{\delta}$ и квадратическое отклонение S малой или объединенной выборки, а при ограниченном количестве измеренных отклонений – их размах R:

$$\overline{\delta} = \sum_1^n \frac{\delta_i}{n}; \qquad (П.2)$$

$$S = \sqrt{\sum \frac{\delta_i^2}{n} - \overline{\delta}_n^2}; \qquad (П.3)$$

$$R = \delta_{max} - \delta_{min}, \qquad (П.4)$$

где δ_{max}, δ_{min} – измеренные отклонения;

n – число измеренных отклонений.

П.25.2 При распределении действительных отклонений, близких к нормальным, и определении характеристик точности S допускается их сравнение с допуском Δ по следующему условию:

$$2tS \le \Delta; \qquad (П.5)$$

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 нормативными документами.

П.25.3 При объеме выборки от пяти до десяти для обеспечения необходимой точности размах R по рекомендациям Пособия [12, пункт 8.11] сравнивают на соответствие условию:

$$R \le AS, \qquad (П.6)$$

где A – коэффициент, выбираемый по таблице П.1. Для зданий высотой более 25 м следует принимать коэффициент $A \le 5,16$.

Таблица П.1 – Коэффициент учета объемов выборки

Объем мгновенной выборки	A	Объем 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 Российской Федерации

[2] Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании»

[3] Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»

[4] Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»

[5] Рекомендации по межгосударственной стандартизации РМГ 29-2013 — Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения

[6] Правила международной стандартизации ПМГ 96-2009 — Государственная система обеспечения единства измерений. Результаты и характеристики качества измерений. Формы представления

[7] Постановление Правительства РФ от 31 октября 2009 г. № 879 «Об утверждении Положения о единицах величин, допускаемых к применению в Российской Федерации»

[8] Рекомендации по межгосударственной стандартизации ГСИ РМГ 43-2001 — Государственная система обеспечения единства измерений. Применение «Руководства по выражению неопределенности измерений»

[9] Рекомендации по межгосударственной стандартизации РМГ 91-2009 — Государственная система обеспечения единства измерений. Совместное использование понятий «Погрешность измерения» и «Неопределенность измерения». Общие принципы

[10]	Методические указания РД 50-98-86	Выбор универсальных средств измерений линейных размеров до 500 мм
[11]	Рекомендация Р 50.2.038-2004	Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей и неопределенности результата измерений
[12]	Пособие к СНиП 3.01.03-84	Пособие по производству геодезических работ в строительстве к СНиП 3.01.03-84. Разработано ЦНИИОМТП (утв. приказом ЦНИИОМТП от 10 июля 1985 г. № 147)
[13]	МДС 13-22-2009	Методика геодезического мониторинга технического состояния высотных и уникальных зданий и сооружений

ОКС: 01.120 ОКПД-2: 43.99.90

Вид работ 1.2 по приказу Минрегиона России от 30 декабря 2009 г. № 624.

Ключевые слова: система измерений, строительство, измерения, геометрические параметры зданий и сооружений, контроль точности

Издание официаьное

Стандарт организации

Система измерений в строительстве

ИЗМЕРЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ И КОНТРОЛЬ ИХ ТОЧНОСТИ

СТО НОСТРОЙ 2.1.94-2013

Подготовлено к изданию Издательско-полиграфическим предприятием ООО «Бумажник»
Тел.: 8 (495) 971-05-24, 8-910-496-79-46
E-mail: gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru