НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ СТРОИТЕЛЕЙ

Стандарт организации

Объекты использования атомной энергии

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В ПЕРИОД СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ

СТО НОСТРОЙ 2.1.198-2016

ИЗДАНИЕ ОФИЦИАЛЬНОЕ

Москва 2018

gost.e-ecolog.ru

НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ СТРОИТЕЛЕЙ

Стандарт организации

Объекты использования атомной энергии

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В ПЕРИОД СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ

СТО НОСТРОЙ 2.1.198-2016

Издание официальное

Общество с ограниченной ответственностью
«Центр технических компаний атомной отрасли»

Издательско-полиграфическое предприятие
Общество с ограниченной ответственностью «Бумажник»

2018 год

Предисловие

1	РАЗРАБОТАН	Обществом с ограниченной ответственностью «Центр технических компетенций атомной отрасли»
2	ПРЕДСТАВЛЕН НА УТВЕРЖДЕНИЕ	Комитетом по строительству объектов энергетики и электросетевого хозяйства Национального объединения строителей протокол № 23 от 29.04.2015
3	УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ	Решением Совета Национального объединения строителей № 76 от 17.02.2016
4	ВВЕДЕН	ВПЕРВЫЕ

© Ассоциация «Национальное объединение строителей», 2014
© СРО НП «СОЮЗАТОМСТРОЙ», 2014

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

Содержание

1 Область применения... 1
2 Нормативные скидки 2
3 Термины и определения 5
4 Обозначения и сокращения 12
5 Общие положения 12
5.1 Цель геодезического мониторинга 12
5.2 Объекты геодезического мониторинга 13
5.3 Периодичность геодезического мониторинга 14
5.4 Контролируемые параметры деформаций 15
5.5 Организация геодезического мониторинга 16
6 Техническое задание 16
7 Программа геодезического мониторинга 18
8 Разработка проектов геодезических сетей 21
9 Геодезические знаки 27
9.1 Геодезические знаки опорных сетей 27
9.2 Деформационные марки 29
9.3 Марки для определения деформаций земляных сооружений 31
10 Способы определения вертикальных смещений 32
10.1 Общие требования 32
10.2 Способ геометрического нивелирования 35
10.3 Тригонометрическое нивелирование 39
10.4 Гидростатическое нивелирование 39
11 Способы определения горизонтальных смещений 42
11.1 Общие требования 42
11.2 Способ полигонометрии 44
11.3 Способ триангуляции 45

11.4 Способ трилатерации 46
11.5 Линейно-угловая сеть 47
11.6 Способ спутниковых измерений 47
11.7 Способ створных наблюдений 48
11.8 Полярный способ 50
11.9 Способ засечек… 50
11.10 Способ линейных измерений 51
11.11 Использование прямых и обратных отвесов 51
12 Способы определения крена 52
12.1 Общие требования 52
12.2 Способ вертикального проектирования 55
12.3 Способ определения крена при помощи прямых отвесов 55
12.4 Способ определения крена при помощи обратных отвесов 56
12.5 Способ определения крена инклинометрами 57
12.6 Способ определения крена нивелированием 58
12.7 Определение крена способом измерения малых углов 58
12.8 Определение крена способом координат 58
12.9 Определение крена способом наклонного проектирования 60
13 Способы наблюдений за трещинами 60
13.1 Общие требования 60
13.2 Наблюдения с помощью установки маяков 63
13.3 Линейные измерения трещин 64
13.4 Измерения трещин геодезическими способами 65
14 Регистрация, обработка измерений 66
14.1 Регистрация геодезических измерений 66
14.2 Камеральная обработка результатов измерений 67
15 Оценка устойчивости и выбор исходного знака 68
16 База данных геодезического мониторинга 69

17 Предварительная обработка данных мониторинга 70
17.1 Общие положения 70
17.2 Интерполяция и экстраполяции временных рядов 71
17.3 Расчет пропущенных значений 73
17.4 Расчет смещения при перезакладке знака 73
17.5 Выбор исходного цикла для анализа и расчет исходных значений 74
18 Анализ данных геодезического мониторинга 75
18.1 Общие положения 75
18.2 Принципы анализа данных геодезического мониторинга 76
18.3 Основные виды расчетных данных 78
18.4 Особенности определения средней осадки 81
18.5 Особенности определения максимальной осадки 81
18.6 Особенности определения относительного крена 82
18.7 Особенности определения относительной разности осадки 83
18.8 Относительный прогиб или выгиб 83
18.9 Относительная кривизна кривой (поверхности) 84
18.10 Горизонтальные смещения… 84
19 Прогнозирование… 84
20 Представление данных геодезического мониторинга 86
21 Метрологическое обеспечение геодезического мониторинга 89
22 Контроль выполнения работ 91
Приложение А (справочное) Перечень сооружений и ответственных строительных конструкций ОИАЭ, подлежащих геодезическому мониторингу 98
Приложение Б (рекомендуемое) Контролируемые параметры основных типов несущих конструкций, зданий и сооружений ОИАЭ 101

Приложение В (рекомендуемое) Предельные отклонения контролируемых параметров СКЗиС согласно требованиям нормативных документов 106
Приложение Г (рекомендуемое) Условные обозначения типичных дефектов поверхностей конструкций 113
Приложение Д (рекомендуемое) Оценка устойчивости опорной высотной сети 114
Приложение Е (рекомендуемое) Оценка устойчивости опорной плановой сети 116
Приложение Ж (справочное) Пример расчетной таблицы БД… 121
Приложение И (справочное) Пример расчета корреляционной матрицы 123
Приложение К (справочное) Пример интерполяции по межцикловым смещениям… 124
Приложение Л (справочное) Пример расчета характеристик перезакладки марки 126
Приложение М (справочное) Пример расчета значения на исходный цикл измерений при помощи регрессионной модели суммарных смещений 129
Приложение Н (справочное) Порядок расчета значения на исходный цикл измерений при помощи линейной интерполяции суммарных смещений 131
Приложение П (справочное) Анализ временного ряда 132
Приложение Р (справочное) Формы ведомостей и графиков, используемых при анализе и прогнозе результатов геодезического мониторинга 134
Приложение С (обязательное) Карта контроля соблюдения требований СТО НОСТРОЙ 2.1.198-2016 151
Библиография 161

Введение

Обеспечение безопасности действующих и строящихся объектов использования атомной энергии – основная задача атомной отрасли, которая решается выполнением долговременных мероприятий, одно из которых – проведение мониторинга. Введение жестких норм по безопасности, реализация технологических схем через объединение разных типов объектов использования атомной энергии в единые промышленные комплексы и, при этом, отсутствие нормативных документов по проведению геодезического мониторинга деформаций для ряда объектов использования атомной энергии вызвали необходимость подготовки общего стандарта по геодезическому мониторингу для объектов использования атомной энергии.

Настоящий стандарт разработан с учетом требований Федеральных законов № 184-ФЗ от 27 декабря 2002 г. «О техническом регулировании», № 384-ФЗ от 30 декабря 2009 г. «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

Стандарт устанавливает правила производства геодезического мониторинга в период строительства и эксплуатации зданий и сооружений объектов использования атомной энергии с учетом требований по безопасности, регламентированных действующими нормативными документами Российской Федерации в области использования атомной энергии и строительства, изложенных в соответствующих требованиях и руководствах.

СТАНДАРТ НАЦИОНАЛЬНОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ СТРОИТЕЛЕЙ

Объекты использования атомной энергии

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В ПЕРИОД СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ

Objects of Use of Atomic Energy.

Geodetic monitoring of buildings and structures during construction and operation

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает общие требования и правила выполнения геодезического мониторинга деформаций зданий и сооружений объектов использования атомной энергии при их строительстве и эксплуатации, как составной части геотехнического мониторинга, предусмотренного СП 22.13330.2016 (пункт 12.3) и не распространяется на грунтовой массив, окружающий наблюдаемые здания и сооружения.

1.2 Требования настоящего стандарта распространяются на строящиеся и эксплуатируемые объекты использования атомной энергии:

- здания и сооружения ядерных установок, в том числе атомных станций; сооружения с промышленными и исследовательскими ядерными реакторами, критическими и подкритическими ядерными стендами; сооружения с ядерным топливом и материалами, в том числе, с установками для их производства, использования и переработки;

- сооружения стационарных радиационных источников с генерируемым ионизирующим излучением или изделиями, содержащими радиоактивные вещества;

Издание официальное

- стационарные объекты и сооружения, предназначенные для хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ, хранилища радиоактивных отходов.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте приведены ссылки на следующие нормативные документы:

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

ГОСТ 4401–81 Атмосфера стандартная. Параметры

ГОСТ 10529–96 Теодолиты. Общие технические условия

ГОСТ 15467–79 Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения

ГОСТ 21830–76 Приборы геодезические. Термины и определения

ГОСТ 22268–76 Геодезия. Термины и определения

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 26433.1–89 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 31380–2009 Глобальные навигационные спутниковые системы. Аппаратура потребителей. Классификация

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

ГОСТ Р 8.565–2014 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение эксплуатации атомных станций. Основные положения

ГОСТ Р 22.1.12–2005 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Общие требования

ГОСТ Р 51774–2001 Тахеометры электронные. Общие технические условия

ГОСТ Р 51872–2002 Документация исполнительная геодезическая. Правила выполнения

ГОСТ Р 53606–2009 Глобальная навигационная спутниковая система. Методы и технологии выполнения геодезических и землеустроительных работ. Метрологическое обеспечение. Основные положения

ГОСТ Р 53607–2009 Глобальная навигационная спутниковая система. Методы и технологии выполнения геодезических и землеустроительных работ. Определение относительных координат по измерению псевдодальностей. Основные положения

ГОСТ Р ИСО/ТО 10017–2005 Статистические методы. Руководство по применению в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001

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 ГСИ. 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 17123-8–2011 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)

СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия

СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений

СП 48.13330.2011 Организация строительства

СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции

СП 126.13330.2017 Геодезические работы в строительстве

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по опубликованным в текущем году выпускам ежемесячно издаваемого информационного указателя «Национальные стандарты». Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт (документ) на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения.

Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

Сведения о действии сводов правил могут быть проверены в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины в соответствии с Федеральным законом [1], ГОСТ 22268, ГОСТ 21830, РМГ 29-2013 [2], ОСТ 68-14-99 [3], а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **абсолютная величина смещения:** Смещение (перемещение) любой точки объекта мониторинга между первым и повторным анализируемым циклами измерений.

3.2 **база данных:** Организованная в соответствии с определенными правилами и поддерживаемая в памяти компьютера совокупность данных, характеризующая актуальное состояние некоторой предметной области и используемая для удовлетворения информационных потребностей пользователей.

3.3 **базовая линия анализа и прогноза:** Среднее или средневзвешенное положение анализируемого параметра временного ряда.

3.4 **вертикальное перемещение:** Перемещение (смещение) в вертикальной плоскости точки сооружения или здания (фундамента, грунта), происходящее в результате действия вертикальных нагрузок на основание, температурно-климатических воздействий на грунт и конструкции зданий и сооружений.

3.5 **временной ряд (или ряд динамики):** Собранный в разные моменты времени статистический материал о значении каких-либо параметров (в простейшем случае одного) исследуемого процесса. Каждая единица статистического материала называется измерением или отсчетом на указанный с ним момент времени.

3.6 **высотная опорная геодезическая сеть:** Сеть постоянно закрепленных реперов, взаимное положение которых определено в единой системе высот, и служащих опорными пунктами для развития деформационных высотных сетей.

3.7 **горизонтальное смещение:** Смещение (перемещение) точки сооружения или здания (фундамента, грунта) в горизонтальной плоскости, происходящее в результате действия горизонтальных нагрузок на основание или как результат значительных вертикальных смещений здания или сооружения под действием неравномерных нагрузок и температурно-климатических воздействий.

3.8 **деформационная геодезическая сеть:** Совокупность точек, закрепленных марками или знаками на контролируемых зданиях, сооружениях, конструкциях и оборудовании с целью контроля их деформаций, положение которых определено в единой системе координат.

3.9 **деформация:** Изменение формы и размеров объекта вследствие конструктивных особенностей, действия нагрузок и температурно-климатических воздействий, а также изменение положения объекта относительно первоначального.

3.10 **дилатация:** Полное смещение объекта на поверхности или в пространстве с сохранением его геометрии.

3.11 **динамика:** Состояние движения, ход развития, изменение какого-либо явления или процесса под влиянием действующих на него факторов.

3.12 **идентификация тренда:** Определение основных систематических компонент наблюдаемого процесса.

3.13 **интерполяция:** Способ нахождения промежуточных значений величины по имеющемуся дискретному набору известных значений.

3.14 **исходный репер или центр:** Репер или центр, хранящий координаты, принятые в качестве исходных данных в высотной или плановой сети.

3.15 **исходные или первичные данные для анализа:** Данные, включающие временные ряды координат и высот опорной и деформационной сетей после уравнивания.

3.16 **исходный цикл:** Цикл измерений, относительно которого производятся все дальнейшие вычисления по всей совокупности геодезических знаков каждого объекта.

3.17 **коэффициент корреляции:** Мера статистической зависимости между двумя и более случайными величинами с уровнем значимости, вычисляемым через доверительный интервал, подчиняемый распределению Стьюдента с n^{-2} степенями свободы.

3.18 **коэффициент детерминации R^2**: Доля дисперсии зависимой переменной, объясняемая рассматриваемой моделью зависимости, то есть объясняющими переменными.

3.19 **крен зданий, сооружений и строительных конструкций**: Необратимое смещение плоскостей симметрии зданий, сооружений и строительных конструкций от вертикальных плоскостей.

3.20 **куст реперов:** Группа из не менее трех реперов высотной опорной геодезической сети.

3.21 **маяк:** Сигнальное устройство, устанавливаемое на трещине/шве/стыке для того, чтобы изменение параметров трещины (раскрытие, закрытие, сдвиг, удлинение и т.п.) можно было определить визуально – без применения дополнительных инструментов и приспособлений.

3.22 **маяк-щелемер:** Устройство для наблюдений (мониторинга) за трещинами/швами/стыками, совмещающее в себе сигнальную функцию для визуального выявления факта изменения параметров трещин/швов/стыков с функцией измерения величины этих изменений.

3.23

метрологическая экспертиза: Анализ и оценка правильности установления и соблюдения метрологических требований применительно к объекту, подвергаемому экспертизе.

[ГОСТ Р 8.565–2014, пункт 3.20]

3.24 **математическая модель конструкции, здания и сооружения:** Математическое представление конструкции, здания (сооружения) в виде системы узлов, работающих совместно, позволяющей оценить распределение усилий в конструкциях здания (сооружения) от различных нагрузок и воздействий, моделируемых на основе прогнозных или фактических деформаций.

3.25

математическая модель объекта измерений: Математическая модель зависимости между физическими величинами, характеризующими свойства объекта измерений.

[Р 50.2.004–2000 [4, пункт 3.1]]

3.26

методика выполнения измерений: Установленная совокупность операций и правил при измерении, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с гарантированной точностью в соответствии с принятым методом.

[РМГ 29-2013 [2, пункт 7.11]]

3.27 **метрологическое обеспечение геодезического мониторинга:** Комплекс организационных, нормативно-методических и технических мероприятий, проводимых метрологической службой с целью достижения единства геодезических измерений при проведении геодезического мониторинга зданий и сооружений.

3.28 **модель Хольта-Уинтерса:** Прогностическая временная модель, в которой учитывается наличие линейного тренда и сезонности (периодически коррелируемого годичного случайного процесса).

3.29 **модель Тейла-Вейджа:** Прогностическая временная модель, в которой учитывается наличие аддитивного линейного тренда и сезонности (периодически коррелируемого годичного случайного процесса).

3.30 **мониторинг геодезический (геодезический мониторинг):** Систематический контроль на основе геодезических измерений состояния строительных конструкций, зданий и сооружений с целью оперативного предупреждения или устранения выявленных негативных явлений и процессов.

3.31 **начальный цикл:** Цикл измерений, при котором были впервые определены координаты или высота любого геодезического знака.

3.32

обратный отвес: Натянутая струна, закрепленная в нижних горизонтах. С помощью уровней или поплавка в жидкости струна приводится в отвесное положение, что позволяет передавать в верхний горизонт координаты нижней точки.

[ГОСТ 24846–2012, пункт 3.33]

3.33 **объект мониторинга:** Объект использования атомной энергии, для которого осуществляются регулярные измерения его геометрических параметров с целью своевременной оценки опасности выявленных деформаций для целостности и функциональной способности конструкций зданий и сооружений.

3.34 **осадка:** Вертикальное смещение (перемещение) здания или сооружения, происходящее в результате уплотнения грунта под воздействием собственного веса и внешних нагрузок.

3.35 **перезакладка геодезического знака**: Восстановление геодезического знака после повреждения или, при полной утере, заложение нового знака. Характеристикой перезакладки являются величины приращений координат или превышение относительно первоначального знака.

3.36 **плановая опорная геодезическая сеть:** Сеть определенным образом расположенных и постоянно закрепленных геодезических знаков, взаимное положение которых определено в единой системе координат, и служащих опорными пунктами для развития деформационных плановых сетей.

3.37 **преобразованные данные для анализа:** Временные ряды, составленные из величин искомых деформационных параметров (суммарные смещения,

межцикловые смещения, абсолютные или относительные разности осадки, крены, прогибы, кривизны) на момент наблюдений.

3.38 **приведенные данные:** База данных, включающая временные ряды координат и высот опорной и деформационной сетей после выбраковки, компенсации перезакладки, интерполяции и экстраполяции пропущенных значений и приведения к исходному циклу.

3.39 **погрешность результата измерения:** Отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины.

3.40 **полиномиальное сглаживание (скользящее среднее):** Общее название для семейства функций, значения которых в каждой точке определения равны среднему значению или средневзвешенному исходной функции за предыдущий период. Скользящее среднее обычно используется с данными временных рядов для сглаживания краткосрочных колебаний и выделения основных тенденций или циклов.

3.41 **предельная погрешность измерения:** Погрешность, которая с заданной вероятностью не должна превышать по абсолютной величине погрешности результатов измерений.

3.42 **равноотстающий ряд:** Временной ряд с равными временными интервалами.

3.43 **неравноотстающий ряд:** Временной ряд с неравными временными интервалами.

3.44 **расчетное значение деформации:** Рассчитанная Генпроектировщиком на основе расчетно-экспериментальных методов или математических моделей предельная величина деформации строительных конструкций, зданий или сооружений на основе их конкретных характеристик и условий строительства и эксплуатации.

3.45 **регуляризованные данные для прогноза:** Временные ряды, составленные из величин искомых деформационных параметров (суммарные, межцик-

ловые смещения, абсолютные и относительные разности осадки, крены, прогибы, кривизны) на заданный промежуток времени.

3.46 **сингулярный спектральный анализ;** SSA: Математический метод анализа временных рядов, при котором поведение значения ряда рассматривается как результат сложения шумовой, трендовой и нескольких волновых составляющих.

Примечание – SSA используется для определения вероятного поведения значения ряда в самом ближайшем будущем.

3.47 **текущая величина смещения:** Смещение (перемещение) любой точки объекта мониторинга за время между предыдущим и текущим циклом измерений.

3.48

тренд: Тенденция к возрастанию или убыванию наблюдаемых значений, нанесенных на график в порядке их получения после исключения случайных ошибок и циклических эффектов. Тренды могут быть описаны различными уравнениями – линейными, логарифмическими, степенными и т.д. Фактический тип тренда устанавливают на основе подбора его функциональной модели статистическими методами либо сглаживанием исходного временного ряда.

[ГОСТ Р 50779.10–2000, пункт 2.47]

3.49 **устойчивость знака:** Способность геодезического знака оставаться неподвижным относительно опорных знаков геодезической сети. Характеризуется диапазоном смещений, связанным с ошибками измерений в виде временного ряда.

3.50 **щелемер:** Устройство применяемое для выполнения, при мониторинге состояния конструкций, измерений величин изменения параметров трещин/швов/стыков.

3.51 **экстраполяция:** Особый тип аппроксимации, при котором функция аппроксимируется вне заданного интервала, а не между заданными значениями.

3.52 **экспоненциальное сглаживание:** Метод математического преобразования, используемый при анализе и прогнозировании временных рядов.

$$S_t = \begin{cases} C_1 & : t = 1 \\ S_{t-1} + \alpha \cdot (C_t - S_{t-1}) : t > 1 \end{cases},$$

где S_t – сглаженный ряд;

C_t – исходный ряд;

a– коэффициент сглаживания, который выбирается *apriori* $0 < \alpha < 1$.

4 Сокращения

В настоящем стандарте приняты следующие сокращения:

АРПСС – авторегрессия и параметры скользящего среднего;

АС – атомная станция;

БД – база данных;

ГЛОНАСС – глобальная навигационная спутниковая система РФ;

МНК – метод наименьших квадратов;

ОИАЭ – объект использования атомной энергии;

ПГМ – программа (проект) геодезического мониторинга;

СКЗиС – строительные конструкции зданий и сооружений;

СКП – средняя квадратическая погрешность;

СРО – саморегулируемая организация;

СТО – стандарт организации;

ТЗ – техническое задание.

5 Общие положения

5.1 Цель геодезического мониторинга

5.1.1 Основная цель геодезического мониторинга объектов использования атомной энергии (ОИАЭ) – сбор необходимой информации о планово-высотных

смещениях наблюдаемого объекта, для проведения оценки, анализа и прогноза развития деформаций объекта.

5.2 Объекты геодезического мониторинга

5.2.1 Объектами геодезического мониторинга являются здания, сооружения, их несущие конструкции.

5.2.2 Перечень подлежащих наблюдению несущих конструкций зданий и сооружений определяет Генпроектировщик в ТЗ, исходя из их влияния на безопасность ОИАЭ.

5.2.3 Объекты геодезического мониторинга по влиянию их элементов на безопасность следует подразделять на четыре класса (НП-001-97 [5], НП-016-05 [6], НП-033-01 [7] и др.). Справочный перечень сооружений и ответственных строительных конструкций ОИАЭ, которые, в соответствии с их классом безопасности, категории и уровню ответственности подлежат геодезическому мониторингу, приведен в приложении А.

5.2.4 Объектами геодезического мониторинга в соответствии с требованиями Генпроектировщика могут быть:

- дно котлована после снятия с него природного давления; здания и сооружения окружающей застройки (попадающие в зону влияния нового строительства);
- фундаменты;
- стены и перекрытия подземной части;
- колонны, стены и перекрытий надземной части;
- покрытия и оболочки; фундаменты отдельных видов агрегатов, резервуаров, электроустановок;
- фундаменты технологического оборудования, специальных установок научного и промышленного применения;
- облицовки стен и дна бассейнов специального назначения;
- температурные швы и трещины в сооружениях и облицовках;
- несущие колонны, консоли и балки подкрановых путей;
- опоры транспортных эстакад, эстакад технологических или электрических коммуникаций;

- дымовые и вентиляционные трубы;

- гидротехнические сооружения, в том числе земляные и другие ответственные конструкции и сооружения.

5.2.5 В процессе проведения геодезического мониторинга перечень наблюдаемых конструкций, зданий и сооружений может быть скорректирован по решению Генпроектировщика.

5.3 Периодичность геодезического мониторинга

5.3.1 Объекты использования атомной энергии согласно ГОСТ Р 22.1.12 следует относить к особо опасным, потенциально создающим угрозу возникновения источника чрезвычайной ситуации.

5.3.1.1 В развитие требований Федерального закона [8, пункт 4, статья 15], НП-033-11 [7, пункт 3.8] и НП 064-05 [9, пункт 7.1] геодезический мониторинг деформаций ОИАЭ должен проводиться в течение всего периода их строительства и эксплуатации, включая периоды приостановки (консервации) строительных работ и реконструкции.

5.3.2 Периодичность проведения геодезического мониторинга СКЗиС должна быть установлена Генпроектировщиком, исходя из:

- уровня ответственности (повышенной, нормальной, пониженной) в соответствии с Федеральным законом [8];

- категорий зданий и сооружений по условиям их ответственности за радиационную и ядерную безопасность (I, II или III) согласно ПиН АЭ-5.6 [10];

- категории сейсмостойкости (I, II или III) согласно НП-031-01 [11];

- классов безопасности элементов объекта (1, 2, 3 и 4) согласно НП-001-97 [5], НП-016-05 [6], НП-033-01 [7] и др.

5.3.2.1 Здания и сооружения, в которых располагаются элементы, системы, установки 4 класса (не влияющие на безопасность), могут наблюдаться исходя из общепромышленных требований.

5.3.2.2 Периодичность проведения циклов геодезического мониторинга должна быть указана в ТЗ и приводиться в ПГМ.

5.3.3 В процессе проведения геодезического мониторинга периодичность геодезических наблюдений может быть скорректирована по решению Генпроектировщика.

5.4 Контролируемые параметры деформаций

5.4.1 Контролируемыми параметрами деформаций в процессе проведения геодезического мониторинга являются величины изменения взаимного положения контролируемых точек зданий или сооружений относительно друг друга или относительно положения, заданного проектной документацией или первоначально определенного при проведении периодических измерений.

5.4.2 Для определения контролируемых параметров деформаций следует проводить геодезические измерения вертикальных и горизонтальных смещений контрольных точек СКЗиС в соответствующих плоскостях: вертикальной и горизонтальной.

5.4.3 Перечень и точность определения контролируемых параметров деформации наблюдаемых СКЗиС определяет Генпроектировщик в ТЗ.

5.4.4 К контролируемым параметрам деформаций СКЗиС согласно СП 22.13330.2016 (пункт 5.6.4) и СП 126.13330.2012 (пункт 8.6) относятся:

- абсолютная величина смещения;
- текущая величина смещения;
- средняя величина смещения;
- разности смещений контрольных точек;
- относительная разность смещений контрольных точек;
- скорость и приращения скоростей смещений;
- крен;
- относительный прогиб или выгиб конструкции;
- кривизна изгибаемого участка сооружения или конструкции;
- относительный угол закручивания конструкции.

5.4.4.1 В приложении Б приведены расчетные формулы и формулы оценки точности для определяемых величин.

5.4.5 Контролируемые параметры следует измерять и вычислять в величинах, определенных в Международной метрической системе единиц измерений, применяемой в Российской Федерации в соответствии с Постановлением Правительства РФ [12] и ГОСТ 8.417.

5.4.6 В процессе проведения геодезического мониторинга перечень и точность определения контролируемых параметров деформации может быть скорректирована по решению Генпроектировщика.

5.5 Организация геодезического мониторинга

5.5.1 При организации и проведении геодезического мониторинга поэтапно выполняются следующие работы:

- получение ТЗ и разработка на его основе ПГМ;
- закладка знаков опорной и деформационной сетей;
- проведение дискретных (при необходимости – непрерывных) циклов геодезического мониторинга с помощью инструментальных геодезических (маркшейдерских) методов;
- регистрация, обработка и представление результатов мониторинга;
- метрологическое сопровождение геодезического мониторинга;
- контроль выполненных работ.

6 Техническое задание

6.1 ТЗ на подготовку ПГМ составляется Генпроектировщиком, утверждается застройщиком или техническим заказчиком. ТЗ на организацию и проведение геодезического мониторинга составляется застройщиком или техническим заказчиком на основе ПГМ и согласовывается Генпроектировщиком. Ответственность за полноту и достоверность данных ТЗ несут Генпроектировщик и технический заказчик.

6.2 ТЗ на подготовку ПГМ должно содержать следующие сведения и данные:

- наименование ОИАЭ, назначение и уровень ответственности объектов мониторинга;

- сведения о степени опасности площадки согласно НП-064-05 [9];

- сведения об этапе (графике) строительных работ и сроке эксплуатации ОИАЭ;

- конструктивные особенности объекта, характеристики несущих конструкций;

- перечень параметров деформаций СКЗиС, которые предстоит контролировать и требования к точности их определения;

- значения предельных и (или) расчетных значений и скоростей деформаций;

- требования к результатам работ (состав, сроки, виды отчетной документации, порядок и форма ее представления);

- перечень нормативных документов, определяющих требования к геодезическому мониторингу;

- сведения об имеющихся у заказчика материалах с результатами ранее проводимого геодезического мониторинга;

- специфические условия и режим эксплуатации объекта мониторинга;

- перечень ответственных представителей заказчика, уполномоченных решать организационные и технические вопросы по проведению геодезического мониторинга на ОИАЭ.

6.3 Приложение к ТЗ должно включать:

- Генеральный план, стройгенплан, проект вертикальной планировки объекта, топографический план на комплекс сооружений или отдельный контролируемый объект;

- комплект строительных чертежей на подлежащие контролю несущие конструкции зданий и сооружений;

- схемы размещения существующей контрольно-измерительной аппаратуры для геодезических наблюдений по каждому сооружению;

- схемы расположения существующих знаков опорных геодезических сетей и существующих деформационных сетей;

- каталог координат и высот пунктов государственной геодезической сети, используемых геодезической службой эксплуатируемого объекта или генподрядчиком строительства;

- каталоги координат и высот пунктов существующих опорных и деформационных сетей;

- ведомости абсолютных деформаций марок деформационной сети за предшествующий период наблюдений;

- информационные материалы с результатами анализа и прогнозированием деформаций (при наличии);

- результаты исполнительных съемок наблюдаемых конструкций выполненных при вводе объекта в эксплуатацию или последних, произведенных на стадии эксплуатации объекта.

6.4 В ТЗ не допускается устанавливать объемы, способы и методики выполнения работ; их определяет и обосновывает исполнитель в ПГМ.

6.5 Генеральный проектировщик передает разработчику ПГМ результаты расчетной математической модели с величинами предельно допустимых изменений геометрических параметров конструкций зданий и сооружений или их смещений, относительно положения, заданного проектной документацией.

7 Программа геодезического мониторинга

7.1 ПГМ является основным и обязательным организационным и методическим документом при выполнении геодезического мониторинга, на ее основе следует подготовить конкурсную и договорную документацию на выполнение работ по геодезическому мониторингу.

7.2 ПГМ следует разработать в соответствии с требованиями данного СТО, ТЗ и требованиями действующей нормативной документации для данного вида работ. ПГМ может разрабатываться отдельно или входить в состав ППГР, разрабатываемого для объекта строительства (реконструкции) согласно МДС 13-22.2009 [13, подпункт 1.1.7].

7.3 Рекомендуемый перечень разделов ПГМ включает:

а) введение;

б) общая характеристика объекта:

1) природно-техногенные характеристики:

- административная и географическая характеристика;
- климатические условия;
- краткие геологические и гидрогеологические свойства площадки наблюдения;

2) инженерно-технические характеристики:

- схема размещения наблюдаемых объектов;
- данные о ранее проведенных геодезических наблюдениях;

в) проект геодезического мониторинга:

1) исходные данные для проектирования:

- краткая техническая характеристика объекта;
- категория безопасности сооружения;
- наблюдаемые параметры и их расчетные и/или предельные величины;

2) проект и разработка методики геодезических измерений по деформационной сети:

- разработка проекта размещения марок деформационной сети;
- разработка конструкции деформационных марок;
- предрасчет точности геодезических измерений;
- разработка методики геодезических измерений;
- назначение цикличности измерений по деформационной сети;

3) проект и разработка методики геодезических измерений по опорной сети:

- разработка проекта размещения знаков опорной сети;
- разработка конструкции опорных геодезических знаков;
- предрасчет точности геодезических измерений;
- назначение цикличности измерений по опорной сети;

г) регистрация, обработка результатов повторных измерений:

1) разработка требований к регистрации результатов измерений;

2) методика оценки устойчивости опорной сети;

3) методика уравнивания опорной и деформационной сетей;

4) методика расчета контролируемых параметров деформации;

д) организация баз данных (БД) результатов полевых измерений:

1) способы обработки и анализа баз данных;

2) представление результатов мониторинга;

е) метрологическое обеспечение геодезического мониторинга;

ж) контроль выполненных работ;

и) охрана труда и техника безопасности;

к) объемы работ и спецификация.

7.4 В разделе «Охрана труда и техника безопасности» следует приводить основные требования по безопасному проведению работ, исходя из их специфики и на основании правил по технике безопасности ПТБ-88 [14] и инструкций по эксплуатации геодезических приборов, задействованных в измерениях. Следует предусматривать мероприятия по предотвращению вредного возможного воздействия на работающих и технику радиоактивного излучения, шумовых, вибрационных, температурных и других воздействий.

7.5 Ведомость объемов работ и спецификацию на рекомендуемое ПГМ оборудование, материалы и изделия следует приводить в разделе «Объемы работ. Спецификация» и включать данные, необходимые для расчета стоимости геоде-

зических и других работ, а также стоимости материалов и изделий, необходимых для закладки и изготовления знаков и деформационных марок.

7.6 Приложением к ПГМ являются копия ТЗ, схемы запроектированных геодезических сетей, предварительные каталоги координат пунктов и ведомости проектных погрешностей определения элементов сетей, расчеты точностей определения параметров деформаций и точностей измерений плановых и высотных сетей, эскизы или чертежи геодезических знаков, марок, установочного оборудования, исходные требования на проведение буровых или иных вспомогательных работ, а также рекомендуемые образцы оформления результатов наблюдений деформаций.

8 Разработка проектов геодезических сетей

8.1 Под разработкой проекта геодезической (маркшейдерской) сети (плановой или высотной) следует понимать совокупность действий, связанная с рассмотрением различных вариантов схем построения (плановой, высотной) сети и методов измерений в ней с целью выбора окончательного варианта построения сети (плановой, высотной), который обеспечит передачу координат (x, y, H) с опорных знаков на деформационные марки с требуемой точностью и в заданный временной интервал.

8.2 В процессе разработки проекта сети следует выполнять:

- разработку схем развития опорных и деформационных сетей;

- согласование схем с местами расположения знаков геодезической основы и деформационных марок с Генпроектировщиком и техническим заказчиком (застройщиком);

- уравнивание моделей опорной и деформационной сетей с целью предварительной оценки точности;

- при невыполнении требований к точности измерений – повторное моделирование и уравнивание геодезических построений с измененной схемой сети или точностью измерений.

8.3 В зависимости от объема, точности и условий измерений проектируемая геодезическая сеть может включать одну, две или более ступеней построений.

8.3.1 В зависимости от вида определяемых параметров деформаций следует предусматривать высотные, плановые или планово-высотные сети.

8.4 Разработка схем высотных, плановых или планово-высотных сетей, их математическое моделирование необходимо выполнять в следующей последовательности:

- опорная сеть (далее первая ступень сети);

- деформационная сеть для контроля смещений марок, заложенных по внешнему периметру зданий и сооружений (далее вторая ступень сети);

- деформационная сеть для контроля смещений марок, размещенных внутри зданий и сооружений (далее третья и последующие ступени сети).

8.5 При проектировании необходимо учитывать, что реперов или центров в первой ступени сети должно быть не менее трех, а при применении только стенных знаков (см. 9.1.2) в качестве реперов – не менее четырех. В последующих ступенях сети должно быть не менее двух знаков, относящихся к предыдущим ступеням геодезического построения.

8.6 Места расположения реперов и центров следует выбирать с учетом генплана, стройгенплана и инженерно-геологических условий, которые необходимы для выбора конструкции и глубины залегания знака.

8.6.1 Требования к размещению реперов и центров приведены в 9.1.

8.7 Для контроля стабильности реперов высотной опорной сети рекомендуется проектировать куст или несколько кустов реперов, каждый из которых может включать от трех реперов и более.

8.7.1 Количество кустов реперов необходимых для проведения геодезического мониторинга, и количество реперов в кусте следует назначать по результатам уравнивания запроектированной схемы построения высотной опорной сети, с учетом размера и площади объекта наблюдения и характеристик грунтов основания.

8.8 Первая ступень сети включает исходные знаки, находящиеся вне зоны действия деформаций и опорные знаки, положение которых следует контролировать при проведении каждого цикла мониторинга относительно исходных. Опорные знаки первой ступени сети являются исходными для последующих ступеней.

8.9 Схемы ходов или измерений в каждой ступени сети следует проектировать с учетом количества наблюдаемых объектов, исходных реперов и центров, их взаимного расположения, условий наблюдений и применяемого метода измерений.

8.9.1 Проектирование ступеней сети следует выполнять с условием, что для каждой последующей ступени погрешности предыдущей можно считать пренебрежимо малыми.

8.10 При наличии размещенного рядом геодинамического полигона рекомендуется его пункты включать в ходы первой ступени высотной сети.

8.11 Ходы и измерения второй ступени геодезической сети должны обеспечивать контроль смещений наружных конструкций зданий и сооружений.

8.12 Ходы и измерения третьей ступени геодезической сети должны обеспечивать контроль деформаций внутренних несущих конструкций зданий, сооружений, фундаментов оборудования. Их следует проектировать исходя из рекомендаций 9.2 по расположению деформационных марок.

8.13 Если передача плановых координат или высотной отметки в некоторые помещения наблюдаемых объектов невозможна технологически, возможно создание в данных помещениях локальной сети.

8.13.1 Связь локальных сетей с сетью предыдущей ступени геодезического построения следует осуществлять минимум через две пары дублирующих марок. Каждая марка в паре должна быть установлена на одной и той же конструкции и высоте. Измерения на одну марку должны быть проведены с привязкой к локальной сети, на другую – с привязкой к существующей ступени геодезического построения.

8.14 При разработке схем размещения опорных пунктов, реперов и деформационных марок следует применять топографические планы крупных масштабов 1:2000 ÷ 1:500, генеральный план, стройгенплан объекта с учетом проекта вертикальной планировки и строительные чертежи (планы и вертикальные сечения). Если марки размещают в здании или сооружении на разных горизонтах, то для каждого горизонта должна быть составлена своя схема. На схемах необходимо показывать связи сетей разных ярусов.

8.14.1 Схемы размещения опорных пунктов, реперов и деформационных марок должны быть согласованы с проектной, строительной и соответствующими службами эксплуатирующей организации.

8.15 Требования к точности измерений следует предъявлять через величины СКП определения параметров деформаций, которые устанавливают относительно расчетных и (или) предельных значений деформаций, заданных техническим заданием.

8.16 Если указания на расчетные или предельные значения параметров деформаций отсутствуют в ТЗ, заказчик должен запросить их у Генпроектировщика и официально передать исполнителю мониторинга.

8.16.1 Для предварительных расчетов рекомендуется использовать рекомендации по расчету предельных величин, приведенные в СП 20.13330, СП 22.13330, СП 70.13330, РД-10-138-97 [15] и других нормативных документах.

8.16.2 Предельные значения параметров деформаций зданий, сооружений и отдельных конструкций согласно требованиям вышеназванных нормативных документов приведены в приложении В.

8.17 Предварительное определение точности измерения вертикальных и горизонтальных деформаций рекомендуется выполнять в зависимости от ожидаемой величины смещения, установленной проектом, в соответствии с таблицей 8.1 по ГОСТ 24846.

Таблица 8.1

Расчетная величина смещений, предусмотренная проектом в мм.	Максимально допустимая СКП определения смещения, для периода наблюдений, в мм.			
	строительного		эксплуатационного	
	Грунты			
	песчаные	глинистые	песчаные	глинистые
До 50	1	1	1	1
Свыше 50 до 100	2	1	1	1
Свыше 100 до 250	5	2	1	2
Свыше 250 до 500	10	5	2	5
Свыше 500	15	10	5	10

8.18 На основании определенной по таблице 8.1 максимально допустимой СКП разрешается предварительно устанавливать класс точности измерения вертикальных и горизонтальных смещений фундаментов зданий и сооружений согласно таблицы 8.2.

Таблица 8.2

Класс точности измерений	Максимально допустимая СКП определения смещения в мм	
	Вертикального	Горизонтального
I	1	2
II	2	5
III	5	10
IV	10	15

8.18.1 В соответствии с ГОСТ 24846–2012 (пункт 4.6):

- I класс точности допускается устанавливать для зданий и сооружений, по-

строенных на скальных и полускальных грунтах, уникальных сооружений, длительное время (более 50 лет) находящихся в эксплуатации;

- II класс точности допускается устанавливать для зданий и сооружений, возводимых на песчаных, глинистых и других сжимаемых грунтах;

- III класс точности допускается устанавливать для зданий и сооружений возводимых на насыпных, просадочных, заторфованных и других сильно сжимаемых грунтах;

- IV класс точности – для грунтовых сооружений (плотин, дамб, насыпей каналов).

8.19 СКП определения смещения фундамента здания или сооружения, назначенная в соответствии с таблицами 8.1 и 8.2, должна соответствовать наиболее удаленной от исходного центра или репера деформационной марке.

8.20 Если Генпроектировщиком заданы расчетная величина смещения СКЗиС, временной интервал на который выполнен расчет и доверительная вероятность для погрешности определения величин смещений, то переход от расчетной величины деформации на данный временной интервал к СКП определения деформаций следует осуществлять делением на вероятностный коэффициент согласно СП 126.13330.2012 (пункт 6.10).

8.21 Модель высотной или плановой сети (ступени сети) уравнивается с применением сертифицированных геодезических программ.

8.22 СКП определения параметров деформаций, рассчитанные на основании СКП уравненных координат деформационных марок и элементов сети (углов, линий) по формулам, приведенных в приложении Б являются основными критериями оценки качества выбранного варианта геодезической сети (ступени сети). При выборе также следует учитывать экономическую целесообразность используемого метода измерений и способов закрепления пунктов сети.

8.23 СКП определения превышения на станции нивелирования, полученная в результате уравнивания окончательного варианта высотной сети, является основанием для выбора методики высотных измерений.

8.24 СКП определения углов, сторон, плановых координат, полученные в результате уравнивания окончательного варианта плановой сети, являются основанием для выбора методики плановых измерений.

9 Геодезические знаки

9.1 Геодезические знаки опорных сетей

9.1.1 Опорные реперы и центры должны быть размещены в соответствии с ГОСТ 24846–2012 (пункт 5.1.5).

9.1.2 Конструкции центров и реперов следует выбирать на основании Правил [16] и [17].

9.1.2.1 Стенные реперы следует закладывать в цокольную часть зданий или сооружений, на высоте 30 ÷ 60 см от поверхности земли так, чтобы выступы стен не мешали установке реек на знаки.

9.1.3 Наружные части знаков, выступающие над землей, должны отвечать следующим основным требованиям:

- жесткость и прочность конструкции знака должна обеспечивать возможность измерений при ветре до 5 м/сек;

- полная изоляция якорной штанги от обсадной трубы;

- наличие в верхней части знака приспособления для принудительного центрирования согласно ОСТ 68-12-97 [18];

- надземная часть знака с устройством принудительного центрирования должна быть надежно защищена от осадков и внешнего механического воздействия защитной трубой с антивандальной крышкой и замковым устройством.

9.1.4 Закладку знаков следует осуществлять в соответствии с Правилами [16] и [17]. Буровые работы осуществляет специализированная организация при обязательном участии специалистов, наблюдающих за деформациями данного объекта.

9.1.5 После закладки центров и реперов следует составить абрис и линейную привязку заложенного центра или репера не менее, чем к трем характерным точкам постоянных объектов местности.

9.1.6 Заложенные реперы и центры должны быть сданы на сохранность заказчику по акту Правил [16, приложение 4]. Приложениями к акту являются:

- плановая схема расположения реперов или центров;

- абрис, фотография и описание места закладки;

- эскиз конструкции знака;

- инженерно-геологический разрез в месте заложения грунтовых знаков с указанием расположения линии глубины промерзания (оттаивания) грунта;

- привязка к элементам зданий или сооружений для стенных знаков, фотография фасада с указанием местоположения и присвоенного номера;

- схема с характером экранирования по форме, приведенной в Правилах [17, приложение 14] для центров под спутниковые измерения.

9.1.6.1 Допускается оформление карточки закладки центра на основании типовой формы Н-5 Правил [16, приложение 5].

9.1.7 Согласно ПГМ на заложенные знаки следует передать плановые и высотные координаты от ближайших пунктов государственной геодезической сети или пунктов существующей местной геодезической сети ОИАЭ высшего или равного (в отдельных случаях) класса точности. Точность передачи должна быть не ниже точности создания опорной сети на объекте. Методику передачи следует обосновать в ПГМ.

9.1.8 Передачу отметок на грунтовые реперы высотных сетей I или II классов осуществляют не ранее, чем через два месяца после их закладки. Скальные и стенные реперы можно включать в нивелирные линии всех классов через трое су-

ток после их закладки, грунтовые реперы на линиях нивелирования III и IV классов – не ранее чем через 15 дней после закладки согласно Правилам [17].

9.2 Деформационные марки

9.2.1 В качестве деформационных марок могут быть использованы отдельные детали наблюдаемых конструкций, замаркированные и обеспечивающие однозначное наведение или установку рейки.

9.2.2 При закладке высотных деформационных марок на конструкции зданий и сооружений необходимо руководствоваться ГОСТ 24846–2012 (подпункт 5.1.9), П-648 [19], РД ЭО 1.1.2.05.0696-2006 [20] и положениями Руководства [21].

9.2.3 В местах подверженных механическим повреждениям напольные марки должны быть закрыты крышками.

9.2.4 После пристройки вновь возводимого здания к существующему, место примыкания следует рассматривать как осадочный шов и деформационные марки устанавливать по обе его стороны. На существующем здании можно ограничиться установкой деформационных марок на расстоянии до 25 метров от места примыкания нового здания.

9.2.5 Высотные деформационные марки должны быть размещены на фундаментах турбин, котлов, питательных насосов, трансформаторов и другого оборудования, работа которого влияет на безопасность ОИАЭ. Деформационные марки рекомендуется размещать симметрично центральной оси агрегатов, на поверхностях сопряжения ригелей (при наличии) и колонн агрегатов.

9.2.6 Плановые деформационные марки для определения горизонтальных смещений объектов закладываются в цокольную часть здания. Марки размещают по периметру с шагом до 20 метров, по углам, по обе стороны осадочных швов.

9.2.7 Плановые деформационные марки для определения крена несущих конструкций следует устанавливать вертикальными рядами (не менее 4-х в ряд). При этом первая марка должна быть установлена у основания, вторую – ближе к верху конструкции, промежуточные марки – между ними.

9.2.8 Планово-высотные деформационные марки следует устанавливать на наружных и внутренних частях зданий или сооружений. При разработке детальной схемы их размещения учитывают требования, предъявляемые к установке как высотных (см. 9.2.1 – 9.2.5), так и плановых (см. 9.2.6 и 9.2.7) деформационных марок.

9.2.9 Все деформационные марки независимо от их типов должны иметь антикоррозионную защиту. При установке высотных марок со шкалой необходимо обеспечить вертикальность оси симметрии марки.

9.2.10 Каждой деформационной марке должен быть присвоен номер. В присваиваемой нумерации следует учитывать номер здания в составе объекта и номер марки на чертеже здания.

9.2.11 После установки следует выполнить привязку марки с СКП не более 10 см. к строительным осям здания.

9.2.12 Закладку деформационных марок следует осуществлять:

- организация, выполняющая геодезический мониторинг объекта;

- специализированная организация при обязательном участии специалистов, наблюдающих за деформациями данного объекта.

9.2.13 Заложенные деформационные марки должны быть сданы на сохранность заказчику или уполномоченным им лицам по акту Правил [16, приложение 4]. Приложениями к акту являются:

- плановая схема расположения марок;

- эскиз конструкции марки;

- привязка к элементам зданий или сооружений.

9.2.14 Если в процессе мониторинга представителями заказчика или организации, выполняющей мониторинг, выявляется уничтожение деформационной марки, в кратчайший срок:

- должен быть составлен акт об уничтожении деформационной марки;

- представители заказчика должны провести служебное расследование о причине уничтожения деформационной марки и виновных лицах;

- на средства заказчика должна быть установлена новая марка, в радиусе не более трех метров от уничтоженной; новой марке должен быть присвоен тот же номер, с добавлением литеры «Н»;

- в ходе очередного цикла мониторинга должна быть определена высота и координата вновь заложенной марки.

9.2.15 При закрытии на монтажном горизонте доступа к маркам в ходе строительных или эксплуатационных работ следует выполнить установку новых марок на другом монтажном горизонте, с одновременным определением координат и высотных отметок закрываемых и вновь заложенных марок. Полученная в цикле измерений величина смещения закрываемой марки присваивается вновь заложенной марке, расположенной с закрываемой маркой на одной вертикали. При невозможности выноса деформационной марки на одну вертикаль с закрываемой маркой, значение перемещения марки определяют интерполированием от смежных марок монтажного горизонта.

9.3 Марки для определения деформаций земляных сооружений

9.3.1 Поверхностные марки следует закладывать в буровые скважины или шурфы на глубину не менее 50 см ниже границы промерзания грунта. Марки должны иметь защищенную трубой стержневую конструкцию с основанием в виде плиты или опорного фланца с косынками жесткости.

9.3.2 Расположение поверхностных и глубинных марок должно соответствовать поставленной задаче и характеру смещения поверхности, должно быть удобным для производства наблюдений и интерпретации их результатов.

9.3.3 При выборе конструкций марок для определения деформаций земляных сооружений, разработке схемы расположения и закладке рекомендуется использовать П-648 [19] и П-87-2001 [22].

9.3.4 На деформационные марки, предназначенные для определения смещений земляных сооружений, распространяются требования 9.2.12 и 9.2.13.

10 Способы определения вертикальных смещений

10.1 Общие требования

10.1.1 Вертикальные смещения зданий и сооружений ОИАЭ в период строительства и эксплуатации рекомендуется определять геометрическим, тригонометрическим, гидростатическим нивелированием или комбинацией этих способов.

10.1.2 Способ измерений согласно ГОСТ 24846 должен быть принят в зависимости от классов точности измерений:

- геометрическое нивелирование – I – IV классы;
- тригонометрическое нивелирование – II – IV классы;
- гидростатическое нивелирование – I – IV классы.

10.1.2.1 Способ измерений обосновывается в ПГМ исходя из требуемой точности определения вертикальных смещений и конструктивных особенностей сооружения.

10.1.3 Нивелирование вне зависимости от способа, во всех циклах мониторинга следует выполнять с соблюдением требований:

- применение одного и того же комплекта средств измерений или равного по точности комплекта средств измерений;
- средства измерения и измерительные принадлежности должны быть установлены единообразно во всех циклах измерений;
- при регламенте один цикл в год его следует выполнять в одно и то же время года.

10.1.4 При большой разнице величин расчетной и фактической скоростей осадок при фактической скорости, вычисленной по результатам не менее трех циклов измерений, Генпроектировщик может корректировать периодичность наблюдений, а организация, выполняющая мониторинг – методику измерений.

10.1.5 Рекомендуемая периодичность наблюдений вертикальных смещений в строительный и эксплуатационный периоды для зданий и сооружений ОИАЭ на основании Инструкции [23] и рекомендаций по типам сооружений П-648 [19],

РД ЭО 1.1.2.05.0696-2006 [20], РД ЭО 1.1.2.99.0624-2011 [24], СО 153-34.21.322-2003 [25], РД ЭО 1.1.2.99-0007-2011 [26] приведена в таблице 10.1

Таблица 10.1 – Рекомендуемая периодичность наблюдений вертикальных смещений

Этап наблюдений	Уровень ответственности сооружения или здания за радиационную и ядерную безопасность по ПИН АЭ-5.6 [10]		
	I	II	III
После возведения фундамента зданий или сооружений	Один цикл		
При достижении 25, 50, 75 и 100 процентной нагрузки на фундамент	Всего 4 цикла наблюдений		
Строительство уникальных объектов	1 раз в месяц или цикл не реже чем через каждые 25 – 30 метров высоты объекта от предыдущего определения.		
Во время опробования производственного цикла сооружения	Один и более циклов (в зависимости от особенностей и длительности процесса)		
Приемка сооружения в эксплуатацию	Один цикл		
В первый год эксплуатации	4 раза в год	4 раза в год	1 раз в год
До стабилизации смещений	3 раза в год	2 раза в год	1 раз в год
После стабилизации смещений	1 раз в год	1 раз в 2 года	1 раз в 5 лет
Водоподпорные каменно-земляные сооружения: - в период строительства - в первый год эксплуатации - во второй год эксплуатации - до стабилизации смещений	Ежеквартально 8 раз в год 2 раза в год 1 раз в год		
Бетонные гидротехнические сооружения на скальном основании: - в период строительства - в первые три года эксплуатации - до стабилизации смещений - после стабилизации смещений	Ежеквартально 1 – 2 раза в год 1 раз в 2 года 1 раз в 5 лет		
Бетонные гидротехнические сооружения на сжимаемом основании: - в период строительства - в первые три года эксплуатации - до стабилизации смещений - после стабилизации смещений	Ежеквартально 2 раза в год 1 раз в год 1 раз в 5 лет		
Опоры трубопроводов в период эксплуатации	2 – 4 раза в год		

Окончание таблицы 10.1

Этап наблюдений	Уровень ответственности сооружения или здания за радиационную и ядерную безопасность по ПИН АЭ-5.6 [10]		
	I	II	III
Фундаменты турбогенераторов - после бетонирования нижней плиты; - до монтажа, по нижней плите - до монтажа, по колоннам - перед пуском - до стабилизации плиты после пуска генератора, по верхней плите	1 цикл 2 раза в месяц 1 раз в 2 месяца 1 – 2 цикла 2 раза в сутки, ~2 недели		
- при эксплуатации, по колоннам - после стабилизации вертикальных смещений, по колоннам - при эксплуатации генератора, по верхней плите	1 – 2 раза в год 1 раз в 5 лет 5 – 90 дней в зависимости от скорости вертикальных смещений и тепловых деформаций фундамента		
Защитная оболочка (вертикальные смещения)	по утвержденному эксплуатирующей организацией графику		

10.1.6 При аномальном ходе осадочного и других опасных процессов, при активации деформаций цикличность геодезических измерений следует изменять боьшую сторону по решению Генпроектировщика.

10.1.7 Если средняя скорость вертикальных смещений СКЗиС за период не менее двух лет не превысит 1,0 мм/год, она считается стабилизированной согласно СО 153-34.21.322-2003 [25, пункт 4.6], что является основанием для Генпроектировщика по сокращению количества циклов измерений.

10.2 Способ геометрического нивелирования

10.2.1 Геометрическое нивелирование следует применять в качестве основного способа измерения вертикальных смещений согласно ГОСТ 24846–2012 (пункт 6.3.1).

10.2.2 Рекомендуется использовать следующие методики геометрического нивелирования или их комбинации:

- классное нивелирование (I, II, III, IV класс),

- разрядное нивелирование повышенной точности (1, 2, 3 разряд),

- высокоточное нивелирование коротким визирным лучом (специальное).

10.2.3 Если СКП измерения превышения на станции в ступени высотной сети (см. 8.23) соответствует требованиям создания сети государственного нивелирования соответствующего класса, то для разработки методики наблюдений в данной ступени необходимо использовать ГКИНП (ГНТА)-03-010-03 [27].

10.2.4 Основные технические характеристики и допуски для геометрического нивелирования I, II, III и IV классов должны быть приняты в соответствии с ГКИНП (ГНТА)-03-010-03 [27] и таблицей 10.2.

10.2.5 Если СКП измерения превышения на станции в ступени высотной геодезической сети соответствует требованиям разрядного нивелирования, то для разработки методики наблюдений в данной ступени следует использовать П-648 [19]. Основные технические характеристики и допуски разрядного нивелирования следует принимать в соответствии с П-648 [19] и таблицей 10.3.

Таблица 10.2

Параметры геометрического нивелирования	Основные технические характеристики ходов и допуски для геометрического нивелирования I, II, III и IV классов			
	I	II	III	IV
Длина визирного луча, не более, м	50	65	75	100
Высота визирного луча над препятствием, не менее, м	0,8	0,5	0,3	0,2
Неравенство расстояний от нивелира до реек (плеч) на станции, не более, м	0,5	1,0	2,0	5,0
Накопление неравенств плеч в замкнутом ходе, не более, м	1,0	2,0	5,0	10,0
Допускаемая невязка в замкнутом ходе (n – число станций), мм	$\pm 0{,}15\sqrt{n}$	$\pm 0{,}5\sqrt{n}$	$\pm 1{,}5\sqrt{n}$	$\pm 5\sqrt{n}$
Средняя квадратическая погрешность превышения (на станции), мм	0,15	0,30	0,65	3,00
Нивелирные ходы прокладываются в направлениях	прямо и обратно по двум парам костылей	прямо и обратно по одной паре костылей и двум шкалам инварных реек	прямо и обратно двум шкалам инварных реек	в прямом направлении, по двум шкалам инварных реек или двум сторонам шашечной рейки

Таблица 10.3

Параметры геометрического нивелирования	Основные технические характеристики ходов и допуски для нивелирования 1, 2, 3 разрядов		
	1	2	3
Длина визирного луча, не более, м	25	25	50
Высота визирного луча над препятствием, не менее, м	0,8	0,8	0,3
Неравенство расстояний от нивелира до реек (плеч) на станции, не более, м	0,5	0,5	1,0
Накопление неравенств плеч в замкнутом ходе, не более, м	1,0	1,0	2,0
Предельное расхождение превышений прямого и обратного ходов (n – число станций) или замкнутого полигона, мм	$\pm 0{,}3\sqrt{n}$	$\pm 0{,}5\sqrt{n}$	
Предельное расхождение превышений хода (n – число станций), мм			$\pm 1{,}2\sqrt{n}$
Средняя квадратическая погрешность превышения (на станции), мм	0,08	0,13	0,40
Нивелирные хода прокладываются в направлениях	прямо и обратно при двух горизонтах прибора	прямо и обратно при одном горизонте прибора	в одном направлении при одном горизонте прибора

10.2.6 Если СКП измерения превышения на станции в ступени высотной сети будет соответствовать требованиям высокоточного геометрического нивелирования коротким визирным лучом, то для разработки методики наблюдений в данной ступени следует использовать МДС 13-22.2009 [13, пункт 4.1.1].

Основные технические характеристики и допуски для высокоточного геометрического нивелирования коротким визирным лучом следует принимать в соответствии с МДС 13-22.2009 [13] и таблицей 10.4.

10.2.7 Отметку промежуточной марки можно определять от одного пункта основного хода, если измерения проводятся максимум двумя штативами. При удалении марки более чем на два штатива, должен быть проложен отдельный ход, опирающийся на два пункта хода уже выполненной ступени высотной сети.

Таблица 10.4

Параметры геометрического нивелирования		Основные технические характеристики ходов и допуски для высокоточного геометрического нивелирования коротким визирным лучом
Визирный луч	Длина, м, не более	25
	Высота над препятствием, м, не менее	0,8
Неравенство плеч (расстояний от нивелира до реек), м, на станции, не более		0,3
Накопление неравенств плеч, м, в замкнутом ходе, не более		1,0
Допустимая невязка в полигоне, мм (n – число станций)		$\pm 0{,}14\sqrt{n}$
Допустимое расхождение превышений, полученных при двух горизонтах инструмента, мм		0,14
Средняя квадратическая погрешность превышения (на станции), мм		0,07
Нивелирные хода прокладываются		Прямо, при двух горизонтах инструмента

10.2.8 Деформационные марки, установленные на колоннах, являющихся несущими конструкциями для подкрановых путей, не следует включать в основной ход третьей ступени высотной сети, привязку этих марок должна быть осуществлена после проложения хода отдельными измерениями.

10.2.9 При вибрациях в помещениях ОИАЭ следует применять подкладки под ножки штатива с войлочной и резиновой прокладкой или виброгаситель, закрепляемый на трубе нивелира. Проверку уровня нивелира и уровней реек при работе в условиях вибрации следует производить ежедневно, в остальных условиях – один раз в неделю.

10.2.10 При измерениях оптическими нивелирами в условиях вибрации необходимо при снятии отсчетов устанавливать биссектор трубы на ось симметрии амплитуды колебаний горизонтальной нити биссектора. При измерениях цифровыми нивелирами в условиях вибрации для уменьшения ошибки вызываемой движением маятника компенсатора необходимо усреднять отчет из нескольких отдельных измерений, которые обрабатываются раздельно.

10.2.11 При визировании через конвективные потоки необходимо уменьшать длину визирного луча до 3 – 5 м, нивелирование следует производить при двух горизонтах инструмента.

10.2.12 При работе в слабо освещенных помещениях следует применять дополнительное освещение шкал реек, уровней и отсчетного приспособления инструмента.

10.2.13 При определении деформаций фундаментов турбоагрегатов АС работающих в режиме «пуск-останов-пуск» должен учитываться неравномерный нагрев, влияющий на удлинение стоек фундамента.

10.2.14 При разработке в ПГМ методики наблюдений с использованием нивелира с цифровым снятием отсчета и кодовой рейки определение превышения между точками по «дополнительной шкале» инварной рейки (для оптического нивелира) аменять на определение превышения при другом горизонте инструмента.

10.3 Тригонометрическое нивелирование

10.3.1 Тригонометрическое нивелирование следует применять при определении вертикальных смещений марок, закрепленных на высоко расположенных относительно места установки прибора конструкциях, или при больших перепадах высот закрепления деформационных марок.

10.3.2 Тригонометрическое нивелирование по схеме наблюдения бывает одностороннее, двустороннее и «нивелированием из середины».

10.3.2.1 Одностороннее нивелирование применяют при наблюдении определяемой точки полярным способом с пунктов опорной сети. Двустороннее нивелирование применяют при создании опорной сети методом тригонометрического нивелирования. Нивелирование «из середины» рекомендуется при значительных расстояниях между опорной и определяемой точкой.

10.3.3 Для повышения точности при проектировании высотных сетей необходимо выполнить расчет необходимого количества приемов измерения расстоя-

ний и вертикальных углов, исходя из возможности наблюдения с двух пунктов опорной сети, при двух высотах инструмента или двумя инструментами.

10.3.4 Если СКП угловых и линейных измерений при выполнении тригонометрического нивелирования в ступени высотной сети будет соответствовать требованиям класса государственной геодезической сети, то при разработке методики измерений в данной ступени следует использовать Инструкцию [23] и ГКИНП (ОНТА)-01-271-03 [28].

10.4 Гидростатическое нивелирование

10.4.1 Гидростатическое нивелирование следует применять для измерения относительных вертикальных смещений контрольных точек, труднодоступных для измерений другими методами, и в случае отсутствия видимости между ними.

10.4.2 В зависимости от условий применения и необходимой точности измерений при определении осадок используют переносную или стационарную гидростатические системы.

10.4.3 Проект стационарной гидростатической системы должен быть согласован со строительной организацией или службой эксплуатации объекта. Согласованию подлежат места размещения водомерных стаканов, разводки шлангов и установки напорного резервуара с учетом удобства доступа и требований сохранности.

10.4.4 При необходимости определении абсолютных осадок наблюдаемого объекта одно из мест установки стаканов должно быть определено в системе высот объекта, проложением к нему нивелирного хода от исходного репера.

10.4.5 При наблюдениях за конструкциями сооружений удлиненной формы рекомендуется гидростатические системы делать замкнутыми, а напорные резервуары размещать в разных частях сооружения. При этом напорный резервуар с жидкостью должен быть установлен на прочную подставку или фундамент.

Для контроля стабильности положения фундамента резервуара, на нем закладывают не менее 4-х осадочных марок. Высотное положение марок контролируют геометрическим нивелированием от исходных реперов.

10.4.6 При определении превышений гидростатической системой с СКП определения 0,1 – 0,3 мм согласно Руководства [21, пункт 3.9.2] должны быть выполнены следующие требования:

- использование специальных марок под установку водомерных стаканов системы, заложенных на наблюдаемых конструкциях;

- герметизация гидростатической системы;

- отсутствие в системе воздушных пробок и пузырей;

- расположение соединительных шлангов в горизонтальной плоскости

с погрешностью ±1 см.;

- учет изменения температуры в головках системы с целью введения поправок в положение уровня жидкости;

- применение двойного нивелирования с взаимной перестановкой сосудов для переносных гидростатических систем.

10.4.7 Водомерные стаканы системы запрещается устанавливать вблизи силовых агрегатов, вентиляторов, и в местах, где есть вероятность возникновения сквозняков.

10.4.7.1 Компоненты, входящие в систему и материалы, из которых они изготовлены, не должны оказывать химическое, биологическое, радиационное, механическое, электромагнитное и термическое воздействие на окружающую среду.

10.4.8 Для температурной коррекции измеряемой величины уровня жидкости, каждый из водомерных стаканов должен быть снабжен термодатчиком, также допускается устанавливать их отдельно, через каждые 5 – 10 метров разводки системы. Водомерные стаканы должны быть защищены смотровыми ящиками, открывающимися только во время наблюдений.

10.4.9 При выборе соединительных элементов (труб, шлангов) в системе, расположенной внутри помещений, должны быть учтены следующие требования:

- достаточный предел прочности на растяжение (около 0,5 – 0,8 т.);
- минимальный коэффициент линейного расширения;
- достаточная масса для обеспечения устойчивого положения;
- стойкость к старению, ударам, надежные соединения;
- минимальная деформация поперечного сечения под влиянием изменения внешнего давления;
- химическая инертность.

10.4.10 Шланги после проверки на водонепроницаемость должны быть помещены в металлические защитные трубы и при проложении под землей защищены термоизоляционной прокладкой.

10.4.11 Места соединения шлангов со штуцерами водомерных стаканов не должен быть закрыт защитными средствами, так как они должны оставаться доступными и открытыми на случай обнаружения утечки жидкости во время измерений.

10.4.12 Если объект имеет ломаный профиль по высоте, то должны быть установлены несколько самостоятельных перекрывающихся гидронивелирных систем так, чтобы конец одной системы с последней маркой находился над началом другой системы с первой маркой.

11 Способы определения горизонтальных смещений

11.1 Общие требования

11.1.1 Способы определения горизонтальных смещений контролируемых объектов следует устанавливать ПГМ в зависимости от требуемой точности, особенностей конструкций, зданий и сооружений и их взаимного расположения, внешних воздействий природного и техногенного происхождения согласс-

но НП-064-05 [9], возможности и экономической целесообразности применения в данных условиях.

11.1.2 Измерения во всех циклах мониторинга вне зависимости от способа должны выполняться согласно 10.1.3.

11.1.3 Перед проведением каждого цикла измерений горизонтальных смещений следует удостовериться в устойчивости исходных пунктов сети выполнением контрольных измерений между ними.

11.1.4 Сеть первой ступени рекомендуется создавать в виде сплошной линейно-угловой сети, сети триангуляции, трилатерации, сети для измерений системами спутникового позиционирования типа ГЛОНАСС по ГОСТ 24846–2012 (пункт 7.8) или в виде полигонометрических ходов и полигонов.

11.1.5 Сети второй и третьей ступеней плановой сети допускается создавать способами полигонометрии, триангуляции, микротриангуляции, трилатерации, линейно-угловыми построениями по ГОСТ 24846–2012 (пункт 7.2).

11.1.6 Координаты промежуточных деформационных марок (не включенных в основную сеть) следует определять с пунктов опорных (для промежуточных марок) сетей всех ступеней одним из следующих способов: створных наблюдений, полярным способом, линейными, угловыми и линейно-угловыми засечками.

11.1.7 Периодичность наблюдений в строительный период следует назначать таким образом, чтобы циклы наблюдений совпадали по времени с 25, 50, 75 и 100 процентной нагрузкой на фундамент от укладки бетона и монтажных работ по установке тяжелого оборудования.

11.1.7.1 В период эксплуатации ОИАЭ измерения рекомендуется проводить одновременно с наблюдениями вертикальных смещений.

11.1.8 Рекомендуемая периодичность наблюдений горизонтальных смещений в строительный и эксплуатационный периоды для зданий и сооружений ОИАЭ на основании Инструкции [23] и рекомендаций по некоторым типам сооружений П-648 [19], РД ЭО 1.1.2.05.0696-2006 [20], РД ЭО 1.1.2.99.0624-2011 [24], СО 153-34.21.322-2003 [25] приведена в таблице 11.1.

Таблица 11.1 – Рекомендуемая периодичность наблюдений горизонтальных смещений

Этап наблюдений	Уровень ответственности сооружения или здания за радиационную и ядерную безопасность по ПИН АЭ-5.6 [10]		
	I	II	III
После возведения фундамента	Один цикл		
При достижении 25, 50, 75 и 100 процентной нагрузки на фундамент	4 цикла наблюдений		
Строительство уникальных объектов	1 раз в месяц или цикл не реже чем через каждые 25 – 30 метров высоты объекта от предыдущего определения		
Во время опробования производственного цикла сооружения	Один и более циклов (в зависимости от особенностей и длительности процесса)		
Приемка сооружения в эксплуатацию	Один цикл		
В первый год эксплуатации	4 раза в год	4 раза в год	1 раз в год
До стабилизации осадок	3 раза в год	2 раза в год	1 раз в год
После стабилизации осадок	1 раз в год	1 раз в 2 года	1 раз в 5 лет
Водоподпорные грунтовые сооружения: - в период строительства и первый год эксплуатации - до стабилизации осадок	Ежеквартально 1 раз в год		
Бетонные гидротехнические сооружения на скальном основании: - в период строительства - в первые три года эксплуатации - до стабилизации осадок - после стабилизации осадки	Ежеквартально 1–2 раза в год 1 раз в 2 года 1 раз в 5 лет		
Бетонные гидротехнические сооружения на сжимаемом основании: - в период строительства -в первые три года эксплуатации -до стабилизации осадок - после стабилизации осадки	Ежеквартально 2 раза в год 1 раз в год 1 раз в 5 лет		
Опоры трубопроводов в период эксплуатации (крен)	2 – 4 раза в год		
Фундаменты турбогенераторов: - после бетонирования нижней плиты - до монтажа, по нижней плите - перед пуском, по колоннам и верхней плите - после стабилизации верхней плиты, по колоннам и верхней плите - в процессе эксплуатации	1 цикл не менее 1 цикла не менее 1 цикла не менее 1 цикла по специальной программе в зависимости от величин деформаций		
Защитная оболочка (крен), эксплуатация	1 раз в 5 лет или по утвержденному эксплуатирующей организацией графику		

11.1.8.1 При изменении характера деформационного процесса цикличность проведения измерений допускается изменять согласно 10.1.4 и 10.1.6.

11.1.9 Допускается применять комбинированные методы измерений, позволяющие определять осадки и горизонтальные смещения одновременно.

11.1.10 Комбинированные измерения следует выполнять электронными тахеометрами по ГОСТ Р 51774, спутниковыми приемниками по ГОСТ 31380 с использованием систем позиционирования типа ГЛОНАСС, лазерными сканерами и другими измерительными средствами при условии соблюдения 15.8.

11.2 Способ полигонометрии

11.2.1 Способ полигонометрии следует применять в качестве основного способа создания опорной сети для наблюдения горизонтальных смещений на строительных и промышленных площадках с плотностью застройки свыше 50 %; с интенсивным движением строительных механизмов и транспорта.

11.2.2 Ход полигонометрии может быть двух типов:

- с измерением примычных углов на опорных пунктах, т.е. с азимутальной привязкой;

- без измерения углов на опорных пунктах, т.е. с координатной привязкой.

11.2.2.1 Прокладывать незамкнутые ходы с опорой на один исходный пункт не допускается.

11.2.2.2 Полигоны полигонометрических ходов должны опираться на два и более исходных пункта высшего класса, при обеспечении видимости с каждого исходного пункта на ориентирный пункт того же класса.

11.2.3 При создании сетей внутри сооружения рекомендуется использовать в качестве исходных пунктов обратные отвесы, стационарно установленные внутри данного сооружения.

11.2.4 В сложных условиях (вибрация, конвективные потоки и др.) должно быть выполнено не менее двух независимых серий наблюдений, интервал между которыми составляет не менее 12 часов.

11.2.5 Выбор методики измерений следует проводить на основании 8.24.

11.2.5.1 Если точность выполнения угловых и линейных измерений в ступени сети соответствует требованиям построения государственной геодезической сети, то руководящим материалом при разработке методики измерений являются Инструкция [23] и ГКИНП (ОНТА)-01-271-03 [28].

11.2.6 При использовании в ходах полигонометрии стенных знаков при привязке к ним используют Руководство [29].

11.3 Способ триангуляции

11.3.1. Триангуляцию следует применять в открытой местности, для создания первой или второй ступени плановых сетей, в тех случаях, когда применение полигонометрии и спутниковых измерений невозможно.

11.3.2 В зависимости от расположения и густоты исходных пунктов на объекте триангуляцию допускается проектировать в виде сплошных сетей, цепочек треугольников и вставок отдельных пунктов в треугольники, образованные пунктами сети более высокого класса точности.

11.3.3 Сплошная сеть триангуляции должна опираться не менее чем на три исходных геодезических пункта и две базисных стороны. Цепочка треугольников должна опираться на два исходных пункта и примыкающие к ним две базисных стороны.

11.3.4 При соответствии погрешностей угловых и линейных измерений базисных сторон в ступени сети требованиям точности построения государственной геодезической сети, руководящим материалом при разработке методики измерений является Инструкция [30].

11.4 Способ трилатерации

11.4.1 Трилатерацию следует применять на объектах с небольшой закрытой производственной площадкой или при развитии третьей ступени плановых сетей внутри зданий, когда точность угловых измерений на коротких сторонах сети недостаточна для выполнения требований технического задания.

11.4.1.1 Сети микротрилатерации рекомендуется использовать для измерения горизонтальных смещений фундаментов ответственного оборудования с СКП менее 1 мм.

11.4.2 Трилатерацию проектируют в виде сплошных сетей, прямоугольников с диагоналями, центральных систем или произвольных комбинаций треугольников.

11.4.3 При сгущении сети способом трилатерации с каждого вновь определяемого пункта должны быть измерены расстояния не менее чем до трех пунктов, два из которых обязательно должны быть пунктами существующей сети высшего класса.

11.5 Линейно-угловая сеть

11.5.1 Линейно-угловые построения рекомендуется применять при создании сетей всех ступеней, с целью повышения точности вычисления координат пунктов, если точность триангуляции или трилатерации недостаточна, за счет:

- ослабления негативного влияния геометрии схемы сети;
- уменьшения зависимости между продольным и поперечным сдвигом;
- жесткого контроля угловых и линейных измерений.

11.5.2 При назначении точности измерений должно выполняться условие равного влияния погрешности измерения углов и погрешности измерения линий в виде:

$$\frac{m_\beta}{\rho} = \frac{m_S}{S}, \qquad (11.1)$$

где m_β – СКП измерения углов;

m_S – СКП измерения длин сторон сети S;

ρ – 206265″.

11.6 Способ спутниковых измерений

11.6.1 Способ спутниковых измерений допускается применять для определения горизонтальных смещений зданий и сооружений (в т.ч. и земляных), возве-

денных на открытой местности при больших расстояниях до исходных пунктов и отсутствии взаимной видимости между наблюдаемыми пунктами.

11.6.2 Каркасная сеть для спутниковых измерений должна состоять минимум из трех центров, равномерно распределенных по внешней границе объекта и находящихся вне зоны деформаций. Взаимное положение центров должно быть определено с большей точностью, чем требуемая точность определения деформаций.

11.6.3 Спутниковые наблюдения на центрах каркасной сети выполняются сетевым методом, с использованием статического режима и, как правило, одновременно на всех центрах [см. ГОСТ Р 53607–2009 (пункт 5.2)]. Допускается выполнять наблюдение несколькими перекрывающимися зонами, на которые делится вся создаваемая каркасная сеть. Смежные зоны должны иметь не менее трех общих центров.

11.6.4 Программа спутниковых наблюдений по каркасной сети должна состоять из сдвоенных, равных по времени сеансов наблюдений продолжительностью не менее трех часов каждый.

11.6.5 Программа спутниковых наблюдений на деформационных марках объектов мониторинга должна состоять из сдвоенных, равных по времени сеансов наблюдений. Между сеансами наблюдений обязательна повторная установка антенны при изменении ее высоты. Повторная центрировка обязательна на всех марках.

11.6.6 Для центров с ограниченным обзором небосвода из-за наличия тех или иных препятствий время для проведения сеансов наблюдений должно быть выбрано на основе анализа полярной диаграммы препятствий, дополненной траекториями движения спутников с указанием времени их прохождения. Дня организации синхронных наблюдений это время должно быть согласовано со временем проведения спутниковых измерений на всех других центрах, участвующих в пла-

нируемом сеансе наблюдений. Продолжительность сеанса наблюдений определяют по времени наблюдений наибольшей стороны сети в сеансе.

11.6.7 Выбор метода определения целочисленных параметров измеренных фазовых псевдодальностей до космических аппаратов спутниковых систем следует осуществлять в соответствии с характеристиками точности по ГОСТ Р 53607–2009 (пункт 5.3).

11.7 Способ створных наблюдений

11.7.1 Способ створных наблюдений при измерениях горизонтальных смещений фундаментов, несущих колонн, балок и других конструктивных элементов, проектное положение которых связано с определенным створом, следует применять при возможности обеспечения устойчивости концевых опорных знаков створа.

11.7.2 Допускается применение следующих высокоточных методов створных измерений: струнного, струнно-оптического, дифракционного, оптических способов на основе измерения малых (параллактических) углов при неподвижной визирной цели, с применением подвижной цели.

11.7.3 Методы створных измерений могут быть разработаны на основе различных программ измерений, в зависимости от конкретных условий и применяемых приборов.

11.7.4 Оптический способ с использованием подвижной визирной цели следует применять для прямого измерения отклонения деформационной марки от створа в линейных величинах. Визирование на подвижную визирную цель, строго центрированную на марке, необходимо осуществлять точными и высокоточными теодолитами по ГОСТ 10529, снабженными накладными уровнями или электронными тахеометрами с двухосевым компенсатором. Отсчетное устройство может быть в виде шкалы с индексом, индикаторного устройства, микрометра в зависимости от точности измерений и диапазона.

11.7.4.1 Если визирование на подвижную цель выполняют с помощью лазера, в качестве цели используют приемник излучения, совмещенный с отчетным приспособлением.

11.7.5 Способ измерения малых углов следует применять, когда существует возможность измерения расстояний от пункта стояния инструмента до марки. Измерение угла отклонения марки от створа рекомендуется выполнять высокоточным теодолитом типа Т1, при этом под малым углом понимают угол, величина которого может быть измерена оптическим микрометром теодолита при совмещении одного и того же штриха горизонтального круга.

11.7.6 Способ подвижной линии визирования основан на применении оптического геодезического прибора (теодолита, алиниометра, микротелескопа, автоколлиматора) совместно с оптической микрометрической насадкой в качестве отсчетного устройства. Способ рекомендуется использовать при наличии данного оборудования.

11.7.7 Струнный и струнно-оптический способ необходимо применять при значительном влиянии рефракции на измерения в месте проведения работ.

11.7.8 Дифракционный способ, основанный на фиксации дифракционного изображения источника света разными методами, рекомендуется к использованию только в тех помещениях, где не работают компрессоры, создающие вибрацию машины и механизмы, не проводятся сварочные и другие виды работ, требующие присутствия обслуживающего персонала.

11.8 Полярный способ

11.8.1 Полярный способ следует применять в качестве основного способа при определении горизонтальных смещений на промышленных или строительных площадках с большой плотностью застройки или в помещениях с большой насыщенностью оборудованием.

11.8.2 Определение координат деформационной марки полярным способом рекомендуется выполнять с двух опорных пунктов сети.

11.8.3 При использовании в полярном способе в качестве измерительного средства лазерного сканера для трансформации скана в единую систему координат объекта следует использовать не менее пяти опорных точек равномерно распределенных по сканируемому участку.

11.9 Способ засечек

11.9.1 При определении деформаций промежуточных марок следует использовать следующие виды засечек: угловая, линейно-угловая (прямая и обратная), линейная.

11.9.2 Способ угловых засечек следует применять при невозможности проведения линейных измерений до деформационных марок.

11.9.3 Способ прямой линейно-угловой засечки следует применять в тех случаях, когда другие виды засечек не дают достаточной точности при вычислении координат деформационной марки.

11.9.4 Способ обратной линейно-угловой засечки следует использовать при измерениях тахеометром, когда существует возможность его центрирования над деформационной маркой. При этом координаты марки следует определять по измерениям горизонтальных углов и расстояний до не менее двух опорных пунктов сети.

11.9.5 Способ линейной засечки рекомендуется использовать в условиях ограниченного пространства, когда точность угловых измерений недостаточна.

11.10 Способ линейных измерений

11.10.1 Способ линейных измерений следует применять, когда требуется определение изменений контролируемых длин линий от цикла к циклу.

11.11 Использование прямых и обратных отвесов

11.11.1 Для ориентации плановых сетей в помещениях каждого яруса сооружения или здания допускается использовать отвесы. Отвесов должно быть не менее двух. Отвесы являются пунктами плановой сети, если их местоположение закоординировано.

11.11.2 В зависимости от способа фиксации вертикальной линии допускается применять механические, оптические или лазерные отвесы. Место закрепления прямого отвеса – верхняя часть сооружения, обратного – нижняя, фундаментная часть.

11.11.3 При использовании отвесов внутри сооружений башенного типа рекомендуется совмещать прямую и обратную системы отвесов в одном створе или проектировать два-три более коротких отвеса на разных ярусах сооружения. Для уменьшения влияния ветровой нагрузки и предохранения от механических повреждений проволоку отвеса рекомендуется помещать в защитную трубу.

11.11.4 При влиянии на результаты угловых измерений рефракции, рекомендуется использовать механические отвесы. Измерения по механическим отвесам следует выполнять с помощью координатомеров.

11.11.4.1 Для уменьшения погрешности снятия отсчета по координатомеру за счет колебаний струны отвеса рекомендуется применять оптические или дистанционные средств измерений. Количество приемов снятия отсчетов по координатомеру обосновывают ПГМ.

11.11.5 При использовании прямых и обратных отвесов необходимо учитывать требования 12.3 и 12.4.

12 Способы определения крена

12.1 Общие требования

12.1.1 При организации наблюдений крена зданий, сооружений или конструкций необходимо методикой измерения, временем и продолжительностью наблюдений исключать или минимизировать действие на результат измерения крена факторов вызывающих обратимые деформации объектов:

- прогиб вертикальной оси от действия солнечной радиации;
- прогиб вертикальной оси от действия силы и давления ветра;
- прогиб вертикальной оси от собственных колебаний объекта.

12.1.2 Величину крена допускается выражать в линейной, угловой и относительной мере.

12.1.2.1 Линейная величина определяется как длина отрезка между проекциями центра подошвы фундамента и положения центра верхнего или наблюдаемого сечения сооружения на горизонтальную плоскость.

12.1.2.2 Угловая величина определяется как острый угол между отвесной линией в центре подошвы фундамента и фактическим положением вертикальной оси сооружения на наблюдаемой высотной отметке.

12.1.2.3 Относительный крен сооружения определяется отношением линейной величины крена сооружения к высоте сооружения относительно подошвы фундамента.

12.1.3 Определение крена сооружения следует проводить в обязательном порядке для зданий и сооружений ОИАЭ, имеющих высоту или глубину более 75 метров по СП 22.13330.2016 (пункт 12.4).

12.1.4 Определение крена фундамента следует проводить на основании результатов геометрического, тригонометрического или гидростатического (в малодоступных помещениях) нивелирования по деформационным маркам, закладываемым по периметру фундамента.

12.1.5 Если погрешности высотных измерений соответствуют требованиям к точности построения высотной государственной геодезической сети, то руководящими материалом при разработке методики измерений являются Правила [17], Руководство [19] и МДС 13-22-2009 [13].

12.1.6 Определение крена башенного сооружения рекомендуется выполнять на 4 – 7 высотных горизонтах одним из следующих методов или их комбинацией: координатным способом, угловыми измерениями, средствами автоматизированного контроля вертикальности, согласно Руководству [21].

12.1.7 Плановую опорную сеть, обеспечивающую необходимую точность измерений крена сооружения, рекомендуется создавать в соответствии с 11.2 – 11.6.

12.1.8 Если погрешности угловых и линейных измерений соответствуют требованиям к точности построения государственной геодезической сети, то руководящим материалом при разработке методики измерений являются РД ЭО 1.1.2.99.0624-2011 [24], ГКИНП (ГНТА)-03-010-03 [27] и ГКИНП (ГНТА)-01-006-03 [31].

12.1.9 При координатных наблюдениях за креном сооружения с круглым или овальным поперечным сечением на каждом уровне наблюдения следует закладывать визирные цели, в количестве не менее двух. В пределах горизонтального сечения визирные цели следует закладывать диаметрально расположенными парами. В обоснованных случаях допускается закладывать дублирующие визирные цели.

12.1.9.1 Разрешается выполнять измерения на характерные однозначно читаемые точки сооружения.

12.1.10 Согласно ГОСТ 24846–2012 (пункт 5.2) предварительное определение предельной погрешности измерения крена рекомендуется выполнять в зависимости от высоты или глубины наблюдаемого сооружения (Н), в мм:

- для гражданских и сооружений – 0,0001 Н;
- для промышленных зданий и сооружений – 0,0005 Н;
- для дымовых труб, мачт и башен – 0,0005 Н;
- для фундаментов машин и агрегатов – 0,00001 Н.

12.1.10.1 Предельные величины крена и составляющих невертикальности согласно нормативной документации приведены в приложении В.

12.1.11 Рекомендуемая периодичность наблюдений крена в строительный и эксплуатационный периоды на основании Инструкции [23] приведена в таблице 12.1.

Таблица 12.1 – Рекомендуемая периодичность наблюдения крена

Этап наблюдений	Уровень ответственности сооружения или здания за радиационную и ядерную безопасность по ПИН АЭ-5.6[10]		
	I	II	III
После возведения фундамента	Не менее одного цикла		
Этап должен быть приурочен к 25, 50, 75 и 100 процентной нагрузке на фундамент от укладки бетона	4 цикла наблюдений помимо геодезических работ по обеспечению вертикальности сооружения		
Строительство уникальных объектов	1 раз в месяц или цикл не реже чем через каждые 25 – 30 метров высоты объекта от предыдущего определения.		
Во время опробования труб	не реже одного раза в двое суток во время сушки и прогрева		
Приемка сооружения в эксплуатацию	Один цикл, совмещенный с определением осадок фундамента		
В первый год эксплуатации	4 раза в год	4 раза в год	1 раз в год
До стабилизации осадок	3 раза в год	2 раза в год	1 раз в год
После стабилизации осадок	1 раз в год	1 раз в 2 года	1 раз в 5 лет

12.1.12 При мониторинге крена башенного или глубинного сооружения Заказчику рекомендуется организовать проведение одновременных наблюдений за уровнем грунтовых вод и температуры на уровнях наблюдаемых сечений сооружения. При невозможности организации измерения температуры учитывают ее изменение с высотой согласно ГОСТ 4401.

12.2 Способ вертикального проектирования

12.2.1 Способ вертикального проектирования следует использовать для определения крена строящегося или эксплуатируемого сооружения башенного типа при наличии над опорными пунктами, находящимися внутри здания, сквозных вертикальных каналов видимости.

12.2.2 При использовании данного способа следует выполнять следующие требования и установки:

- проектирование следует выполнять оптическим или лазерным прибором вертикального проектирования;

- на фундаментной плите закладывают четыре трубчатых металлических знака с отверстием для принудительного центрирования на двух взаимно перпенди-

кулярных осях или три знака, вписанные в круг, диаметр которого не превышает диаметр сооружения в его верхнем сечении;

- при наблюдении объекта, имеющего перекрытия, следует закладывать вертикальные каналы видимости над опорными знаками фундаментной плиты; размеры каналов зависят от расчетной амплитуды колебаний объекта;

- деформационная марка в виде палетки с координатной сеткой должна быть надежно закреплена на наблюдаемом горизонте или должны быть однообразно установлены в каждом цикле относительно направлений главных осей сооружения;

- определение линейного смещения по направлениям осей сооружения от нижнего опорного знака выполняют минимум двумя приемами.

12.3 Способ определения крена при помощи прямых отвесов

12.3.1 Для объектов высотой или глубиной не более 15 м рекомендуется применять систему контроля изменения крена сооружения или конструкции на основе прямого отвеса.

12.3.2 Нить прямого отвеса должна быть подвешена в верхней части наблюдаемого объекта и отвесна под действием силы тяжести груза зафиксированного на нижнем конце нити.

12.3.2.1 Крен и его направление следует определять по отклонению прямого отвеса от закрепленного в основании сооружения или конструкции знака.

12.3.3 Переносные или стационарные отсчетные приспособления следует закреплять так, чтобы их координатная база была параллельна строительным осям сооружения или осям симметрии конструкции.

12.3.4 Координаты якоря отвеса и отсчетных устройств должны быть определены в системе координат объекта.

12.3.5 При использовании прямых отвесов необходимо учитывать требования 11.11.

12.4 Способ определения крена при помощи обратных отвесов

12.4.1 Струна обратного отвеса должна быть закреплена в основании сооружения. Верх струны должен быть жестко связан с полым тором («поплавком»), плавающим в сосуде с жидкостью и силой выталкивания приводить ее в отвесное положение.

12.4.2 Обратные отвесы должны иметь отсчетные устройства требуемого класса точности, которые закрепляются на наблюдаемых высотных или глубинных отметках сооружения. Координатная база отсчетных приспособлений должна быть параллельна строительным осям сооружения.

12.4.2.1 Отклонение сооружения от вертикали фиксируют при помощи отсчетных устройств изменивших свое положение относительно вертикальной струны.

12.4.3 На стадии строительства рекомендуется использовать обратный отвес со съемной верхней частью.

12.4.4 При использовании обратных отвесов необходимо учитывать требования 11.11.

12.5 Способ определения крена инклинометрами

12.5.1 Изменение крена сооружения допускается определять стационарным или переносным инклинометром по изменению угла наклона специальной площадки (кронштейна), жестко закрепленной на наблюдаемом объекте и обеспечивающей однозначную установку прибора.

12.5.1.1 При периодических наблюдениях за изменением крена сооружения данный способ рекомендуется рекомендуется применять как дополняющий основные способы наблюдения.

12.5.2 Инклинометры (датчики наклонов) могут быть механическими, оптическими, электронными (аналоговыми или цифровыми).

12.5.3 Используемые электронные инклинометры должны иметь риски, определяющие ориентацию координатных осей. Планово-высотные координаты места расположения инклинометра должны быть определены.

12.5.4 При использовании стационарных инклинометров начальные измерения должны проводиться не ранее, чем через 3 дня после установки, что связано с «притиркой» опорных винтов и резьбовых соединений установочного оборудования.

12.5.5 Места установки стационарных инклинометров следует располагать в монолитных железобетонных или кирпичных нишах с закрывающимися на замок дверцами, либо в металлических закрывающихся на замок контейнерах, жестко соединенных с несущими конструкциями здания. Доступ к измерительным пунктам может иметь только обслуживающий персонал.

12.5.6 Для проведения калибровки показаний системы наблюдений за деформациями здания, основанной на электронных датчиках наклона, и при необходимости определения абсолютных деформаций с помощью инклинометров, необходимо совмещать отдельные места их расположения с расположенными рядом плановыми или высотными деформационными марками, координаты которых определяются другими методами.

12.6 Способ определения крена нивелированием

12.6.1 Способ применяется при наблюдениях за изменением крена фундамента. Способ не позволяет выявить ряд составляющих крена сооружения согласно 12.1.1.

12.6.2 Плановые координаты центра наблюдаемого объекта и деформационных марок следует определять в единой системе координат объекта.

12.6.3 Геометрическое нивелирование, выполняемое по деформационным маркам фундамента в каждом цикле наблюдений, следует выполнять по одной и той же схеме и методике измерений в соответствии с 10.2.

12.7 Определение крена способом измерения малых углов

12.7.1 Способ рекомендуется применять при отсутствии ориентирных пунктов и при наблюдениях крена сооружения по деформационным маркам.

12.7.2 При использовании данного способа должны быть выполнены требования и установки:

- измерения должны быть выполнены с двух постоянно закрепленных опорных знаков, расположенных на взаимно перпендикулярных строительных осях;

- в первом цикле измерений следует определить горизонтальные проложения между каждым опорным знаком и деформационной маркой, наблюдаемой с данного знака;

- измерение с опорного знака малых горизонтальных углов следует выполнять относительно направлений на деформационную марку, заложенную в нижнем сечении наблюдаемого объекта.

12.7.3 Углы между направлениями следует измерять высокоточными теодолитами или точными тахеометрами. Измерения следует проводить в периоды равномерного освещения боковой поверхности сооружения.

12.8 Определение крена способом координат

12.8.1 Способ координат следует применять при определении крена объекта сложной геометрической формы.

12.8.2 Координаты центров наблюдаемых сечений или закрепленных на наблюдаемых сечениях деформационных марок определяют с пунктов опорной сети одним из геодезических способов: полярным, прямой угловой и линейно-угловой засечкой в соответствии с 11.8 и 11.9.

12.8.3 Каждый пункт опорной сети следует обеспечить минимум двумя ориентирными пунктами. В качестве ориентирных пунктов могут быть приняты хорошо видимые местные предметы. К ориентирным пунктам предъявляют следующие требования:

- они должны быть расположены на расстоянии от 200 до 1000 м от опорного пункта;

- визирный луч на ориентирный пункт должен проходить не ниже 0,5 м от поверхности земли, не ближе 3 м. от препятствий и 10 м от нагреваемых поверхностей (открытых тепловых коммуникаций на промышленных предприятиях и т.п.).

12.8.4 При определении координат центров наблюдаемых сечений или деформационных марок прямой угловой засечкой должны быть выполнены следующие требования и рекомендации:

- измерение горизонтальных углов следует выполнять с двух постоянно закрепленных опорных знаков, расположенных на взаимно перпендикулярных строительных осях объекта, если данное условие невыполнимо наблюдения следует выполнять с трех или более опорных знаков;

- при отсутствии деформационных марок визирование в процессе измерения углов рекомендуется выполнять по двум касательным к каждому наблюдаемому сечению, а среднее значение из этих направлений принимается за направление на центр наблюдаемого сечения;

- правильность визирования необходимо контролировать по зенитным расстояниям, высотам наблюдаемых точек или с помощью фотоизображений выполненных в первом цикле наблюдений.

12.8.5 Крен сооружения ступенчатой формы, определяют аналитическим способом по величинам и направлениям крена каждой отдельной грани сооружения.

12.9 Определение крена способом наклонного проектирования

12.9.1 Способ допускается применять при наблюдениях за креном сооружений высотой до 75 метров при условии обеспечения видимости и доступа к основанию сооружения.

12.9.2 При измерении приращения крена способом наклонного проектирования должны быть выполнены следующие требования и установки:

- наклонное проектирование следует выполнять с двух постоянно закрепленных опорных знаков, расположенных на взаимно перпендикулярных строительных осях;

- наведение на контрольную точку в верхней части сооружения должно быть однозначно в каждом цикле измерений;

- измерения следует выполнять по надежно закрепленной или единообразно устанавливаемой в основании объекта мониторинга линейке или рейке с помощью любого угломерного прибора;

- должен быть выполнен переход от составляющей отклонения в центральной проекции к ее ортогональной величине если верхняя контрольная точка и рейка не находятся в одной вертикальной плоскости.

13 Способы наблюдений за трещинами

13.1 Общие требования

13.1.1 Трещины следует выявлять путем визуального обследования поверхности конструкций, которые проводять в соответствии с СП 13-102-2003 [32], СТО 95 105-2013 [33]. При необходимости с конструкций снимают защитные или отделочные покрытия.

13.1.2 По результатам визуального обследования поверхности конструкций, выполненного специализированной организацией, должен быть составлен акт осмотра. В акте осмотра должны быть приведены: дата осмотра; фамилии и должности лиц, проводивших осмотр и составивших акт; фотографии выявленных трещин; чертеж (карта дефектов) с расположением трещин. Фотографии с указанием даты, объекта и места снимка заверяются уполномоченным представителем заказчика.

13.1.3 На картах дефектов, разрезах и развертках соответствующих конструкций расположение трещин должно быть схематично нанесено с привязкой к осям или характерным линиям конструкций; необходимые обмеры зданий выполняют согласно ГОСТ 26433.2. На чертежах должны быть указаны направление, длина, ширина и глубина трещин на момент фиксации повреждения. Наиболее употребляемые обозначения дефектов приведены в приложении Г.

13.1.4 Для слежения за развитием трещин, а также за раскрытием температурных или осадочных швов должны быть организованы систематические наблюдения.

13.1.5 Если наблюдения за трещинами проводят в рамках геодезического мониторинга, в ПГМ должен быть включен соответствующий раздел, в котором указываются:

- состав и порядок проведения работ;
- способы и методы измерений;
- применяемые инструменты;
- цикличность наблюдений;
- порядок обработки измерений и составление отчетной документации.

13.1.6 При проведении первого цикла наблюдений составляют карту дефектов, устанавливают марки, измерительные базы, щелемеры и маяки.

13.1.6.1 При проведении последующих циклов наблюдений:

- измеряют ранее выявленные трещины;
- выявляют новые трещины, уточняют карту дефектов;
- для наблюдения вновь появившихся трещин устанавливают марки, измерительные базы, щелемеры и маяки.

13.1.7 Способы наблюдений за трещинами назначают в зависимости от требуемой точности измерения, особенностей конструкций, возможности и экономической целесообразности применения.

13.1.8 Для учета влияния сезонного изменения температуры и изменения влажности на раскрытие трещин их значения должны быть зафиксированы как снаружи, так и внутри помещений в момент измерения.

13.1.9 Если точность измерения трещин не указана в техническом задании, следует применять инструменты, позволяющие обеспечить СКП измерения длины трещины не хуже 1,0 см., а ширины – 0,1 мм.

13.1.9.1 При ширине трещины более 1 мм следует измерять ее глубину. В этом случае к отчетной документации должны быть приложены графики раскрытия на каждую трещину, глубина которой определяется.

13.1.10 На этапе строительства ОИАЭ периодичность наблюдений состояния выявленных трещин устанавливается:

- при работах ниже нулевой отметки – 1 раз в 10 – 20 дней;
- при работах выше нулевой отметки – 1 раз в 15 – 30 дней.

13.1.11 В период эксплуатации периодичность проведения наблюдений определяет главный инженер объекта по рекомендациям Генпроектировщика. Время проведения измерений трещин и циклов наблюдения за осадками сооружения необходимо совмещать. Периодичность наблюдений следует корректировать исходя из скорости развития деформаций.

13.1.12 Ктехническому отчету по проведенному геодезическому мониторингу должен быть приложен чертеж с расположением трещин, щелемеров и маяков, сведения о текущем состоянии трещин, щелемеров и маяков, перечень замененных щелемеров и маяков, сведения об отсутствии или наличии новых трещин и установке щелемеров и маяков.

13.1.13 Наблюдения за текущим состоянием трещин проводят с помощью щелемеров, способами прямых линейных измерений или косвенных измерений с помощью геодезических приборов в соответствии с ГОСТ 26433.1. При наблюдениях за трещинами с помощью марочных щелемеров за контролируемую величину следует принимать кратчайшее расстояние между марками.

13.1.14 Решение о прекращении наблюдений трещин принимает проектировщик на основе анализа результатов периодических наблюдений.

13.2 Наблюдения с помощью установки маяков

13.2.1 Наблюдения за раскрытием трещин в зависимости от требуемой точности и условий наблюдения осуществляют:

- с помощью маяков однократного использования (гипсовых, цементных, и. т.д.);

- с помощью маяков постоянного использования (пластинчатых, точечных, часового типа и т.д.).

13.2.2 На трещину, в зависимости от ее длины, устанавливают от одного до трех маяков: один в месте наибольшего раскрытия, два других – у концов трещины. На поверхности маяка или рядом с ним должны быть записаны его номер и дата установки, а на чертеже отмечено его местоположение.

13.2.3 Для определения активности трещины должны быть установлены маяки однократного использования. Рекомендуемый размер гипсового маяка $10 \times 4 \times (0{,}8 – 1)$ см. При толщине маяка менее 8 мм его чувствительность возрастает.

13.2.4 Если в ходе наблюдения зафиксирован факт срабатывания маяка однократного использования, то дату обнаружения записывают в журнал, трещина перекрывается новым маяком, которому присваивают тот же номер, но с индексом. Маяки, на которых появились трещины, не удаляют до окончания наблюдений.

13.2.5 Если наблюдения ведут с фиксацией величины изменения параметров трещины, то используют щелемеры и маяки-щелемеры. Наблюдения за швами/стыками выполняют только с использованием щелемеров и маяков-щелемеров.

13.2.6 Маяки, щелемеры и маяки-щелемеры для наблюдений за трещинами/швами/стыками могут быть одноосными (для контроля перемещения в одном направлении), двухосными (для контроля по двум взаимно перпендикулярным направлениям), трехосными (для контроля по трем взаимно перпендикулярным

направлениям). При выборе устройства для наблюдений по числу отслеживаемых осей следует руководствоваться конкретными условиями работы наблюдаемой конструкции, учитывая возможное направление ее смещения

13.2.7 Не допускается использование гипсовых маяков в помещениях с влажным и мокрым режимами помещений, а также в ограждающих конструкциях зданий и в неотапливаемых зданиях и сооружениях.

13.2.8 8 Маяки и маяки-щелемеры, имеющие шкалу для наблюдений, не являются средствами измерений. Шкалу следует использовать для визуального определения факта и направления происходящих изменений параметров трещин/швов/стыков. Фактом срабатывания такого маяка является отклонение от нулевого значения после первичной установки, либо отклонение от значений, определенных в предыдущем цикле наблюдений при последующих наблюдениях.

13.3 Линейные измерения трещин

13.3.1 Прямые измерения длины трещины следует выполнять с помощью линеек, рулеток, штангенциркулей, индикаторов часового типа, микроскопов и других специальных средств измерений, утвержденного типа.

13.3.1.1 Длину следует измерять между штрихами, нанесенными краской или ост-рым инструментом на поверхности конструкции по концам трещины.

13.3.2 Ширину раскрытия трещин допускается определять с помощью микроскопов с ценой деления порядка 0,015 – 0,02 мм, измерительных луп с масштабным делением, целлулоидных или бумажных трафаретов, с нанесенными на них линиями разной толщины от 0,05 до 2 мм, щупом, индикаторами часового типа, электронным штангенциркулем и другими средствами измерений, обеспечивающими точность измерений не ниже 0,1 мм. Повторяемость выполняемых измерений ширины раскрытия трещины достигается путем обозначения мест измерений на конструкции.

13.3.3 Глубину трещин определяют с помощью щупов, игл или ультразвуковых приборов.

13.3.3.1 Основным документом, регламентирующим последовательность работы с измерительным средством при наблюдениях за трещиной, является руководство по эксплуатации конкретного средства измерения.

13.3.4 При наблюдении температурно-осадочных или строительных швов рекомендуется использовать щелемеры, которые при значительной длине шва размещают на различных отметках по высоте сооружения (не менее одного на каждые 6 метров длины). Марки щелемеров могут быть закладными или накладными. Измерительные части щелемеров должны быть защищены крышками.

13.3.4.1 При повреждении одной или нескольких марок щелемеров следует производить новую закладку и бетонирование марок. Если закладка марок проводилась путем обетонирования, то первый замер по вновь установленным маркам делает не ранее, чем через 3 – 5 дней после бетонирования закладных элементов щелемера.

13.3.5 Для контроля образования и развития трещин в местах возможных деформаций следует предусматривать закладку длиннобазовых щелемеров, электрических щелемеров, проволочных тензометров и других автоматизированных устройств, снабженных датчиками смещений и возможностью проводной или беспроводной передачи данных.

13.4 Измерения трещин геодезическими способами

13.4.1 Размеры трещин, прямые измерения которых невозможны, изменения ширины температурных или строительных швов рекомендуется фиксировать геодезическими способами измерений с привязкой к системе координат объекта.

13.4.2 Ширину раскрытия трещины можно вычислить по определяемым электронным тахеометром координатам деформационных парных марок, закрепленных по разные стороны от наблюдаемой трещины.

13.4.3 Длину трещины можно вычислить по координатам крайних точек трещины, полученным с помощью безотражательных измерений тахеометром.

13.4.3.1 Координаты точек начала и конца трещины определяют полярным способом, прямой угловой засечкой или другими способами определения координат.

13.4.3.2 По результатам измерений должен быть составлен каталог координат контрольных точек трещин (от двух и более точек на трещину) на дату измерений.

14 Регистрация, обработка измерений

14.1 Регистрация геодезических измерений

14.1.1 В ходе проведения геодезического мониторинга результаты наблюдений следует записывать в журнал или вводить в запоминающее устройство регистратора.

14.1.2 Журналы наблюдений являются документами строгого учета. Страницы в журнале должны быть обязательно пронумерованы, прошнурованы и скреплены штампом. Записи в журналах делают четким почерком. Неудовлетворительные наблюдения зачеркивают с указанием причины переделки.

14.1.3 В журнале обязательно должны быть указаны:

- наименование и адрес организации, выполнявшей измерения;
- фамилия и должность исполнителя, дата выполнения измерений;
- тип и номер инструмента, которым вели измерения;
- сведения о постоянных поправках прибора;
- условия измерений (освещенность, видимость, температура объекта и окружающего воздуха и.т.п.);
- результаты приемки работы руководителем.

14.1.4 Допускается использование любых электронных накопителей информации, поддерживаемых программным обеспечением геодезических инструментов.

14.1.4.1 Каждому файлу, содержащему результаты измерений, должно быть присвоено уникальное имя (обычно включающее дату и идентификатор объекта), которое должно быть зафиксировано в соответствующих журналах с указанием даты создания (изменения) и размером задействованной памяти.

14.1.5 По окончании наблюдений полевые данные с электронных запоминающих устройств должны быть скопированы на устройства длительного хранения информации – компакт-диски, флэш-карты, жесткие диски и т.д. При этом рекомендуется создавать одну рабочую копию и одну резервную на разных физических дисках.

14.1.6 Материалы полевых наблюдений из электронных запоминающих устройств должны быть распечатаны на бумажном носителе, снабжены пояснительной запиской, схемой измерения, страницы должны быть обязательно пронумерованы, прошнурованы и подтверждены росписью исполнителя работ и принявшего их руководителя.

14.1.7 Для длительного хранения материалы полевых наблюдений должны быть сданы в архив. При использовании специализированных баз данных полевые наблюдения должны быть введены в соответствующие неизменяемые формы СУБД.

14.2 Камеральная обработка результатов измерений

14.2.1 В ходе проведения камеральной обработки цикла измерений должны быть выполнены:

- предварительная оценка точности измерений;
- уравнивание результатов измерений опорной сети;
- оценка устойчивости опорной сети при выполнении двух и более циклов повторных измерений;
- уравнивание деформационной сети;
- вычисление параметров деформаций с оценкой точности.

14.2.2 Рекомендуется контроль и оценку точности высотных измерений выполнять в соответствии с требованиями СО 153-34.21.322-2003 [25], ГКИНП (ГНТА)-03-010-03 [27] и ГКИНП 17-195-99 [34], плановых измерений – в соответствии с требованиями ГОСТ 24846, Инструкции [23], ГКИНП (ОНТА)-01-271-03 [28].

14.2.3. Оценку точности измерений для каждой ступени и класса точности следует выполнять раздельно, до и после уравнивания.

14.2.4 Камеральную предварительную обработку измерений, составление схем ходов и уравнивание следует выполняют два исполнителя с целью контроля результатов. Если в процессе измерений был нарушен допуск, невязка или оценка превысили допуск, руководитель работ принимает решение о необходимости повторных измерений.

14.2.5 Уравнивание результатов измерений рекомендуется выполнять с использованием компьютерных программ, сертифицированных для применения на территории Российской Федерации.

14.2.6 Опорная сеть уравнивается как свободная, любым из способов, описанных в Инструкции [23] и ГКИНП 17-195-99 [34], ГКИНП (ГНТА)-03-010-03 [27], ГКИНП (ОНТА)-01-271-03 [28].

15 Оценка устойчивости и выбор исходного знака

15.1 Оценку устойчивости и выбор исходного знака высотной и плановой сети выполняют после уравнивания опорной геодезической сети.

15.2 Оценку устойчивости и выбор исходных реперов выполняют для всех знаков опорной сети, для территории, в пределах которой смещения реперов коррелированы или носят однородный характер. В противном случае рекомендуется разделение этой территории на коррелируемые по динамике смещений реперов во времени зоны.

15.3 Оценку устойчивости и выбор исходного репера опорной сети рекомендуется выполнять одним из способов: способом Марчака и модифицированным способом Марчака, способом Костехеля, способом Черникова, способом Готца, способом Рунова.

15.4 В приложениях Д и Е приведен пример оценки устойчивости реперов опорной высотной сети по способу Рунова и центров опорной плановой сети.

16 База данных геодезического мониторинга

16.1 Результаты геодезического мониторинга должны храниться в виде БД с использованием существующих возможностей лицензированных и сертифицированных в РФ пакетов прикладных программ.

16.2 Рекомендуется создание БД, позволяющей производить обработку и вычисления после занесения результатов очередного цикла геодезических измерений в базу.

16.3 Состав БД геодезического мониторинга должен включать текстовые, табличные и графические:

- исходные данные, которые хранятся в неизменном виде и формате;
- данные предварительной обработки;
- данные вычислительной обработки, анализа и прогноза наблюденных величин.

16.4 БД должна позволять проводить предварительную обработку, для которой рекомендуется использовать алгоритмы линейной интерполяции и экстраполяции.

16.5 БД должна позволять проводить анализ временных рядов данных, для которого рекомендуется использовать алгоритмы:

- полиномиального (скользящего среднего и средневзвешенного среднего) и экспоненциального сглаживания;
- одно- и двухмерного регрессионного анализа;
- авторегрессии, автокорреляции и преобразований Фурье.

16.6 БД должна позволять проводить статистической прогноз временных рядов, для которого рекомендуется использовать алгоритмы прогнозирования с учетом:

- существования линейного тренда (модель Хольта);
- существования линейного тренда и сезонности (модель Хольта-Уинтерса);
- существования аддитивного тренда и сезонности (модель Тейла-Вейджа),

а также, алгоритм анализа сингулярных спектров временного ряда.

16.7 БД должна позволять выводить на печать все обязательные и рекомендуемые ПГМ ведомости.

16.8 Рекомендуется для вывода исходных данных, результатов обработки, анализа и прогноза использовать возможности шаблонов (тексты, таблицы и графики). Шаблоны должны быть конвертированы в используемые офисные приложения.

17 Предварительная обработка данных мониторинга

17.1 Общие положения

17.1.1 Результатами геодезического мониторинга являются данные в виде временных рядов искомых параметров деформаций по каждому наблюдаемому объекту (ряды суммарных, межцикловых параметров, их скоростей и ускорений).

17.1.2 Перед вычислением искомых параметров деформаций все исходные данные должны быть приведены к виду, позволяющему производить вычисления искомых параметров деформаций.

17.1.3 Исходные данные по наблюдаемому объекту должны быть:

- отбракованы и освобождены от грубых погрешностей, полученных при анализе временного ряда данных;
- скомпенсированы на значительные пропуски наблюдений;
- пересчитаны с учетом смещений, образующихся при перезакладке знаков;

- приведены к единой исходной дате начала повторных измерений или к исходному циклу.

Вычисления следует выполнять в указанной последовательности.

17.1.4. Для приведения рекомендуется одновременно рекомендуется использовать таблицы временных рядов исходных данных, межцикловых смещений, суммарных смещений и приведенных данных (приложение Ж).

17.1.4.1 Таблицу межцикловых смещений следует составлять по разностям координат и высот, полученных в соседних по времени циклах.

17.1.4.2 Таблицу приведенных данных следует составлять после введения поправок за счет перезакладки геодезических знаков, компенсации пропущенных величин и приведения к исходному циклу повторных измерений.

17.2 Интерполяция и экстраполяции временных рядов

17.2.1 В процессе приведения, включающего восстановление пропущенных значений, корректировку данных за счет перезакладки знаков или марок и приведение к исходному циклу следует использовать математические процедуры интерполяции и экстраполяции по геодезическим данным соседних марок – межцикловым и суммарным смещениям.

17.2.2 Выбор соседних марок должен определяться:

- близостью по расстоянию к положению приводимой марки;

- при помощи матрицы коэффициентов корреляции по всем временным рядам (приложение И).

17.2.2.1 Корреляционная матрица $R_{i,j}$ следует рассчитывать в пределах анализируемого объекта по всем временным рядам по формуле:

$$R_{i,j} = \frac{\sum \left(\Delta H_{j,\tau} - \Delta H_{j,\text{ср.}}\right)\left(\Delta H_{i,\tau} - \Delta H_{i,\text{ср.}}\right)}{\sqrt{\left(\Delta H_{j,\tau} - \Delta H_{j,\text{ср.}}\right)^2 \left(\Delta H_{i,\tau} - \Delta H_{i,\text{ср.}}\right)^2}}, \qquad (0.1)$$

где i, j – номера марок;

t – номер цикла измерений;

ΔH – смещение марки.

17.2.2.2 Для интерполяции рекомендуется использовать знаки с коэффициентами взаимной корреляции, ряды с коэффициентом корреляции более 0,8.

17.2.2.3 Пример расчета корреляционной матрицы приведен в приложении И.

17.2.3 Если линейная интерполяция по соседней геодезической марке производится с использованием межцикловых или суммарных смещений, то уравнение для расчета будет

$$u_{j,t} = k_o + k u_{i,t}, \qquad (17.2)$$

где $u_{i,t(j,t)}$ – величина суммарного смещения *i*-го или *j*-го геодезического знака на момент времени *t*;

k_0 *и* k – независимые коэффициенты.

17.2.3.1 Пример интерполяции приведен в приложении К.

17.2.4 Интерполяцию временных рядов межцикловых и суммарных смещений следует производить с учетом связи между суммой межцикловых смещений и разностью значений суммарных смещений.

17.2.5 Интерполяция рядов по времени ограничена временным промежутком, в пределах которого временной ряд может быть приближен к виду аналитической функции. Рекомендуется использовать полином первого порядка, реже, при необходимости, может быть использован полином второго порядка.

17.3 Расчет пропущенных значений

17.3.1 Количество геодезических марок в каждом цикле измерений должно быть равным, а, соответственно число временных рядов (высот, координат) и сопряженных с ними рядов (превышений и приращений).

17.3.1.1 Если в структуре временного ряда имеются пропущенные значения, по тем или иным причинам, то должен быть произведен их расчет.

17.3.2 Расчет пропущенных значений следует выполнять методом интерполяции по временным рядам межцикловых и суммарных смещений соседних знаков.

17.3.3 Рекомендуется расчет пропущенных значений выполнять по временным рядам межцикловых смещений. Расчет пропущенных значений по суммарным смещениям следует использовать в том случае, если уклонения от линейного тренда соседних временных рядов межцикловых смещений больше, чем доверительный интервал, назначаемый равным СКП определения смещения удаленной марки.

17.3.4 Расчет пропущенных значений по исходным данным (высотам и координатам) с использованием модели тренда данных во времени применяют в том случае, если интерполяция по межцикловым или суммарным смещениям невозможна.

17.4 Расчет смещения при перезакладке знака

17.4.1 Отыскание величины перезакладки знака или марки (смещение) следует выполнять в тех случаях, когда знак или марка были уничтожены и на их место установлены новые.

17.4.2 Отыскание величины перезакладки осуществляют по временным рядам межцикловых и суммарных смещений соседних знаков или марок (приложение Л).

17.4.2.1 При нивелировании следует использовать вертикальные смещения, при линейно-угловых (плановых) и спутниковых измерениях – приращения координат ΔX и ΔY.

17.4.2 Отыскание величины перезакладки производят по рядам межцикловых смещений соседних знаков, для которых график функции взаимных смещений является прямой, и подлежит аппроксимации полиномом по формуле 17.2.

17.4.3 Контролем служит дисперсия разностей наблюденных и избыточных значений высот (координат) сравниваемая с СКП суммарного смещения удаленной марки.

17.4.3.1 Если линейная интерполяция по соседнему знаку (марке) с использованием межцикловых смещений обладает дисперсией большей, чем СКП опреде-

ления смещения удаленной марки, то отыскание величин производят при помощи интерполяции суммарных смещений.

17.5 Выбор исходного цикла для анализа и расчет исходных значений

17.5.1 Анализ смещений знаков (марок) деформационной сети следует проводить от исходного цикла на единую дату по всему объекту наблюдений.

17.5.1.1 Расчет суммарных величин с разными исходными датами запрещен.

17.5.2 Если исходная дата не назначена, а даты начальных циклов деформационной сети не совпадают, то дату исходного цикла выбирают по наибольшему количеству одновременно наблюдаемых знаков в начале измерений.

17.5.3 Если исходная дата назначена и на эту дату имеется более 75 % данных временных рядов, то для восполнения отсутствующих величин используются:

- регрессионные модели функции суммарных смещений;
- графическая (метод изолиний суммарных смещений) и аналитическая интерполяция суммарных смещений не менее, чем двух соседних знаков.

Пример расчета значения на исходную дату приведен в приложении М, а порядок расчета – в приложении Н.

18 Анализ данных геодезического мониторинга

18.1 Общие положения

18.1.1 Целью анализа результатов наблюдений деформаций является оценка состояния сооружения по контролируемым параметрам и деформационным характеристикам сооружения. Данные анализа следует использовать при создании или коррекции математической модели сооружения, для оценки его фактического состояния, составления прогнозов.

18.1.2 Анализ и прогнозирование полученных результатов совместно с результатами других видов проводимого мониторинга и обследований с целью под-

готовки заключения о пригодности СКЗиС к дальнейшей эксплуатации выполняют Генпроектировщик.

18.1.3 Для проведения анализа Генпроектировщик должны быть привлечены специалисты цехов, служб или отделов, ведающих строительством и эксплуатацией наблюдаемых зданий и сооружений.

18.1.4 В ходе анализа результатов наблюдения за высотными и плановыми смещениями СКЗиС по ГОСТ 23615, СП 20.13330, СП 22.13330, СП 70.13330 при необходимости Генпроектировщик выполняет:

- дополнительные расчеты, показывающие связь изменения величин высотных деформаций с действующими постоянными и временными нагрузками на основание сооружения, характер деформационного процесса при постоянной нагрузке (рост или стабилизация);

- оценку распределения высотных деформаций фундамента в продольном и поперечном направлениях, выявление связи неравномерности высотных деформаций с инженерно-геологическими условиями основания;

- сопоставление измеренной высотной деформации с расчетной;

- оценуа величины и распределения абсолютных горизонтальных смещений, изменения их во времени, связи с действующими постоянными и временными нагрузками;

- оценку относительных горизонтальных смещений, их распределение по наблюдаемому участку, зависимость от уровня грунтовых вод, снежной нагрузки, температуры и других факторов;

- оценку взаимных смещений основания, подземной и надземной частей зданий и сооружений;

- расчетный анализ измеренных смещений (определение их упругой, температурной и необратимой составляющих) с помощью регрессионных и математических моделей;

- сопоставление измеренных горизонтальных смещений с расчетными величинами; прогнозирование горизонтальных смещений на последующий период эксплуатации;

- определение «активной» зоны основания.

18.2 Принципы анализа данных геодезического мониторинга

18.2.1 Основой анализа данных геодезического мониторинга являются методы, используемые в анализе временных рядов по ГОСТ Р ИСО/ТО 10017–2005 (пункт 4.13).

18.2.1.1 В приложении П приведен рекомендуемый порядок анализа временных рядов.

18.2.2 Основной целью анализа данных геодезического мониторинга является определение тенденций изменения параметров деформаций объекта.

18.2.3 Устойчивость параметров деформаций характеризуется:

- при отсутствии деформационных процессов – постоянством значений наблюдаемого параметра;

- при равномерном протекании деформационного процесса – постоянной скоростью накопления параметра деформации;

- при неравномерном протекании процесса – постоянством приращения скорости накопления (ускорение или затухание) наблюдаемого параметра в пределах диапазона, определяемого ошибками геодезических измерений (рекомендуется использовать СКП определения удаленной марки).

18.2.4 Согласно СП 22.13330 основными контролируемыми параметрами являются средняя осадка, максимальная осадка, относительный крен, относительная разность осадки, особенности определения которых приведены в пунктах 18.4 – 18.8. При этом среднюю осадку и относительный крен следует определять для фундаментов зданий и сооружений, считающихся монолитными, а максимальную осадку и относительную разность осадки следует определять для остальных типов фундаментов.

18.2.5 Если наблюдаемыми параметрами являются средняя осадка или относительный крен, то для определения тенденции развития достаточно определить количественные показатели: суммарную величину, скорость и, при наличии, ускорение или затухание наблюдаемого параметра.

Если наблюдаемыми параметрами являются максимальная осадка или относительная разность осадки, то для определения тенденции развития определяют количественные и пространственные показатели:

- суммарную величину, скорость и, при наличии, изменение скорости накопления наблюдаемого параметра;

- территорию распространения максимальных осадок и относительной разности осадок, ее скорость распространения, и при необходимости – приращение и скорость приращения площади распространения фиксированной величины.

18.2.6 СКП полученной величины вычисляется по разностям между наблюденной величиной U_i и величиной полученного тренда U_{tr}. При этом СКП определения параметра U определяется как:

$$M_U = \sqrt{\frac{\left[(U_i - U_{tr})^2\right]}{n-1}}, \qquad (18.1)$$

где M_U – СКП определения параметра U;

U_i – полученное значение параметра на i-ый момент времени;

U_{tr} – значение тренда на i-ый момент времени;

n – количество членов временного ряда, используемого для получения уравнения тренда.

18.2.6.1 Полученное значение параметра записывают в виде $U_{tr} \pm M_U$.

18.2.7 Количество членов временного ряда для получения тренда следует определять из вида наблюденного временного ряда:

- при неизменности деформационного показателя рекомендуется использовать не менее 4 точек ряда;

- для рядов с равной скоростью изменения деформационного показателя рекомендуется использовать не менее 5 точек ряда и более;

- для процессов, характеризующихся приращением скорости деформационного показателя (ускорение или замедление) рекомендуется использовать не менее 6 и более – в зависимости от результатов идентификации тренда.

18.2.8 В связи с тем, что результаты натурных геодезических наблюдений, с частотой 3 и более циклов в год, отягощены сезонными влияниями, рекомендуется использовать временные ряды с периодом наблюдений от 2-х и более лет.

18.2.9 В процессе анализа следует учитывать, что величины искомых деформационных параметров, получаемые при анализе (прогнозе) временных рядов могут отличаться от результатов прямых расчетов на величину уклонений однократно вычисляемых величин от значений базовой линии временного ряда на исследуемый промежуток времени.

18.3 Основные виды расчетных данных

18.3.1 По преобразованным результатам высотных измерений следует вычислять:

- абсолютные величины вертикальных смещений деформационных марок (знаков) относительно исходного цикла измерений;

- текущие величины вертикальных смещений деформационных марок относительно их положения в предыдущем цикле измерений;

- разности вертикальных смещений двух марок n и m в одном цикле наблюдений с номером i;

- средние величины смещений отдельных конструктивных элементов и зданий (сооружений) в целом;

- симметричные относительные прогибы и выгибы конструкций;

- скорости осадок;

- другие параметры, предусмотренные ТЗ.

18.3.1.1 В приложении Б приведены расчетные формулы для определяемых величин, формулы подсчета точности определения.

18.3.2 По уравненным результатам плановых измерений следует вычислять:

- величины абсолютных и текущих горизонтальных смещений деформационных марок сооружения;

- средние величины абсолютного горизонтального смещения сооружения или его конструктивной части относительно исходного цикла наблюдений;

- средние величины текущего горизонтального смещения сооружения или его конструктивной части относительно предыдущего цикла наблюдений;

- горизонтальные прогибы, кручения, раскрытия трещин, швов, изменения форм поверхностей;

- скорости горизонтальных смещений за определенный промежуток времени;

- другие параметры предусмотренные ТЗ.

18.3.2.1 В приложении Б приведены расчетные формулы для определяемых величин, формулы подсчета точности определения.

18.3.3 По преобразованным результатам высотных измерений с целью определения крена вычисляют:

- абсолютные вертикальные смещения деформационных марок фундамента (опорной конструкции) относительно их положения в исходном цикле измерений для вычисления абсолютной величины изменения крена в угловой или линейной мере;

- текущие вертикальные смещения деформационных марок фундамента относительно их положения в предыдущем цикле для вычисления текущих величин изменения крена;

- скорости изменения крена за заданный промежуток времени;

- другие параметры предусмотренные ТЗ.

18.3.3.1 В приложении Б приведены расчетные формулы для определяемых величин, формулы подсчета точности определения.

18.3.4 Обработка измерений для определения горизонтальных смещений оси высотного сооружения или конструкции включает:

- определение горизонтальных смещений каждой визирной цели наблюдаемых горизонтальных сечений высотного сооружения;

- определение средней величины абсолютного горизонтального смещения сооружения на каждом наблюдаемом уровне относительно исходного цикла наблюдений;

- определение средней величины текущего горизонтального смещения сооружения на каждом наблюдаемом уровне относительно предыдущего цикла наблюдений;

- определение прогибов и кручений стволов труб;

- определение величин обратимых смещений осей высотных сооружений в целом и их отдельных точек, как разностей между величинами горизонтальных смещений и крена, если это определено техническим заданием.

18.3.4.1 В приложении Б приведены расчетные формулы для определяемых величин, формулы подсчета точности определения.

18.3.5 После каждого цикла измерений следует проводить анализ полученных результатов измерений для сравнения их с предельно допустимыми деформациями СКЗиС. В случае приближения измеренных деформаций к критическим, исполнитель немедленно сообщает об этом заказчику и Генеральному проектировщику в письменном виде или по электронной почте с приложением материалов измерений.

18.4 Особенности определения средней осадки

18.4.1 Среднюю осадку $\overline{S}_u$ следует определять по формуле, приведенной в приложении Б. При этом при определении средней осадки по циклам измерений рекомендуется:

- использовать геодезические знаки (не менее четырех), размещение которых должно обеспечивать получение величины средней осадки в геометрическом центре объекта;

- в каждом цикле измерений использовать равное количество значений, используемых в вычислении среднего.

18.4.2 Среднюю скорость следует определять путем аппроксимации n последних членов временного ряда средней осадки.

18.4.3 В том случае, если суммарная осадка не может быть определена из прямых вычислений, то для определения общей тенденции рекомендуется воспользоваться суммой межцикловых средних вертикальных смещений по формуле:

$$\overline{S}_u = \sum \overline{S}_{\Delta t}, \qquad (18.2)$$

где $\overline{S}_{\Delta t}$ – межцикловая средняя осадка.

18.5 Особенности определения максимальной осадки

18.5.1 Максимальная осадка $S_u^{\max}$ следует определять по всем геодезическим знакам (маркам) объекта. При этом количество анализируемых знаков в каждом цикле должно быть одинаковым.

18.5.2 Для отражения местоположения максимальной осадки рекомендуется использовать графики изолиний суммарных вертикальных смещений. Если максимальная осадка носит не постоянный характер, то вместе с графиком изолиний суммарных смещений строится график изолиний скоростей вертикальных смещений.

18.5.3 По полученным графикам изолиний определяют скорость планового распространения максимальной осадки по изменению местоположения изолиний вертикальных смещений.

18.5.4 Сечение изолиний суммарных вертикальных смещений в зависимости от величины вертикальных смещений рекомендуется назначать: 0,5 мм; 1 мм; 2 мм; 5 мм; 10 мм и т.д.

18.5.4.1 Сечение изолиний скоростей вертикальных смещений в зависимости от величины вертикальных смещений рекомендуется назначать: 0,1 мм/год; 0,2 мм/год; 0,5 мм/год; 1,0 мм/год и т.д.

18.6 Особенности определения относительного крена

18.6.1 Вне зависимости от способа определения крена искомыми параметрами являются величина относительного крена u_i и его направление. При этом во всех случаях должны быть определены составляющие крена k_X и k_Y в используемой системе координат.

18.6.2 Если крен фундамента определяется аналитическим способом при помощи суммарных вертикальных смещений (S_i) и координат осадочных марок (x_i и y_i) с использованием уравнения

$$H_i(x, y) = H_0 + k_x x + k_y y, \tag{18.3}$$

где k_X и k_Y – составляющие крена в направлении осей X и Y, то суммарный относительный крен должен быть определен от исходного цикла по анализируемому объекту, как:

$$k_i = \sqrt{k_x^2 + k_y^2}. \tag{18.4}$$

18.6.3 Если для всей сети осадочных марок невозможно определение их суммарных смещений от единого цикла, допускается использовать накопление крена по соответствующим осям, определенное по межцикловым вертикальным смещениям. В этом случае конечный суммарный относительный крен может быть получен, как:

$$u_i = \sqrt{\sum_{\Delta t} k_x^2 + \sum_{\Delta t} k_y^2}, \tag{18.5}$$

где Δt – промежуток времени между проведением двух последовательных циклов измерений.

18.7 Особенности определения относительной разности осадки

18.7.1 Относительная разность осадки $(\Delta S/L)_u$ определяется как по изменениям превышений, так и по разностям вертикальных смещений. Расстояния L между зна-

ками (марками) следует определять по их координатам, непосредственным измерением расстояния, при необходимости используют креномеры и приборы подобные им.

18.7.2 Для оценки распространения относительной разности осадок следует использовать абсолютную величину $|(\Delta S/L)_u|$, которой присваиваются средние координаты пары точек, между которыми была определена относительная разность осадки. По полученным данным строится график изолиний неравномерной осадки по всему объекту.

18.7.3 Для оценки скорости распространения следует определить площадь, охватываемую неравномерными осадками по каждому циклу измерений и рассчитать скорость ее приращения, применяя размерность ($см^2$/год). В отдельных случаях, при необходимости, расчеты можно проводить в процентном соотношении к площади объекта, применяя размерность (%/год).

18.8 Относительный прогиб или выгиб

18.8.1 Для открытых строительных конструкций (для измерений) расчет относительного прогиба или выгиба следует выполнять по величинам трех вертикальных смещений, расположенным по краям и в центре анализируемой конструкции (формулы для определения приведены в приложении Б).

18.8.2 Для определения прогибов или выгибов закрытых конструкций (оси валопроводов турбоагрегатов, прогибы фундаментных плит и пр.), в пределах которых непосредственные измерения прогибов или выгибов невозможны, расчет кренов и прогибов/выгибов выполняют при помощи построения профилей по картам и графикам изолиний суммарных смещений.

18.9 Относительная кривизна кривой (поверхности)

18.9.1 Относительную кривизну кривой (относительная кривизна поверхности) определяют аналогично относительной разности осадки, но при этом следует учитывать не длину прямой линии, а длину кривой, а при определении поверхности – длину криволинейной поверхности по заданному направлению.

18.9.2 Рекомендуется рассчитывать относительную кривизну кривой заменяя анализируемую кривую длины $L_{кр.}$ равной ей прямой с длиной $L_{пр}$.

При расчете кривизны поверхности с кривыми $L_{X,\ кр.}$ и $L_{Y,\ кр.}$ в направлении осей X и Y, их заменяют равными им прямыми с длинами $L_{X,\ пр.}$ и $L_{Y,\ пр.}$

18.10 Горизонтальные смещения

18.10.1 Горизонтальные смещения характеризуются двумя показателями деформаций – абсолютным и относительным растяжением и/или сжатием и дилатацией – горизонтальным смещением и углом кручения.

18.10.2 В процессе анализа, относительное растяжение или относительное сжатие рекомендуется определять как в подразделе 18.6. Горизонтальное смещение и угол кручения рекомендуется определять по 18.4.

19 Прогнозирование

0.1 По данным геодезического мониторинга можно осуществлять только статистическое прогнозирование на глубину не более 20 – 25 % от длины наблюдаемого ряда.

0.2 Прогнозные оценки рассчитывают методами экстраполяции в несколько этапов:

- проверка базовой линии прогноза;
- выявление закономерностей прошлого развития явления;
- оценка степени достоверности выявленной закономерности развития явления в прошлом (подбор трендовой функции);
- экстраполяция – перенос выявленных закономерностей на некоторый период будущего;
- корректировка полученного прогноза с учетом результатов содержательного анализа текущего состояния.

0.3 Для получения прогноза развития наблюдаемого деформационного процесса данные базовой линии должны соответствовать следующим требованиям:

- шаг по времени для всей базовой линии должен быть одинаков;

- наблюдения фиксируются в один и тот же момент каждого временного отрезка (например, на полдень каждого дня, первого числа каждого месяца);

- базовая линия должна быть полной, то есть пропуск данных не допускается.

0.4 Если в наблюдениях отсутствуют результаты, то для обеспечения полноты базовой линии необходимо их восполнить приблизительными данными, найденными интерполяцией по данным соседних рядов.

0.5 Если наблюденные ряды неравноотстающие, то следует проводить процедуру полиномиального или экспоненциального сглаживания или кубической сплайн-интерполяции, по результатам которых определяют значения членов равноотстающего временного ряда.

0.6 Прогнозирование (модель Хольта) следует осуществлять после определения последовательности членов временного ряда, подлежащего аппроксимации полиномом первого порядка, начиная с последнего члена ряда назад.

0.7 Прогнозирование (модель Хольта-Уинтерса) следует осуществлять в тех случаях, когда временной ряд отягощен сезонными колебаниями, а частота ряда составляет не менее 4 циклов в год.

0.8 Прогнозирование (модель Тейла – Вейджа) следует осуществлять в тех случаях, когда временной ряд включает в себя некоторую аддитивную (накопительную) модель линейного процесса и отягощен сезонными колебаниями, а частота ряда составляет не менее 4 циклов в год.

0.9 Рекомендуется прогнозирование с использованием рядов, получаемых из анализа сингулярного спектра временного ряда. При этом спектр рядов делят на группы:

- группы, где ряд ведет себя, как тренд;

- группы, где ряд ведет себя, как периодические колебания;

- группы, где ряд ведет себя, как стационарный шум;

- группы, сигнал у которых мал, и которые можно не учитывать.

0.10 Если временной ряд отягощен воздействиями связанными с временными динамически нагрузками, то такой ряд делится на части, соответствующими времени загрузки.

0.11 Точность прогнозных значений определяется величиной диапазона дисперсии, определяемой при вероятности 99 %, 97 %, 90 % и 70 %. При этом большему диапазону соответствует большая дисперсия.

20 Представление данных геодезического мониторинга

20.1 Данные, полученные в ходе проведения геодезического мониторинга, должны быть переданы заказчику в виде акта приемки-передачи результатов работ при проведении геодезического мониторинга по СП 126.13330.2012 (приложение 5) или технического отчета о выполненных работах, оформленного в соответствии с требованиями ПГМ, нормативных документов и государственных стандартов, состоящего из текстовой и графической частей и приложений (в текстовой, графической, цифровой и иных формах представления информации, в том числе и по ГОСТ Р 51872).

20.2 Состав и периодичность предоставления отчетных документов должны быть определены в договоре и техническом задании на производство работ.

20.3 К отчетной документации относятся:

- промежуточный технический отчет о результатах геодезических измерений одного или нескольких циклов;

- годовой технический отчет;

- сводный технический отчет о наблюдениях, выполненных за длительный период.

20.3.1 При непродолжительном периоде геодезических измерений на объекте может быть составлен технический отчет без составления промежуточных отчетов.

20.4 Цель промежуточного (информационного) отчета – своевременное информирование заказчика и Генпроектировщика об этапах проведения геодезического мониторинга и при необходимости – о развитии деформационных роцесссов на объекте наблюдений в период между циклами мониторинга

20.5 Цель годового технического отчета – обобщение результатов циклов мониторинга, выполненных в течение года, разработка рекомендаций по объему, видам и точностям наблюдений деформаций в последующие периоды наблюдений.

20.6 Примерное содержание текстовой части технического отчета:

- введение;
- краткая характеристика района (площадки) работ;
- краткая характеристика объекта наблюдения;
- задачи и точность геодезических измерений;
- сведения об используемых приборах, оборудовании и их метрологическом обеспечении;
- методики измерений по опорной сети и деформационным сетям;
- порядок обработки полевых измерений и оценка их качества;
- контроль устойчивости опорных пунктов геодезической сети и выбор исходных геодезических пунктов при уравнивании;
- порядок уравнивания результатов измерений и оценка точности уравненных геодезических сетей;
- результаты определения параметров деформаций с оценкой точности, представленные в виде расчетов, таблиц, графиков и профилей;
- сведения о проведении технического контроля и приемки работ;
- заключения о качестве конечных результатов геодезических измерений.

20.7 Графическая часть технического отчета в зависимости от проделанной работы должна содержать:

- схемы опорных геодезических сетей;

- схемы расположения деформационных (поверхностных, глубинных и стенных) марок и знаков;

- чертежи, абрисы и фотографии закрепленных опорных геодезических пунктов (с указанием при необходимости глубины заложения каждого из них);

- фотографии, чертежи или схемы применяемых на объекте деформационных марок или знаков;

- схемы нивелирных ходов и линейно-угловых измерений с указанием их основных характеристик (число штативов, невязка, допуск);

- ведомости координат и высот опорных геодезических пунктов;

- ведомости смещений (абсолютных, текущих) деформационных знаков в плане и (или) по высоте с указанием скоростей смещений;

- графики и эпюры смещения в плане и (или) по высоте деформационных знаков во времени или по циклам;

- инженерно-топографические планы, отображающие проявления опасных природных и техногенных процессов;

- ведомости и графики с результатами геодезических наблюдений за устойчивостью опорных реперов и знаков с оценкой точности их определения;

- пространственно-временные графики, планы (схемы) линий равных осадок;

- результаты визуальных осмотров, если они касаются межцикловых критических изменений в развитии деформационного процесса;

- ведомость дефектов при наличии задания по наблюдению за трещинами несущих и ограждающих конструкций.

20.7.1 Рекомендуется группировать схемы, ведомости и графики по каждому зданию (сооружению) объекта отдельно.

20.8 Результаты инструментальных геодезических измерений следует использовать в электронной базе данных объекта с целью хранения и обработки, в том числе для использования в геоинформационных системах.

20.9 Табличные формы – ведомости определения высот, координат вертикальных и горизонтальных смещений и их скоростей; а также графические формы для иллюстрации средней осадки, относительного крена, максимальной осадки, относительной разности осадок, прогибов/выгибов даны приведены в приложении Р.

21 Метрологическое обеспечение геодезического мониторинга

21.1 Объектами метрологического обеспечения геодезического мониторинга являются: средства измерений, методики (методы) измерений, организационно-распорядительная, нормативная и техническая документация, связанная с получением или использованием измерительной информации.

21.2 Метрологическое обеспечение геодезического мониторинга следует осуществлять на основании Федеральных законов [1], [35], [37], ГКИНП 17-195-99 [34], ГОСТ Р 8.565, ГОСТ Р 53606, стандартов ГСИ, других установленных действующим законодательством нормативных документов, а также на основании настоящего СТО.

21.3 Генеральный проектировщик в соответствии с ГОСТ Р 8.565–2014 (пункт 5.2.5) при подготовке ТЗ на ПГМ должен указать документацию, в том числе, разрабатываемую подрядными организациями, подлежащую метрологической экспертизе, и установить требования по проведению метрологической экспертизы в организациях с подтвержденной технической компетентностью (в частности – аккредитацией) в области, соответствующей объекту экспертизы.

21.4 Работы по метрологическому обеспечению геодезического мониторинга осуществляет метрологическая служба предприятия-исполнителя, а при ее отсут-

ствии – руководитель предприятия или назначенные руководителем ответственные лица в соответствии с ГОСТ Р 8.565–2014 (пункт 5.5.2).

21.5 Лицо, осуществляющее метрологическое обеспечение геодезического мониторинга должно иметь высшее (предпочтительно – геодезическое) образование и быть аттестовано в качестве государственного поверителя средств измерения геометрических величин, в части средств измерений геодезического назначения.

21.6 Предприятие (организация) осуществляющая метрологическое обеспечение геодезического мониторинга в соответствии с ГОСТ Р 8.565–2014 (пункт 5.5.2), в необходимых случаях с привлечением организаций с подтвержденной технической компетентностью (в частности – аккредитацией), должно обеспечить:

- периодическую поверку (калибровку) средств измерений, в том числе измерительных систем, используемых при геодезическом мониторинге в соответствии с ГОСТ Р ИСО 17123-1, ГОСТ Р ИСО 17123-2, ГОСТ Р ИСО 17123-3, ГОСТ Р ИСО 17123-4, ГОСТ Р ИСО 17123-5, ГОСТ Р ИСО 17123-8, ГОСТ Р 53606, ГКИНП 17-195-99 [34], руководством по эксплуатации, инструкцией или методикой выполнения измерений;

- аттестацию методик (методов) измерений, используемых в геодезическом мониторинге, если в соответствии с техническим заданием на разработку этих методик предприятие является ответственной за обеспечение аттестации;

- своевременную замену средств измерений, выработавших свой ресурс, на соответствующие требованиям ПГМ средства измерений;

- согласно ГОСТ 8.417 правильное применение в ПГМ величин Международной системы единиц или допущенных Правительством Российской Федерации внесистемных единиц величин;

21.7 Метрологическую экспертизу технической документации должна быть выполнена в соответствии с требованиями МИ 2267-2000 [36] и ГОСТ Р 8.563.

21.8 Средства измерения, используемые в измерительном процессе мониторинга должны быть средствами измерений утвержденного типа, прошедшие поверку в соответствии с положениями Федерального закона [36], а также обеспечивающие соблюдение установленных законодательством Российской Федерации обязательные метрологические требования к измерениям, метрологические и технические требования к средствам измерений (в т.ч. составным частям, программному обеспечению и условиям эксплуатации средств измерений).

22 Контроль выполнения работ

22.1 Предметом контроля на основании требований ГОСТ 15467 с целью обеспечения качества выполнения работ по геодезическому мониторингу объектов ОИАЭ является проверка на соответствие результатов работ требованиям ПГМ и технических регламентов по проведению обследований СКЗиС ОИАЭ.

22.2 Заказчиком работ по геодезическому мониторингу согласно СП 48.13330.2011 (пункты 7.1 и 7.3) и ГОСТ 23616–79 (пункт 1.2) должен быть осуществлен строительный контроль, включающий:

- входной контроль;
- операционный контроль;
- оценку соответствия выполненных работ ПГМ (приемочный контроль).

22.3 Виды и правила выполнения контроля устанавливаются ПГМ, в соответствующем разделе которого следует указать:

- контролируемые параметры;
- применяемый метод контроля;
- план контроля и порядок его проведения;
- средства контроля, правила выполнения и требования к точности измерений;
- метод оценки результатов контроля.

22.4 При входном контроле (см. 22.2) следует выполнить проверку:

- проектной документации;

- исходной опорной плановой и высотной сети;

- качества используемых при закладке геодезических знаков строительных материалов.

22.5 При входном контроле проектную и рабочую документацию по организации и выполнения геодезического мониторинга, должна бать проверена:

- на комплектность;

- наличие согласований и утверждений на места расположения и типы знаков, способы закладки геодезических знаков и способы проведения геодезического мониторинга;

- наличие ссылок на нормативные документы, устанавливающие методики и правила закладки геодезических знаков;

- соответствие методик измерений ПГМ требованиям и точности, установленной ТЗ;

- наличие указаний о методах контроля, в том числе в виде ссылок на соответствующие нормативные документы.

22.5.1 При обнаружении недостатков соответствующая документация должна быть возвращеная на доработку исполнителю в срок, указанный в договоре.

22.5.2 Исполнитель осуществляет доработку документации в установленные заказчиком сроки. После приемки исправленной документации, ее следует передать представителю организации, осуществляющей работы по геодезическому мониторингу.

22.6 При входном контроле представители организации, осуществляющей геодезический мониторинг, должны выполнить приемку исходной опорной плановой и высотной сетей по предоставленным застройщиком (заказчиком) геодезическим исходным данным. Полевую проверку сетей на надежность закрепления знаков и соответствие заявленной точности могут осуществлять представители

принимающей организации или с привлечением независимых экспертов, имеющих выданное саморегулируемой организацией свидетельство о допуске к работам по созданию опорных геодезических сетей.

22.6.1 Приемку геодезической исходной сети у застройщика (заказчика) следует оформлять соответствующим актом по СП 126.13330.2012 (приложение Д).

22.7 Входным контролем проверяют соответствие показателей качества используемых при изготовлении и закладке геодезических знаков материалов и изделий требованиям стандартов, технических условий или технических свидетельств.

22.7.1 При этом проверяют наличие и содержание сопроводительных документов поставщика (производителя), подтверждающих качество указанных материалов и изделий.

22.7.2 При необходимости могут быть выполнены контрольные измерения и испытания указанных выше показателей. Методы и средства этих измерений и испытаний должны соответствовать требованиям национальных стандартов.

22.8 Материалы и изделия, несоответствие которых установленным требованиям выявлено входным контролем, следует отделить от пригодных и промаркировать. Работы с применением этих материалов и изделий следует приостановить. Застройщик (заказчик) должен быть извещен о приостановке работ и ее причинах.

22.8.1 В соответствии с законодательством может быть принято одно из трех решений:

- поставщик выполняет замену несоответствующих материалов и изделий соответствующими договору поставки;

- несоответствующие изделия дорабатываются;

- несоответствующие материалы и изделия могут быть применены после обязательного согласования с застройщиком (заказчиком), проектировщиком и органом государственного контроля (надзора) по его компетенции.

22.9 Операционный контроль (см. 22.2) должен быть осуществлен в процессе закладки геодезических знаков. В ходе операционного контроля заказчику следует выполнить:

- проверку наличия у лиц, осуществляющих закладку геодезических знаков и сопровождающие закладку геодезические измерения, документов о качестве (сертификатов в установленных случаях) применяемых материалов, изделий, оборудования и средств измерений;

- контроль соблюдения лицами осуществляющими закладку геодезических знаков правил складирования и хранения применяемых материалов и изделий; при выявлении нарушений этих правил представитель строительного контроля застройщика (заказчика) может запретить применение неправильно складированных и хранящихся материалов;

- контроль соответствия последовательности, режима и качества выполнения технологических операций при закладке геодезических знаков требованиям нормативных и проектных документов;

- контроль наличия и правильности ведения лицом, осуществляющим закладку знаков, исполнительной документации, в том числе оценку достоверности геодезических исполнительных схем выполненных конструкций.

22.10 В процессе операционного контроля должна быть выполнена оценка выполненных работ, результаты которых влияют на устойчивость и сохранность закладываемых знаков, но в соответствии с принятой технологией становятся недоступными для контроля после начала выполнения последующих работ (скрытые работы).

22.10.1 В указанных контрольных мероприятиях могут участвовать представители соответствующих органов государственного надзора, авторского надзора, а также, при необходимости, независимые эксперты. Лицу, осуществляющему закладку геодезических знаков, в срок не позднее, чем за три рабочих дня должен известить участников контрольных мероприятий о сроках проведения работ.

22.11 В процессе операционного контроля рекомендуется проверять инструментальными методами:

- вертикальность и глубину скважины, пробуренной под закладку знака;

- изоляцию якорной штанги от обсадной трубы;

- глубину штраб под закладываемые деформационные марки или стенные знаки.

22.12 Результаты освидетельствования работ, скрываемых последующими работами, в соответствии с требованиями проектной и нормативной документации следует оформить актами освидетельствования скрытых работ. Застройщик (заказчик) может потребовать повторного освидетельствования после устранения выявленных дефектов.

22.13 Результаты инструментального контроля, согласно требованиям ПГМ, должны быть оформлены соответствующими актами и задокументированы в журналах работ.

22.14 При обнаружении в результате контроля дефектов работ, конструкций или материалов, соответствующие акты должны быть оформлены только после устранения выявленных дефектов.

22.15 При оценке соответствия выполненных работ ПМГ (см. 22.2) необходимо выполнить проверку:

- соответствия заложенных геодезических знаков требованиям проектной и нормативной документации;

- отчетной документации.

22.16 Для контроля заложенных геодезических знаков следует выполнить инструментальные измерения в ходе которых проверить:

- жесткость и прочность установленного знака;

- однозначность установки на знаке измерительных средств и вспомогательного оборудования;

- надежность предохранения от осадков и внешнего механического воздействия надземной части знака.

22.17. Контроль переданной заказчику отчетной документации следует выполнять в соответствии с требованиями ПГМ и раздела 20.

22.18 Если исполнитель работ по геодезическому мониторингу не является разработчиком ПГМ то заказчику рекомендуется в соответствии с СП 11-110-99 [37, пункт 4.1] заключить с организацией разработавшей ПГМ договор об авторском надзоре работ по геодезическому мониторингу.

22.19 Авторский надзор следует выполнять специалистами, назначаемыми руководством организации разработавшей ПГМ в соответствии с СП 11-110-99 [37, пункт 4.3].

22.20 Авторский надзор, состоит в выборочном контроле качества согласно ГОСТ 23616 и соблюдения технологии производства геодезических работ, утвержденной ПГМ. Рекомендуется включать проведение следующих мероприятий:

- проверка соблюдения последовательности и состава технологических операций при осуществлении закладки геодезических знаков и деформационных марок требованиям ПГМ;

- проверка достоверности документирования результатов скрытых работ при закладке геодезических знаков и деформационных марок;

- проверка выполненного объема измерений и соблюдения установленных сроков выполнения геодезического мониторинга, достоверности документирования его результатов;

- своевременное решение вопросов, связанных с необходимостью внесения изменений в ПГМ и контроль исполнения;

- иные мероприятия в целях осуществления контроля, предусмотренные заключенным договором с заказчиком.

22.21 Согласно СП 11-110-99 [37, пункт 5.1 – 5.5], каждое мероприятие, связанное с авторским надзором геодезического мониторинга, должно быть зареги-

стрировано в журнале авторского надзора согласно СП 11-110-99 [37, приложение А], хранящемся у заказчика. Ведение журнала следует осуществлять как по предприятию в целом, так и по его отдельным зданиям и сооружениям. Журнал должен быть пронумерован, прошнурован, оформлен подписями на титульном листе и скреплен печатью организации.

22.22 Записи и указания специалистов в журнале авторского надзора должны излагаться четко, с необходимыми ссылками на ПГМ, действующие строительные нормы и правила, государственные стандарты, технические условия, договора. Запись следует выполнять также при отсутствии замечаний за подписью контролирующих лиц.

22.23 По результатам контрольного мероприятия составляется акт о проделанной работе, который должен быть подписан контролирующей организацией и организацией, проводящей геодезический мониторинг в соответствии с СП 126.13330.2012 (пункт 7.2).

22.24 В процессе проведения геодезического мониторинга перечень контрольных мероприятий и периодичность их выполнения могут быть скорректированы по решению Генпроектировщика и по согласованию с заказчиком.

22.25 Карта контроля соблюдения требований настоящего стандарта приведена в приложении С.

Приложение А

(справочное)

Перечень сооружений и ответственных строительных конструкций ОИАЭ, подлежащих геодезическому мониторингу

Таблица А.1

Наименование сооружений и конструкций ОИАЭ	Класс безопасности элементов и установок по НП-001-97 [5]	Категория ответственности за ядерную и радиационную безопасность по ПиН АЭ-5.6 [10] и сейсмостойкости по НП-031-01[11]	Уровень ответственности по Федеральным законам [8], [38]
Фундаментная плита, стены и перекрытия фундаментной части реакторного отделения	2	1, I	Повышенный
Несущие конструкции внутри герметичной части реакторного отделения: опорная плита, внутренние перекрытия, стены, облицовка	2	1, I	Повышенный
Облицовка бассейна выдержки и перегрузки	2, 1	1, I	Повышенный
Консоли и балки полярного крана реакторного отделения	1 или 2	1, I	Повышенный
Стены и перекрытия деаэраторной этажерки, этажерки электроустройств и.т.п. (при пристройке к реакторному отделению класс и категория выше)	2 или 3	1 или 2, I или II	Повышенный
Вентиляционная труба	3	2, II	Повышенный
Несущие конструкции каркаса и фундамент машинного зала главного корпуса (или здания турбины); фундаменты под турбогенераторы; несущие конструкции мостовых кранов	3 или 4	II	
Несущие конструкции и фундамент спомогательного здания (кроме ХЖРО и УСТ)	3	2, II	Повышенный
Несущие конструкции ХЖРО и ХТРО, зацементированных, средне- и слабоактивных хранилищ радиоактивных отходов, узла переработки отходов (категория зависит от месторасположения)	3	1 и 2, I или II	Повышенный

Продолжение таблицы А.1

Наименование сооружений и конструкций ОИАЭ	Класс безопасности элементов и установок по по НП-001-97 [5]	Категория ответственности за ядерную и радиационную безопасность по ПиН АЭ-5.6 [10] и сейсмостойкости по НП-031-01[11]	Уровень ответственности по Федеральным законам [8], [38]
Конструкции хранилища свежего топлива или УСТ спецкорпуса (класс или категория зависят от местоположения хранилища или узла)	2	1, I	Повышенный
Конструкции хранилища отработанного ядерного топлива (ХОЯТ)	2	1, I	Повышенный
Несущие конструкции здания, включающего узел переработки отходов	3	2, II	Повышенный
Эстакады между реакторным отделением и спецкорпусом (другими корпусами)	4	2, II	Повышенный
Конструкции здания дизель-электрической станции аварийного электроснабжения	2	1, I	Повышенный
Фундаменты сооружений для трансформаторов (открытых трансформаторных установок)	4	2, II	Повышенный
Фундаменты зданий электроснабжения/открытых распределительных устройств	4	2, II	Повышенный
Фундаменты здания резервной дизельной электростанции системы нормальной эксплуатации	4	2, II	Повышенный
Кабельные тоннели систем безопасности	2	1, I	Повышенный
Несущие конструкции сооружений системы охлаждения ответственных потребителей (брызгальные бассейны, насосные станции, камеры переключений, азотно-кислородные станции)	2	I	Повышенный
Несущие конструкции сооружений и зданий систем охлаждения неответственных потребителей (здание водоподготовки, подводящие и отводящие каналы и проч.)	4 или 3	III или II	Повышенный
Градирни	4	2, II	Повышенный
Несущие конструкции очистных сооружений	4	3, III	Повышенный

Окончание таблицы А.1

Наименование сооружений и конструкций ОИАЭ	Класс безопасности элементов и установок по по НП-001-97 [5]	Категория ответственности за ядерную и радиационную безопасность по ПиН АЭ-5.6 [10] и сейсмостойкости по НП-031-01[11]	Уровень ответственности по Федеральным законам [8], [38]
Несущие конструкции сооружений хранения технологического оборудования или транспорта, гаражей спецтранспорта	4	3, III	Повышенный
Несущие конструкции административного, санитарно-бытового, вспомогательного корпусов, мастерских	4	3, III	Повышенный
Несущие конструкции здания пожарного депо, маслохозяйства, складов баллонов и других вспомогательных сооружений	4	3, III	Повышенный
Эстакады технологических и электрических коммуникаций	4	2, II	Повышенный
Примечание – Для конкретных ОИАЭ классификация зданий, сооружений и основных конструктивных элементов приводиться проектной организацией. В отдельных случаях она может отличаться от приведенной выше классификации.			

Приложение Б

(рекомендуемое)

Контролируемые параметры основных типов несущих конструкций, зданий и сооружений ОИАЭ

Таблица Б.1

Контролируемый параметр	Расчетная формула	Формулы оценки точности
Вертикальные смещения		
Абсолютная величина смещения	$S_{Hi}=H_i-H_0,$ где H_0 – отметка наблюдаемой деформационной марки (знака) в начальном (нулевом) цикле наблюдений; H_i – отметка той же марки в *i*-ом цикле наблюдений	$m_{S_i}^2=m_{H_i}^2+m_{H_0}^2$ где m_{H_0}, m_{H_i} – средние квадратические погрешности определения отметки деформационной марки в нулевом и *i*-ом циклах наблюдений
Текущая величина смещения	$S_{Hi\,(тек)}=H_{i+1}-H_i,$ где H_{i+1} – отметка деформационной марки в последующем относительно предыдущего *(i*-ого*)* цикла наблюдений	$m_{S_{i(i+1)}}^2=m_{H_{i+1}}^2+m_{H_i}^2,$ где m_{H_i}, $m_{H_{i+1}}$ – средние квадратические погрешности определения отметки деформационной марки в *i*-ом и *i*+1-ом циклах наблюдений
Разность смещения марок *n* и *m* в одном цикле измерений *i (неравномерность смещения)*	$(\Delta S_{nm})_i=(S_n)_i-(S_m)_i$	$m_{\Delta S_{nm}}=2m_H$
Разность смещения марки *n* в двух циклах *i* и *i+1 (приращение смещения)*	$(\Delta S_n)_{i,i+1}=(S_n)_{i+1}-(S_n)_i$	$m_{\Delta S_n}=2m_H$
Средняя величина смещения	$S_{Hiср}=\dfrac{\sum_{1}^{n}S_{Hi}}{n},$ где n – число наблюдаемых точек в группе или назначенном профиле точек	$m_\eta=\dfrac{m_S}{\sqrt{n}}$

Продолжение таблицы Б.1

Контролируемый параметр	Расчетная формула	Формулы оценки точности
Относительная разность смещений марок	$\eta = \frac{(\Delta S_{nm})_i}{L}$, где L – расстояние между двумя деформационными марками	$m_\eta = \frac{2m_H}{L}$
Симметричный относительный прогиб	$f = \frac{2S_k - (S_n + S_m)}{2L}$, где S_m и S_n – смещения марок, расположенных на краях прямолинейного участка сооружения (конструкции) длиной L; S_k – смещение марки, расположенной посередине между точками m и n	$m_f = \frac{m_H}{L}\sqrt{3}$
Скорость вертикального смещения	$\upsilon_i = \frac{S_i}{t}$, где t – время наблюдений, выраженное в месяцах или годах; S_i – величина смещения деформационной марки в вертикальной плоскости за время t	$m_f = \frac{m_H}{t}\sqrt{2}$, считается, что погрешность определения времени проведения измерений незначительна
Градиент скорости смещения	Относительная неравномерность скоростей вертикальных смещений двух марок, расположенных на расстоянии L: $grad\, v_{ji} = \left\lvert \frac{v_j - v_i}{L_{ji}} \right\rvert$.	
Вертикальные смещения (тригонометрическое нивелирование)		
Текущая (абсолютная) величина смещения	$\delta h_j = h_j - h_j^0 = S_j \operatorname{ctg} Z_j - S_0 ctg Z_0$, где S – длина наклонной линии, Z – зенитное расстояние; h_j – превышение точки в текущем цикле, h_{0j} – превышение точки в исходном цикле измерений	$m_{\delta h} = \sqrt{2\left(m_S^2\, ctg^2 Z + \frac{S^2 m_Z^2}{\rho^2 \sin^4 Z}\right)}$, при $m_{Z_j} = m_{Z_0} = m_Z$, $S_j = S_0 = S$
Горизонтальные смещения		
Абсолютные величины смещений по осям координат	$S_{xj} = x_j - x_j^0$; $S_{yj} = y_j - y_j^0$	$m_S = m_X\sqrt{2}$; $m_S = m_y\sqrt{2}$. $m_x = \mu\sqrt{Q_{X_i}}$; $m_y = \mu\sqrt{Q_{Y_i}}$. где Q_x и Q_y – весовые квадратичные коэффициенты по осям координат, получаемые в результате уравнивания
Средние смещения из n марок (знаков)	$S_{X_{cp}} = \frac{\sum_1^n S_{x_j}}{n}$; $S_{Y_{cp}} = \frac{\sum_1^n S_{y_j}}{n}$.	

Продолжение таблицы Б.1

Контролируемый параметр	Расчетная формула	Формулы оценки точности
Разности смещений знаков *n* и *m* в одном цикле наблюдений	$(\Delta S_{nm})_{x_j} = (S_n)_{x_j} - (S_m)_{x_j}$; $(\Delta S_{nm})_{y_j} = (S_n)_{y_j} - (S_m)_{y_j}$	$m_{\Delta S_{nm}} = m_{\Delta S_n} = 2m_{X(Y)}$
Разности смещений знака *n* по двум циклам наблюдений (приращение смещения)	$(\Delta S_n)_{x_j x_{j+1}} = (S_n)_{x_{j+1}} - (S_n)_{x_j}$; $(\Delta S_n)_{y_j y_{j+1}} = (S_n)_{y_{j+1}} - (S_n)_{y_j}$.	$m_{\Delta S_{nm}} = m_{\Delta S_n} = 2m_{X(Y)}$
Скорость горизонтального смещения	$\upsilon_{i(x,y)} = \frac{S_i}{t}$, где t – время наблюдений, выраженное в месяцах или годах; $Si_{(x,y)}$ – величина смещения знака по оси X или Y координат за время t.	
Кручение	Величину кручения характеризуют углом поворота φ радиуса-вектора r относительно одной из осей координат, либо длиной дуги l: $l = \frac{\varphi}{\rho} r$	
Крен и невертикальность		
Крен фундамента или оси сооружения из-за неравномерной осадки фундамента	$q = \frac{\Delta S}{l} H$, где $\Delta S = S_{i+1} - S_i$ – разность превышений между марками в начале и в конце периода наблюдения за креном фундамента, H – высота; l – расстояние между марками. Полная величина крена по двум взаимно перпендикулярным направлениям строительных осей здания: $Q^2 = q_x^2 + q_y^2$. Дирекционное направление крена: $\operatorname{tg} \alpha_Q = q_y / q_x$	$m_Q = m_q \sqrt{2}$, где m_q соответствует точности определений вертикальных смещений.

Продолжение таблицы Б.1

Контролируемый параметр	Расчетная формула	Формулы оценки точности
Крен сооружения (способ вертикального проектирования)	$Q = \frac{1}{\sin\gamma}\sqrt{q_1^2 + q_2^2 - 2q_1 q_2 \cos\gamma}$ $q_1 = q_1' \frac{S_1}{d_1}; q_2 = q_2' \frac{S_2}{d_2}.$ где q_1' и q_2' – составляющие невертикальности Q в центральной проекции; q_1 и q_2 – ортогональные величины ; d_1, d_2 – измеренные расстояния до реек; S_1, S_2 – расстояния от пунктов I и II до наблюдаемой точки; γ – угол менее 90° (если равен 90° используется вышеприведенная формула для перпендикулярных направлений)	$m_Q = m_q\sqrt{2}$, $m_q = \frac{S}{d}\sqrt{m_l^2}$, где l – средний отсчет, взятый по рейке при двух кругах; m_l – ср. кв. погрешность этого отсчета.
Крен сооружения (линейно-угловые или координатные определения) Абсолютные смещения по осям координат. Текущие смещения.	$q_x = x_j - x_0$ $q_y = y_j - y_0,$ где x_0, y_0 – координаты точки в начальном цикле измерений, x_j, y_j – координаты точки в текущем цикле измерений. $q_{x(тек)} = x_{j+1} - x_j$ $q_{y(тек)} = y_{j+1} - y_j,$ где x_0, y_0 – координаты точки в начальном цикле измерений, x_j, y_j – координаты точки в текущем цикле измерений	Средняя квадратическая погрешность определяется в зависимости от способа измерений по формулам или из уравнивания. Например, способ линейно-угловой засечки: $m_Q = \frac{m_\beta}{\rho\sin\gamma}\sqrt{2(S_1^2 + S_2^2)}$, где m_Q – средняя квадратическая погрешность определения с двух опорных точек, S – расстояния от опорных точек до определяемой, γ – угол засечки, который должен быть не менее 30°
Крен сооружения (способ малых углов или нескольких сечений)	$\alpha_0^i = \alpha_L^i - \frac{\beta}{2}$, где β – параллактический угол при наблюдении направлений на образующие ствола; α_0^i – направление на центр сечения. угловое смещение оси: $q_\alpha = \frac{\Delta\beta L}{\rho}$, где $\Delta\beta$ – параллактический угол, равный разности направлений на центры сечениий, L – расстояние до центра сечения.	Средняя квадратическая погрешность определения углового смещения: $m_q = \frac{m_{\Delta\beta} L}{\rho}$, где $m_{\Delta\beta} = 2m_\beta / \sqrt{2}$; $m_\beta = m_\alpha\sqrt{2}$.

Окончание таблицы Б.1

Контролируемый параметр	Расчетная формула	Формулы оценки точности
Прогиб оси от крена трубы	$q_k = 0{,}003H\Delta S'\lambda'$, где H – высота сооружения, $\Delta S'$ – неравномерность осадки, приведенная гибкость $\lambda' = \text{Н}\text{Д}_H^{-1}$ зависит от нижнего внешнего диаметра трубы на отметке 0,00 м	
Прогиб оси трубы от действия солнечной радиации	$f_t = \frac{\alpha\Delta t H^2}{6\text{Д}_\text{Н}}\left(1+\frac{4\text{Д}_\text{Н}}{\text{Д}_\text{В}+\text{Д}_H}\right)$, где H – высота сооружения, Δt –перепад температур на солнечной и теневой стороне ствола, Д – диаметр верхнего или нижнего сечений трубы, $\alpha = 1{,}2\times10^{-5}$ – коэффициент температурного линейного расширения	

Приложение В

(рекомендуемое)

Предельные отклонения контролируемых параметров СКЗиС согласно требованиям нормативных документов

Таблица В.1

Сооружения, их конструктивные особенности	Деформация		Предельные вертикальные смещения (среднее или максимальное)[1,2] в см.
	параметр	значение	
1. Производственные и гражданские одноэтажные и многоэтажные здания с полным каркасом:	относительная разность вертикальных смещений		
- железобетонным (без заполнения)		0,002	10
- стальным (без заполнения)		0,004	15
- железобетонным (с заполнением)		0,003	15
- стальным (с заполнением)		0,005	18
2. Здания и сооружения, в конструкциях которых не возникают усилия от неравномерных осадок	относительная разность вертикальных смещений	0,006	20
3. Многоэтажные бескаркасные здания с несущими стенами из:	относительная разность вертикальных смещений		
- крупных панелей		0,0016	12
- крупных блоков или кирпичной кладки без армирования		0,0020	12
- то же, с армированием, в том числе с устройством железобетонных поясов		0,0024	18
4 Многоэтажные бескаркасные здания с несущими стенами из:	относительный прогиб (выгиб)		
- крупных панелей		0,0008 (0,0004)	–
- крупных блоков или кирпичной кладки без армирования		0,001 (0,0005)	–
- то же, с армированием, в том числе с устройством железобетонных поясов		0,0012 (0,0006)	–
5.Сооружение из железобетонных конструкций (типа элеватора, рабочее здание и корпус) - на одной фундаментной плите	относительный поперечный и продольный крен	0,003	40
- то же, сборной конструкции		0,003	30
- отдельно стоящее рабочее здание монолитной конструкции		0,004	40
- отдельно стоящее рабочее здание сборной конструкции		0,004	30

Продолжение таблицы В.1

Сооружения, их конструктивные особенности	Деформация		Предельные вертикальные смещения (среднее или максимальное)[1,2] в см.
	параметр	значение	
6. Дымовые трубы высотой H, м: $H \le 100$ $100 < H \le 200$ $200 < H \le 300$ $H > 300$	относительный крен	 0,005 1/(2H) 1/(2H) 1/(2H)	 40 30 20 10
7. Жесткие сооружения высотой до 100 м, кроме указанных в поз. 5 и 6	относительный крен	0,004	20
8. Балки крановых путей под мостовые и подвесные краны, в том числе (при l – пролете элемента конструкции):			
- управляемые с пола, тельферы	относительный вертикальный прогиб	l/250	–
- управляемые из кабины (режим 1К-6К по ГОСТ 25546)		l/400	–
- управляемые из кабины (режим 7К)		l/500	–
- управляемые из кабины (режим 8К)		l/600	–
9. Балки, фермы, ригели, прогоны, плиты, настилы покрытий и перекрытий открытых для обзора при пролете l:	относительный вертикальный прогиб		
- менее 1 м		l/120	–
- 3 м		l/150	–
- 6 м		l/200	–
- 24 м (12 м при высоте помещений до 6 м)		l/250	–
- от 36 м (24 м при высоте помещений до 6 м)		l/300	–
10. Балки, фермы, ригели, прогоны, плиты, настилы покрытий и перекрытий при наличии перегородок под ними	абсолютная величина вертикального прогиба	40 мм	–
11. Балки, фермы, ригели, прогоны, плиты, настилы покрытий и перекрытий при наличии на них элементов, подверженных растрескиванию (стяжек, полов, перегородок)	относительный вертикальный прогиб	l/150	–

Продолжение таблицы В.1

Сооружения, их конструктивные особенности	Деформация		Предельные вертикальные смещения (среднее или максимальное)[1,2] в см.
	параметр	значение	
12. Балки, фермы, ригели, прогоны, плиты, настилы покрытий и перекрытий при наличии подвесных кранов (нагрузка от одного крана):	относительный вертикальный прогиб (меньшее значение из двух)		
- управляемых с пола		*l*/300 или *a*/150	–
- управляемых из кабины		*l*/400 или *a*/200	–
13. Балки, фермы, ригели, прогоны, плиты, настилы перекрытий, подверженных действию от смещаемых грузов и материалов	относительный вертикальный прогиб	*l*/350	–
14. Балки, фермы, ригели, прогоны, плиты, настилы перекрытий, подверженных действию нагрузок от рельсового транспорта (одного состава вагонов): узкоколейного (ширококолейного)	относительный вертикальный прогиб	*l*/400 (*l*/500)	–
15. Плиты перекрытий, лестничные марши и площадки, прогибу которых не препятствуют смежные элементы (нагрузка 1 кН или 100 кгс)	абсолютная величина вертикального прогиба	0,7 мм	–
16. Ригели и прогоны остекления, перемычки над дверными проемами	относительный вертикальный прогиб	*l*/200	–
17 Колонны зданий, оборудованных мостовыми кранами и крытых крановых эстакад (при *h* – высоте от верха фундамента или оси ригеля перекрытия до головки гранового рельса):	относительный горизонтальный прогиб от нагрузки одного крана		
- группа режима работы крана 1К – 3К		*h*/500	–
- группа режима работы крана 4К – 6К		*h*/1000	–
- группа режима работы крана 7К – 8К		*h*/2000	–
18. Колонны открытых крановых эстакад:	относительный горизонтальный прогиб от нагрузки одного крана		–
- группа режима работы крана 1К – 3К		*h*/1500	–
- группа режима работы крана 4К – 6К		*h*/2000	–
- группа режима работы крана 7К – 8К		*h*/2500	–
19.Балки крановых путей, зданий, крытых и открытых крановых эстакад при *l* – длине балки:	относительный горизонтальный прогиб от нагрузки одного крана		
- группа режима работы крана 1К – 3К		*l*/500	–
- группа режима работы крана 4К – 6К		*l*/1000	–
- группа режима работы крана 7К – 8К		*l*/2000	–

Продолжение таблицы В.1

Сооружения, их конструктивные особенности	Деформация		Предельные вертикальные смещения (среднее или максимальное)[1,2] в см.
	параметр	значение	
20. Многоэтажное здание, стены и перегородки любого крепления (при h – расстоянии от верха фундамента до оси ригеля покрытия)	относительная величина горизонтального смещения	h/500	–
21.Один этаж многоэтажного здания при податливом креплении стен и перегородок к каркасу (при h – расстоянии между осями смежных ригелей)	относительная величина горизонтального смещения	h/300	–
22. Один этаж многоэтажного здания при жестком креплении к каркасу стен и перегородок из кирпича, гипсобетона, железобетонных панелей	относительная величина горизонтального смещения	h/500	–
23. Один этаж многоэтажного здания при облицовке стен из керамических блоков, стекла, облицованных естественным камнем	относительная величина горизонтального смещения	h/700	–
24. Одноэтажное здание с навесными стенами и многоэтажные этажерки	относительная величина горизонтального смещения	h/150	–
25. Одноэтажные здания с самонесущими стенами при высоте этажа h, м:	относительная величина горизонтального смещения		
- до 6 м (включительно)		h/150	–
- 15 м		h/200	–
- от 30 м		h/300	–
26. Стойки, навесные стеновые панели при l – расчетном пролете стоек или панелей	относительный горизонтальный прогиб от ветровых нагрузок	l/200	–
27. Опоры транспортерных галерей при h – высоте опор от верха фундамента до низа ферм или балок	относительный горизонтальный прогиб от ветровых нагрузок	h/250	–

Продолжение таблицы В.1

Сооружения, их конструктивные особенности	Деформация		Предельные вертикальные смещения (среднее или максимальное)[1,2] в см.
	параметр	значение	
28. Колонны каркасных зданий при h – высоте этажа или от фундамента до низа балок крановых путей	относительный горизонтальный прогиб от температурных и усадочных воздействий		
- стены и перегородки из кирпича, железобетона, панелей навесных		$h/150$	–
- стены, облицованные естественным камнем, из керамических блоков, стекла		$h/200$	–
29. Элементы междуэтажных перекрытий при: $l \leq 3$ м ($l \geq 12$ м)	абсолютное значение выгиба (прогиба)	15 мм (40 мм)	–
30. Колонны и опоры железобетонные (стальные) (эксплуатация)	смещение относительно разбивочных осей в опорном сечении	10 мм (15 мм)	–
31. Колонны железобетонные одноэтажных зданий, при длине:	отклонение оси колонны в верхнем сечении от вертикали		
- до 4 м		25 мм	–
- 4 – 8 м		30 мм	–
- 8 –16 м		35 мм	–
- 16 –25 м		50 мм	–
32. Колонны стальные, l – высота колонны	То же	$l/500$	–
33. Верхний торец железобетонной колонны, при длине колонны:	разность отметок верха колонн в ряде		
- до 4 м		20 мм	–
- 4 – 8 м		25 мм	–
- 8 –16 м		30 мм	–
- 16 – 25 м		35 мм	–
34. Верхний торец стальных колонн	разность отметок верха колонн в ряде или в пролете	10 мм	–
35. Железобетонная балка, высота в положении на опоре:	отклонение продольной оси балки в верхнем сечении от вертикальной плоскости проходящей через продольную ось нижестоящего элемента		
- до 1 м		8 мм	–
- 1 – 1,6 м		10 мм	–
- 1,6 – 2,5 м		12 мм	–

Продолжение таблицы В.1

Сооружения, их конструктивные особенности	Деформация		Предельные вертикальные смещения (среднее или максимальное)[1,2] в см.
	параметр	значение	
36. Стальная балка кранового пути	смещение продольной оси балки с продольной разбивочной оси	10 мм	–
37. Железобетоные балки кранового пути, при длине балки:	отклонение торцов балок от оси симметрии опорной колонны		
- до 4 м		6 мм	–
- 4 – 8 м		8 мм	–
- 8 – 16 м		10 мм	–
- 16 – 25 м		12 мм	–
38. Стальные балки кранового пути	То же	25 мм	–
39. Железобетонные балки кранового пути, опирающиеся на колонны ряда, при расстоянии L между колоннами, м:	разность отметок верха в месте опирания балок на колонны, т.е. вдоль ряда		
- $L \leq 10$ м		0,001L	–
- L более 10 м		20 мм	–
40. Железобетонные балки кранового пути, опирающиеся на колонны ряда, при расстоянии S пролета между колоннами	разность отметок верха в месте опирания балок на колонны, поперек ряда (в пролете)	0,001S, но не более 40 мм	–
41. Стальная колонна или опора	Абсолютная величина горизонтального прогиба	не более 20 мм	–
42. Стальные балки	относительный верикальный прогиб	1/400	–
43. Стальные балки	относительный горизонтальный прогиб	1/500	–
44. Железобетонные балки крановых путей:	Максимальное раскрытие трещин		–
- растянутая зона поперек арматуры		0,4 мм	–
- продольная зона вдоль арматуры		1,0 мм	–
45. Опоры балок крановых путей:	Максимальное раскрытие трещин		–
- зона поперек арматуры		0,4 мм	–
- зона вдоль арматуры		1,0 мм	–

Окончание таблицы В.1

Сооружения, их конструктивные особенности	Деформация		Предельные вертикальные смещения (среднее или максимальное)[1,2] в см.
	параметр	значение	
46. Фундамент турбоагрегата, деформации за межремонтный период (4 года) L – длина в осях крайних подшипников	Стрела прогиба нижней плиты фундамента		–
	- при L не более 40 м	0,0001L	–
	- при L более 40 м	0,00015L	–
47. Башенное сооружение или труба при H – высоте сооружения	относительный прогиб оси из-за крена	0,0015H	–
48. Башенное сооружение или труба при H – высоте сооружения	относительный прогиб оси из-за ветрового напора	0,0133H	–
49. Башенное сооружение или труба при H – высоте сооружения	относительный прогиб оси из-за действия солнечной радиации	0,005H	–

Примечания

1 Значение предельного максимального вертикального смещения основания фундаментов применяется к сооружениям, возводимым на отдельно стоящих фундаментах на естественном (искусственном) основании или на свайных фундаментах с отдельно стоящими ростверками (ленточные, столбчатые и т.п.).

2 Значение предельного среднего вертикального смещения основания фундаментов применяется к сооружениям, возводимым на едином монолитном железобетонном фундаменте неразрезной конструкции (перекрестные ленточные и плитные фундаменты на естественном или искусственном основании, свайные фундаменты с плитным ростверком, плитно-свайные фундаменты и т.п.).

3 На основе обобщения опыта проектирования, строительства и эксплуатации отдельных видов сооружений допускается принимать предельные значения деформаций основания фундаментов, отличающиеся от указанных в настоящем приложении.

4 Пункты 1 – 6 приведены на основании рекомендаций СП 22.13330.2016 (приложение Д).

Пункты 7 – 29 приведены на основании рекомендаций СП 20.13330.2016 (приложение Е.2).

Пункты 30 – 45 приведены на основании РД-10-138-97 [15, приложение 3],

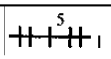
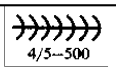
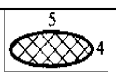
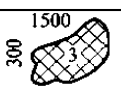
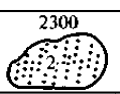
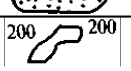
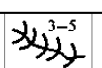
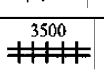
Пункт 46 – на основании РД ЭО 1.1.2.05.0696-2006 [20].

Приложение Г

(рекомендуемое)

Условные обозначения типичных дефектов поверхностей конструкций

Таблица Г.1

Обозначение	Наименование	Характеристика
	Дефектный шов	Шов бетонирования с наличием крупнопористого бетона и раковин или плохо проваренный сварной шов (дефект строительства)
	Разрушающийся шов	Шов бетонирования с признаками разрушения: расслоением бетона, образованием каверн или сварной шов, разрушающийся от коррозии
	Обнаженная, непрогнутая арматура	Выход арматуры на поверхность. Цифрами показано количество стержней: сбоку – горизонтальных, сверху – вертикальных
	Обнаженная, прогнутая арматура	Выход прогнутой арматуры на поверхность. Количество изогнутых стержней/стрела прогиба – длина изогнутых стержней в мм
	Шелушение	Поверхностное разрушение без обнажения арматуры кирпичной кладки или бетона на глубину менее 10 мм
	Разрушение защитного слоя бетона или поверхности кирпича	Поверхностное разрушение бетона на глубину более 10 мм, без обнажения арматуры, кирпича до 20 мм, швов до 40 мм
	Отслаивание защитного слоя бетона	Поверхностное разрушение бетона с обнажением арматуры, цифрами указано количество стержней: сверху вертикальные, сбоку горизонтальные
	Сплошная коррозия	Коррозия на поверхности металлических конструкций: вверху и сбоку – размеры дефектной зоны в мм, внутри – глубина разрушенного слоя в мм
	Точечная коррозия	Область точечной коррозии на поверхности металлической конструкции
	Сквозное разрушение	Разрушение металлической конструкции на всю толщину
	Трещина	Трещина поверхности, цифрами показана ширина раскрытия 3 – 5 мм
	Волосяные трещины	Трещины волосяные с раскрытием менее 0,5 мм
	Образование щели	Образование щелей между самостоятельными участками сооружения
	Выпадение отдельных кирпичей	
	Выпадение (обрушение) фрагментов кладки	
	Обледенение	

Приложение Д

(рекомендуемое)

Оценка устойчивости опорной высотной сети

Д.1 Оценка устойчивости опорной высотной сети производится по вертикальным смещениям $\Delta H_{i,k}$ реперов (i) двух циклов (k) измерений от средней плоскости путем выбора наименьшего ряда из средних вертикальных смещений всех реперов при поочередном выборе каждого репера в качестве исходного.

Д.2 Получение величин $\Delta H_{i,k}$ равнозначно вычислению изменений всех превышений между реперами в i цикле по отношению к первому.

Д.3 В матричном виде процедура выбора описывается матрицей

$$\Delta H - \Delta H^T = \begin{vmatrix} 0 & \Delta H_{12} & \Delta H_{13} & \dots & \Delta H_{1n} \\ \Delta H_{21} & 0 & \Delta H_{23} & \dots & \Delta H_{2n} \\ \Delta H_{31} & \Delta H_{32} & 0 & \dots & \Delta H_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \Delta H_{n1} & \Delta H_{n2} & \Delta H_{n3} & \dots & 0 \end{vmatrix}, \quad (Д.1)$$

$$\Delta H = \begin{vmatrix} 0 \\ \Delta H_{21} \\ \dots \\ \Delta H_{n1} \end{vmatrix}, \quad (Д.2)$$

где (Д.2) – одностолбцовая матрица вертикальных смещений реперов при условии того, что один из реперов принят за исходный репер.

Д.3.1 Элементы одной строки (столбца) – это вертикальные смещения реперов, определенные от одного и того же исходного репера (первый индекс, второй индекс), разного для каждой строки (столбца) (таблица Д.1).

Д.4 Выбор исходного репера производится по наименьшему из средних по каждому из столбцов (строк).

Д.5 Величина среднего по каждому столбцу показывает насколько изменяется положение средней плоскости всех реперов за исключением выбранного за устойчивый (исходный).

Таблица Д.1 – Матрица оценки устойчивости по оценкам вертикальных смещений

Наименование репера	Рп 1	Рп 2	Рп 3	Рп 4	Рп 5	Рп 6	Рп 7
Рп 1	0,0	4,6	2,8	2,7	1,1	2,4	1,0
Рп 2	–4,6	0,0	–1,8	–1,9	–3,5	–2,2	–3,6
Рп 3	–2,8	1,8	0,0	–0,1	–1,7	–0,4	–1,8
Рп 4	–2,7	1,9	0,1	0,0	–1,6	–0,3	–1,7
Рп 5	–1,1	3,5	1,7	1,6	0,0	1,3	–0,1
Рп 6	–2,4	2,2	0,4	0,3	–1,3	0,0	–1,4
Рп 7	–1,0	3,6	1,8	1,7	0,1	1,4	0,0
Среднее	–2,1	2,5	0,7	0,6	–1,0	0,3	–1,1
Обратное среднее	2,1	–2,5	–0,7	–0,6	1,0	–0,3	1,1

Д.6 Величина обратная среднему из каждого столбца может использоваться как показатель вертикального смещения выбранного репера по отношению ко всем остальным высотам.

Д.7 По величинам обратных средних смещений строится карта с изолиниями суммарных (межцикловых или текущих) вертикальных смещений и/или их скоростей.

Д.8 Суждение о стабильности высотного положения реперов делается на основе анализа величин $S_{ср}$, которые оцениваются с помощью неравенства

$$|\Delta H_{ср}| > t\mu\sqrt{\pi_{S_{ср}}}, \qquad (Д.3)$$

где t – критерий предельных погрешностей;

μ – средняя квадратическая ошибка единицы веса;

$\pi_{S_{ср}}$ – обратный вес величины $S_{ср}$.

Д.8.1 Соблюдение неравенства (Д.3) свидетельствует о том, что репер получил смещение, превышающее ошибки измерений. Сохранившими свое положение по высоте считаются те реперы, для которых величина

$$|\Delta H_{ср}| \le t\mu\sqrt{\pi_{S_{ср}}}. \qquad (Д.4)$$

Д.8.2 Если среди таких реперов находится репер, принятый в качестве исходного в предыдущих циклах, то он принимается исходным и в данном цикле измерений. Если же установлено, что этот репер получил смещение, то в качестве исходного выбирается один из реперов, сохранивших неизменной свою высоту. Для обеспечения связи с результатами наблюдений, полученными в прежних циклах, следует использовать его отметку из предыдущего цикла.

Приложение Е
(рекомендуемое)

Оценка устойчивости опорной плановой сети

Е.1 Оценка устойчивости плановой сети выполняется между пунктами одинакового класса или одинаковой разрядности по результатам измерений в двух и более циклах повторных измерений.

Е.2 Оценка устойчивости производится «от средней точки и среднего направления – дирекционного угла» определяемых, как:

$$\begin{cases} X_m = \frac{1}{n}\sum x_n \\ Y_m = \frac{1}{n}\sum y_n \\ \mathrm{tg}\alpha = \frac{Y_m}{X_m} \end{cases}, \qquad (Е.1)$$

где x_n, y_n – координаты пунктов опорной сети;

n – номер репера;

x_m, y_m – координаты условного центра.

Е.3 Первоначальной основой к определению исходных пунктов принимается то, что в основном вся совокупность пунктов опорной сети в процессе повторных измерений является неподвижной и изменение положения одного или нескольких реперов несущественно скажется на положении условного центра с координатами X_m, Y_m.

Е.4 Вычисленные в первом (исходном) цикле координаты являются основой для определения систематических как линейных уклонений, так и дирекционного угла, определяемых по формулам

$$L_{X,Y} = \frac{1}{n}\sum\sqrt{(y_i - Y_m)^2 + (x_i - X_m)^2} \qquad (Е.2)$$

и

$$\Delta_\beta = \frac{1}{n}\sum\left(\mathrm{arctg}\left(\frac{y_{in} - Y_m}{x_{in} - X_m}\right) - \mathrm{arctg}\left(\frac{y_{i0} - Y_m}{x_{i0} - X_m}\right)\right). \qquad (Е.3)$$

Е.5 Полученные средние величины $L_{X,Y}$ и Δ_β являются систематическими погрешностями, связанными с ошибками измерений и сравниваются с погрешностями измерений в каждом частном случае. Частные уклонения на каждом знаке являются показателями устойчивости.

Е.6 Если величины частных уклонений находятся в пределах точности производимых измерений, то знак является устойчивым. В противном случае знак является неустойчивым и не может быть использован в качестве исходного знака.

Е.6.1 Критериями к отбраковке являются величины $\Delta_\beta = 3m_\beta\sqrt{2}$ и $\Delta_L = 3m_L\sqrt{2}$, где m_β и m_L – средние квадратические ошибки определения угла и расстояния.

Таблица Е.1 – Пример оценки устойчивости плановой сети

Пункт	Координаты						Приращения координат, м					
	2010 (первый цикл)		2012 (пятый цикл)		2013 (шестой цикл)		2010 (первый цикл)		2012 (пятый цикл)		2013 (шестой цикл)	
	А, м	Б, м	А, м	Б, м	А, м	Б, м	dA	dB	dA	dB	dA	dB
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Пункты внешней сети												
пп0702	–1289,430	938,854	–1289,419	938,809	–1289,390	938,817	–913,212	–211,660	–913,198	–211,697	–913,174	–211,706
пп0704	–1254,226	1398,714	–1254,241	1398,718	–1254,218	1398,720	–878,008	248,200	–878,020	248,212	–878,002	248,197
пп0705	–1096,755	1810,886	–1096,763	1810,891	–1096,755	1810,886	–720,537	660,372	–720,542	660,385	–720,539	660,363
пп0901	–60,162	1592,189	–60,167	**1592,196**	**–60,167**	1592,203	316,056	441,675	316,054	441,690	316,049	441,680
пп0902	–58,115	1223,076	–58,119	1223,074	–58,121	1223,087	318,103	72,562	318,102	72,568	318,095	72,564
пп0903	–64,949	905,642	–64,953	905,629	–64,945	905,659	311,269	–244,872	311,268	–244,877	311,271	–244,864
пп0904	–222,594	366,876	–222,589	366,867	–222,567	366,905	153,624	–783,638	153,632	–783,639	153,649	–783,618
пп0905	–362,757	–26,062	–362,764	–26,077	–362,717	–26,018	13,461	–1176,576	13,457	–1176,583	13,499	–1176,541
пп1005	–606,048	590,462	–606,049	590,450	–606,044	590,449	–229,830	–560,052	–229,828	–560,056	–229,828	–560,074
пп1006	–797,462	772,212	–797,454	772,196	–797,438	772,215	–421,244	–378,302	–421,233	–378,310	–421,222	–378,308
пп1007	–592,194	1764,377	–592,204	1764,378	–592,210	1764,379	–215,976	613,863	–215,983	613,872	–215,994	613,856
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…

Продолжение таблицы Е.1

Уклонения направлений		Расстояния от УЦ, м						
суммарные	текущие	1 цикл	5 цикл	6 цикл	суммарные	текущие	Пункт	
сек	сек	dS	dS	dS	уклонения	уклонения		
14	15	16	17	18	19	20	21	22
Пункты внешней сети								
11,7	**3,2**	937,420	937,414	937,393	–0,026	–0,021	пп0702	
0,3	2,2	912,415	912,430	912,409	–0,006	–0,021	пп0704	Исх.
1,7	3,1	977,376	977,389	977,372	–0,004	–0,017	пп0705	
3,5	**–0,6**	543,110	543,121	543,110	0,000	–0,011	пп0901	Исх.
2,5	–1,6	326,274	326,275	326,267	–0,008	–0,008	пп0902	Исх.
3,8	6,1	396,044	396,046	396,040	–0,004	–0,006	пп0903	Исх.
7,2	5,3	798,555	798,557	798,540	–0,015	–0,017	пп0904	
6,6	7,4	1176,653	1176,660	1176,619	–0,035	–0,041	пп0905	
3,3	2,3	605,376	605,379	605,396	0,020	0,017	пп1005	
6,8	2,1	566,179	566,176	566,167	–0,012	–0,009	пп1006	
6,3	5,1	650,748	650,759	650,748	0,000	–0,012	пп1007	Исх.
…	…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…

Продолжение таблицы Е.1

Пункт	Координаты						Приращения координат, м					
	2010 (первый цикл)		2012 (пятый цикл)		2013 (шестой цикл)		2010 (первый цикл)		2012 (пятый цикл)		2013 (шестой цикл)	
	А, м	Б, м	А, м	Б, м	А, м	Б, м	dA	dB	dA	dB	dA	dB
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Пункты внутренней сети												
пп0913	–248,259	1333,174	–248,289	1333,145	–248,296	1333,163	127,959	182,660	127,932	182,639	127,920	182,640
псс27	–635,615	1111,499	–635,613	1111,485	–635,609	1111,504	–259,397	–39,015	–259,392	–39,021	–259,393	–39,019
псс29	–703,432	889,215	–703,445	889,194	–703,426	889,210	–327,214	–261,299	–327,224	–261,312	–327,210	–261,313
псс30	–703,429	1111,515	–703,419	1111,511	–703,413	1111,521	–327,211	–38,999	–327,198	–38,995	–327,197	–39,002
псс31	–703,452	1329,716	–703,449	1329,703	–703,441	1329,712	–327,234	179,202	–327,228	179,197	–327,225	179,189
псс32	–703,440	1566,905	–703,448	1566,893	–703,446	1566,895	–327,222	416,391	–327,227	416,387	–327,230	416,372
псс35	–767,741	1699,849	–767,749	1699,850	–767,747	1699,853	–391,523	549,335	–391,528	549,344	–391,531	549,330
псс36	–913,459	889,583	–913,462	889,562	–913,451	889,579	–537,241	–260,931	–537,241	–260,944	–537,235	–260,944
псс37	–913,330	1111,505	–913,331	1111,495	–913,327	1111,511	–537,112	–39,009	–537,110	–39,011	–537,111	–39,012
псс38	–913,336	1308,456	–913,339	1308,442	–913,334	1308,454	–537,118	157,942	–537,118	157,936	–537,118	157,931
псс40	–913,341	1699,848	–913,353	1699,847	–913,348	1699,848	–537,123	549,334	–537,132	549,341	–537,132	549,325
псс7	–84,173	980,361	–84,174	980,363	–84,177	980,387	292,045	–170,153	292,047	–170,143	292,039	–170,136
Координаты условного центра (УЦ)	**–376,218**	**1150,514**	**–376,221**	**1150,506**	**–376,216**	**1150,523**						
Уклонения УЦ по циклам	0	0	–0,003	–0,008	0,003	0,009						

Окончание таблицы Е.1

Уклонения направлений		Расстояния от УЦ, м						
суммарные	текущие	1 цикл	5 цикл	6 цикл	суммарные	текущие	Пункт	
сек	сек	dS	dS	dS	уклонения	уклонения		
14	15	16	17	18	19	20	21	22
Пункты внутренней сети								
19,4	9,7	223,021	222,988	222,971	**–0,032**	**–0,050**	пп0913	
3,4	**-1,5**	262,314	262,310	262,318	–0,004	**0,004**	псс27	Исх.
6,4	4,7	418,743	418,759	418,774	0,016	**0,031**	псс29	
2,8	4,6	329,527	329,513	329,521	–0,013	**–0,006**	псс30	
4,0	**3,3**	373,089	373,081	373,078	–0,007	–0,011	псс31	Исх.
7,1	4,7	529,580	529,581	529,570	0,000	**–0,010**	псс32	Исх.
3,0	3,4	674,580	674,591	674,580	0,011	**0,000**	псс33	
4,8	0,9	597,254	597,260	597,272	0,006	0,018	псс36	Исх.
1,1	0,4	538,526	538,525	538,531	–0,002	0,005	псс37	Исх.
3,9	1,9	559,858	559,857	559,857	–0,001	–0,001	псс38	Исх.
3,5	3,1	768,289	768,301	768,292	0,012	**0,003**	псс40	
7,0	1,0	337,998	337,994	337,998	–0,004	**0,000**	псс7	Исх.
4,2	3,2				–0,010	–0,016		

Приложение Ж

(справочное)

Пример расчетной таблицы БД

Т а б л и ц а Ж.1 – Пример листа базы данных

Номер марки	Значения по циклам измерений, мм									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	4.12.09	24.2.10	27.4.10	23.8.10	1.11.10	10.5.11	8.11.11	2.5.12	26.10.12	23.4.13
Уравненные высоты										
1	98123,5	98119,4	98116,1	98113,8	сбита	98763,6	98762,1	98761,4	98761,2	98760,2
2	98100,5	98095,9	98092,0	98089,5	98086,8	98085,4	98083,5	98083,2	98082,8	98082,0
3	98153,7	98148,8	98145,4	98142,8	98140,3	закр.	98137,0	98136,8	98136,1	98135,5
4	98456,2	98452,1	98448,7	98446,4	98444,3	98442,8	98441,1	98440,2	98439,6	98438,8
5	98006,5	98002,5	97998,5	97995,9	97993,8	97992,0	97990,5	97989,6	97989,0	97988,3
6	98222,2	98218,1	98214,4	98211,6	98208,8	98207,3	98205,6	98205,5	98205,5	98205,3
7	–	–	98333,6	98331,2	98328,4	98326,5	98324,5	98324,0	98323,6	98323,3
8	98126,8	98122,5	98119,1	98116,2	98113,7	98112,0	98110,0	98109,6	98109,3	98108,4
Межцикловые смещения										
1		–4,1	–3,3	–2,3	–	–	–1,6	–0,7	–0,2	–1,0
2		–4,6	–3,9	–2,6	–2,7	–1,4	–1,8	–0,3	–0,4	–0,8
3		–4,9	–3,4	–2,6	–2,4	–	–	–0,2	–0,8	–0,6
4		–4,1	–3,4	–2,3	–2,1	–1,6	–1,7	–0,9	–0,6	–0,8
5		–4,0	–3,9	–2,6	–2,0	–1,9	–1,5	-0,9	–0,6	–0,8
6		–4,1	–3,6	–2,8	–2,8	–1,6	–1,6	–0,2	0,0	–0,2
7		–	–	–2,4	–2,8	–1,9	–1,9	–0,5	–0,4	–0,3
8		–4,3	–3,3	–2,9	–2,6	–1,7	–2,0	–0,4	–0,3	–1,0
Суммарные смещения										
1	0,0	–4,1	–7,4	–9,7	–	640,1	638,6	637,9	637,7	636,7
2	0,0	–4,6	–8,5	–11,0	–13,7	–15,1	–17,0	–17,3	–17,7	–18,5
3	0,0	–4,9	–8,3	–10,9	–13,4	–	–16,7	–16,9	–17,6	–18,2
4	0,0	–4,1	–7,5	–9,8	–11,9	–13,4	–15,1	–16,0	–16,6	–17,4
5	0,0	–4,0	–8,0	–10,6	–12,7	–14,5	–16,0	–16,9	–17,5	–18,2
6	0,0	–4,1	–7,8	–10,6	–13,4	–14,9	–16,6	–16,7	–16,7	–16,9
7	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8	0,0	–4,3	–7,7	–10,6	–13,1	–14,8	–16,8	–17,2	–17,5	–18,4
Приведенные высоты										
1	98123,5	98119,4	98116,1	98113,8	98111,1	98109,1	98107,6	98106,9	98106,7	98105,7
2	98100,5	98095,9	98092,0	98089,5	98086,8	98085,4	98083,5	98083,2	98082,8	98082,0
3	98153,7	98148,8	98145,4	98142,8	98140,3	98138,8	98137,0	98136,8	98136,1	98135,5
4	98456,2	98452,1	98448,7	98446,4	98444,3	98442,8	98441,1	98440,2	98439,6	98438,8

Окончание таблицы Ж.1

Номер марки	Значения по циклам измерений, мм									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	4.12.09	24.2.10	27.4.10	23.8.10	1.11.10	10.5.11	8.11.11	2.5.12	26.10.12	23.4.13
5	98006,5	98002,5	97998,5	97995,9	97993,8	97992,0	97990,5	97989,6	97989,0	97988,3
6	98222,2	98218,1	98214,4	98211,6	98208,8	98207,3	98205,6	98205,5	98205,5	98205,3
7	98341,9	98337,0	98333,6	98331,2	98328,4	98326,5	98324,5	98324,0	98323,6	98323,3
8	98126,8	98122,5	98119,1	98116,2	98113,7	98112,0	98110,0	98109,6	98109,3	98108,4

Приложение И

(справочное)

Пример расчета корреляционной матрицы

Т а б л и ц а И.1 – Корреляционная матрица межцикловых смещений из таблицы Ж.1

Номер марки	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,00	–	–	–	–	–	–	–
2	0,99	1,00	–	–	–	–	–	–
3	0,97	0,99	1,00	–	–	–	–	–
4	0,93	0,95	0,97	1,00	–	–	–	–
5	0,91	0,93	0,96	1,00	1,00	–	–	–
6	0,92	0,95	0,97	0,99	0,99	1,00	–	–
7	0,89	0,94	0,97	1,00	0,99	0,99	1,00	–
8	0,86	0,90	0,94	0,98	0,98	0,99	0,99	1,00

Приложение К

(справочное)

Пример интерполяции по межцикловым смещениям

К.1 Интерполяция проводилась по межцикловым смещениям марок 3 и 4, коррелирующих друг с другом с коэффициентом взаимной корреляции 0,97 (таблица И.1). В таблице К.1 дан фрагмент листа БД с марками 3 и 4.

Таблица К.1 – Фрагмент листа базы данных. Марки 3 и 4

Номер марки	Значения по циклам измерений, мм									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	4.12.09	24.2.10	27.4.10	23.8.10	1.11.10	10.5.11	8.11.11	2.5.12	26.10.12	23.4.13
Уравненные высоты										
3	98153,7	98148,8	98145,4	98142,8	98140,3	закр.	98137,0	98136,8	98136,1	98135,5
4	98456,2	98452,1	98448,7	98446,4	98444,3	98442,8	98441,1	98440,2	98439,6	98438,8
Межцикловые смещения										
3	–	–4,9	–3,4	–2,6	–2,4	–	–	–0,2	–0,8	–0,6
4	–	–4,1	–3,4	–2,3	–2,1	–1,6	–1,7	–0,9	–0,6	–0,8
Суммарные смещения										
3	0,0	–4,9	–8,3	–10,9	–13,4	–	–16,7	–16,9	–17,6	–18,2
4	0,0	–4,1	–7,5	–9,8	–11,9	–13,4	–15,1	–16,0	–16,6	–17,4
Приведенные высоты										
3	98153,7	98148,8	98145,4	98142,8	98140,3	98138,8	98137,0	98136,8	98136,1	98135,5
4	98456,2	98452,1	98448,7	98446,4	98444,3	98442,8	98441,1	98440,2	98439,6	98438,8

К.2 Регрессионная модель рассчитана при помощи линейного уравнения $\Delta H_2 = k_0 + k_1 \Delta H_4$. Расчет линии регрессии является стандартной функцией любого табличного редактора. Для получения уравнения регрессии рекомендуется использовать табличный редактор MS Excel.

К.3 Реализация этой модели в виде графика показана на рисунке К.1.

К.4 На графике: $\Delta H_3 = 1{,}1917\ \Delta H_4 + 0{,}1902$ – уравнение линейной регрессии; $R^2 = 0{,}9815$ – коэффициент детерминации; залитые маркеры – интерполированные значения.

К.5 По полученному уравнению рассчитываются значения межцикловых смещений, подстановкой соответствующих величин смещений марки 4 в регрессионное уравнение. При этом следует учесть, что сумма межцикловых смещений полученных по регрессионной модели может не совпадать с разностью соответствующих суммарных смещений. Поэтому полученные значения исправляются, как это делается при уравнивании. Вес поправки определяется из модуля значения полученного из регрессии.

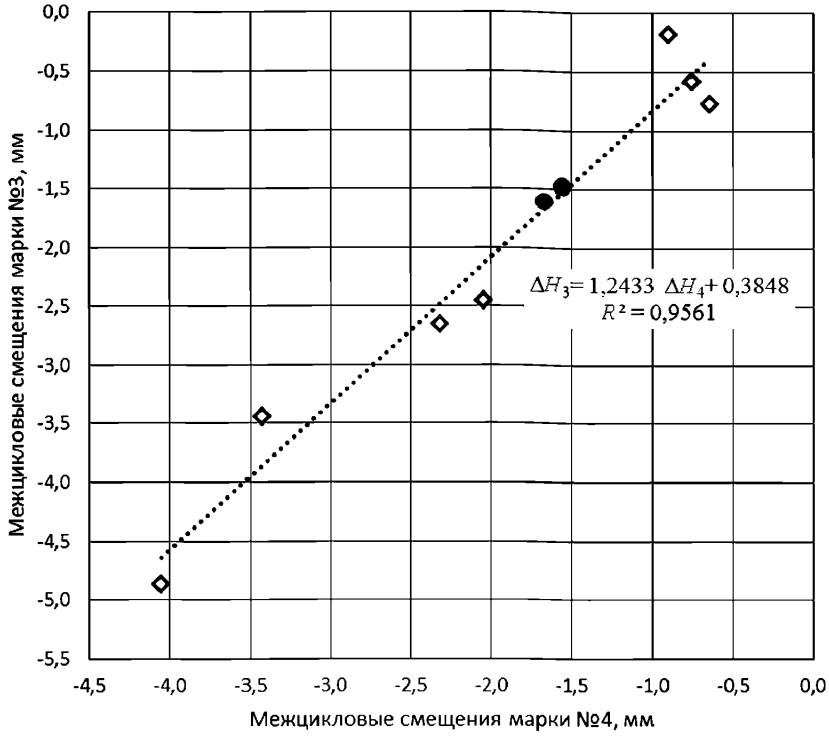


Рисунок К.1 – График регрессионной модели линейного уравнения
$\Delta H_2 = k_0 + k_1 \Delta H_4$

К.6 Пример расчета поправки и расчет исправленных значений показан в таблице К.2

Таблица К.2 – Пример расчета интерполяции и контроль значений по маркам 3 и 4

Смещения из регрессии	–1,5	–1,7	Сумма из регрессии	–3,2
Поправка	0	–0,1	Сумма из разности суммарных смещений	–3,3
Исправленные смещения	–1,5	–1,8	Разность	+0,1
СКП интерполяции				0,07

К.7 Контроль интерполяции осуществляется по СКП из разностей, полученных между интерполяционными и исправленными значениями сравниваемой с СКП удаленной точки.

Приложение Л

(справочное)

Пример расчета характеристик перезакладки марки

Л.1 Расчет характеристики перезакладки проводился по межцикловым смещениям марок 1 и 2, коррелирующих друг с другом с коэффициентом взаимной корреляции 0,97. В таблице Л.1 дан фрагмент листа БД с марками 1 и 2.

Таблица Л.1 – Фрагмент листа базы данных. Марки 1 и 2

Номер марки	Значения по циклам измерений, мм									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	4.12.09	24.2.10	27.4.10	23.8.10	1.11.10	10.5.11	8.11.11	2.5.12	26.10.12	23.4.13
Уравненные высоты										
1	98123,5	98119,4	98116,1	98113,8	сбита	98763,6	98762,1	98761,4	98761,2	98760,2
2	98100,5	98095,9	98092,0	98089,5	98086,8	98085,4	98083,5	98083,2	98082,8	98082,0
Межцикловые смещения										
1		–4,1	–3,3	–2,3	–	–	–1,6	–0,7	–0,2	–1,0
2		–4,6	–3,9	–2,6	–2,7	–1,4	–1,8	–0,3	–0,4	–0,8
Суммарные смещения										
1	0,0	–4,1	–7,4	–9,7		640,1	638,6	637,9	637,7	636,7
2	0,0	–4,6	–8,5	–11,0	–13,7	–15,1	–17,0	–17,3	–17,7	–18,5
Приведенные высоты										
1	98123,5	98119,4	98116,1	98113,8	98111,1	98109,1	98107,6	98106,9	98106,7	98105,7
2	98100,5	98095,9	98092,0	98089,5	98086,8	98085,4	98083,5	98083,2	98082,8	98082,0

Л.2 Определение характеристики перезакладки (смещение) производится по межцикловым смещениям и сводится к линейной интерполяции в пропущенных циклах (в примере – циклы 5 и 6).

Л.3 По величинам соседнего ряда определяются смещения в цикле на момент цикла после перезакладки, и дополнительно по 3 – 4 избыточным значениям (справа и слева от цикла перезакладки), необходимым для получения средней величины смещения перезакладки.

Л.4 Для контроля производится построение регрессионной модели (приложение К). На рисунке $К_1$ дан график искомой интерполяционной модели. На графике: ΔH_1= 1,1917 ΔH_2 – 0,1902 – уравнение линейной регрессии; R^2 = 0,9815 коэффициент детерминации, определяющий величину достоверности аппроксимации; залитые маркеры – интерполированные значения.

Л.5 Для расчета искомого смещения в уравнение линейной регрессии подставляют значения межцикловых смещений соседнего знака и получают величины смещений на искомые циклы.

Л.6 Для определения характеристики перезакладки, расчет высот по межцикловым смещениям производится дважды: в системе высоты начального цикла и в системе высоты после перезакладки (таблица Л.2).

Л.7 По полученным разностям определяют среднюю разность, которая и является искомой характеристикой смещения при перезакладке.

Л.8 Контролем определения смещения, полученного при закладке, является величина дисперсии, определяемая по полученным разностям и сравниваемая с СКП определения суммарного смещения удаленной точки.

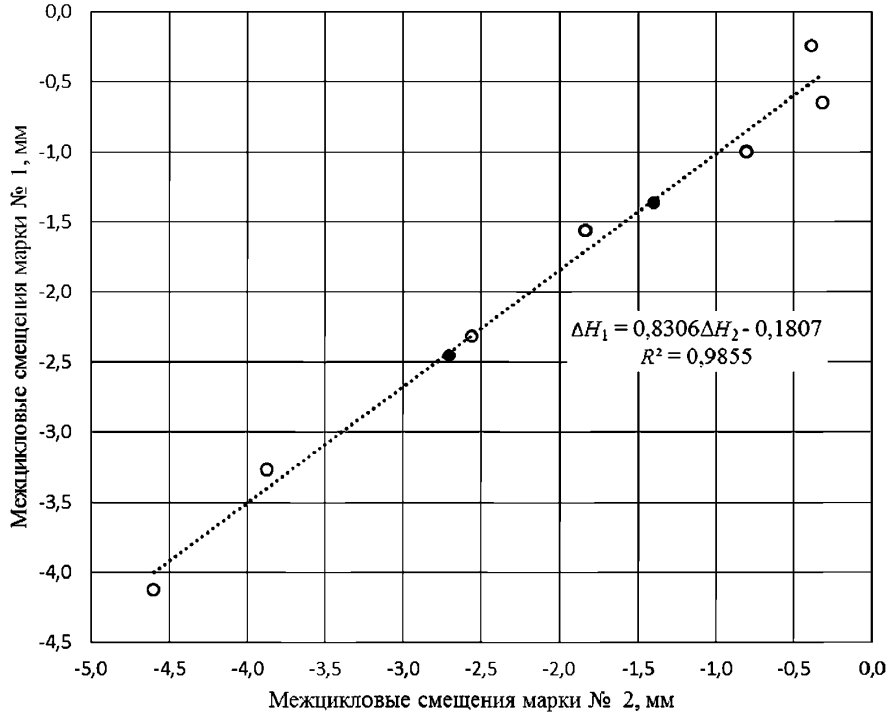


Рисунок Л.1 – График линейной регрессионной модели $\Delta H_1 = k_0 + k\Delta H_2$

Таблица Л.2 – Расчет характеристики перезакладки марки 1

Номер марки	Значения по циклам измерений, мм									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	4.12.09	24.2.10	27.4.10	23.8.10	1.11.10	10.5.11	8.11.11	2.5.12	26.10.12	23.4.13
Исходная высота										
1	98123,5	98119,4	98116,1	98113,8	сбита	98763,6	98762,1	98761,4	98761,2	98760,2
2	98100,5	98095,9	98092,0	98089,5	98086,8	98085,4	98083,5	98083,2	98082,8	98082,0

Окончание таблицы Л.2

Номер марки	Значения по циклам измерений, мм									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	4.12.09	24.2.10	27.4.10	23.8.10	1.11.10	10.5.11	8.11.11	2.5.12	26.10.12	23.4.13
Межцикловые смещения										
1		–4,1	–3,3	–2,3	**–2,4**	**–1,4**	–1,6	–0,7	–0,2	–1,0
2		–4,6	–3,9	–2,6	–2,7	–1,4	–1,8	–0,3	–0,4	–0,8
	Высоты									
1′	98123,5	98119,4	98116,1	98113,8	98111,3	98110,0	98108,4	98107,8	98107,5	98106,5
1″	98775,8	98775,8	98771,7	98768,4	98766,1	98763,6	98762,1	98761,4	98761,2	98760,2
Разность	652,3	656,4	655,6	654,6	654,8	653,7	653,7	653,7	653,7	653,7
Среднее		Среднее: 654,5 мм; СКП определения смещения: ±0,2 мм								
Приведенная высота										
1	98778,0	98773,9	98770,6	98768,3	98765,8	98763,6	98762,1	98761,4	98761,2	98760,2

Примечания

1 Жирным цветом выделены межцикловые смещения полученные из интерполяционной модели.

2 1′ и 1″ – высоты, определенные в до и после перезакладки деформационного знака.

Приложение М

(справочное)

Пример расчета значения на исходный цикл измерений при помощи регрессионной модели суммарных смещений

М.1 Определение исходного значения при начальном цикле измерений более позднем, чем исходная дата выполняется по значению свободного члена регрессионных моделей в большинстве случаев первого порядка, реже – второго порядка.

М.2 Для расчета используются ближайшие по расположению и коэффициенту корреляции значения временных рядов суммарных смещений знаков деформационной сети.

М.3 Для примера в таблице М.1 даны временные ряды суммарных смещений марок № 6, № 7 и № 8. При этом начальным циклом для марок № 6 и № 8 является цикл 1, для марки № 7 – цикл № 3.

Таблица М.1 – Ведомость суммарных смещений марок № № 6 – 8. Фрагмент БД

Номер марки	Значения по циклам измерений, мм										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	4.12.09	24.2.10	27.4.10	23.8.10	1.11.10	10.5.11	8.11.11	2.5.12	26.10.12	23.4.13	
Суммарные смещения											
6	0,0	–4,1	–7,8	–10,6	–13,4	–14,9	–16,6	–16,7	–16,7	–16,9	–8,1
7′	–	–	0,0	–2,4	–5,2	–7,1	–9,0	–9,5	–10,0	–10,3	–
8	0,0	–4,3	–7,7	–10,6	–13,1	–14,8	–16,8	–17,2	–17,5	–18,4	–7,9

М.4 По имеющимся данным строится регрессионная модель по каждой паре марок (марки № № 7, 6 и № № 7, 8). Регрессионные модели показаны на рисунке М.1.

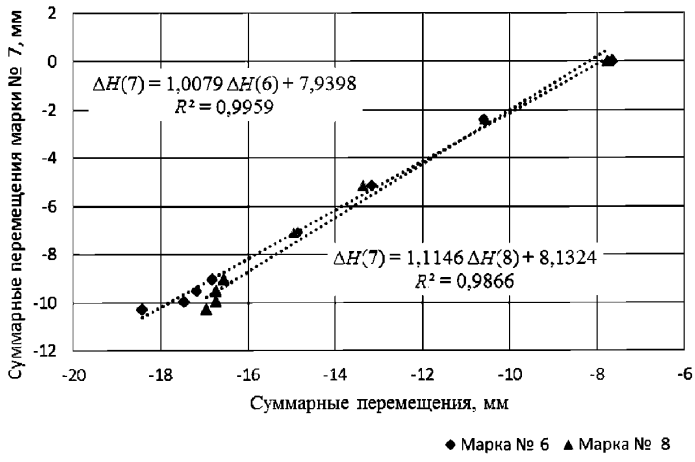


Рисунок М.1 – График линейных регрессионных моделей по маркам 7 – 6 и 7 – 8

М.5 На графике $\Delta H(7) = 1{,}0\ \Delta H(6) + 8{,}2$ и $\Delta H(7) = 1{,}0\ \Delta H(8) + 7{,}9$ – линейные регрессионные модели по маркам 7 – 6 и 7 – 8.

М.6 Подставляя в полученные формулы величину $\Delta H(7) = 0$ рассчитывают величину поправки Δ во временной ряд по марке 7 для перехода к единой исходной дате как среднее из двух полученных значений. В примере Δ = –8.0 мм. Полученная величина Δ показывает смещение марки на 3 цикл измерений.

М.7 По суммарным смещениям вычисляют приведенные высоты по циклам измерений по марке №7.

М.8 Контроль: разность двух полученных величин (в примере: (–7,9) – (–8,2) = 0,3) не должна быть более СКП определения суммарного смещения удаленной точки.

М.9 Если разность двух полученных величин более СКП определения суммарного смещения удаленной точки, то рекомендуется использовать в качестве аргумента регрессионной модели использовать средние суммарные смещения по объекту.

М.10 Для рассмотренного примера такой ряд представлен в таблице М.2.

Таблица М.2 – Ведомость суммарных смещений марок. Фрагмент БД

Номер марки	Значения по циклам измерений, мм									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	4.12.09	24.2.10	27.4.10	23.8.10	1.11.10	10.5.11	8.11.11	2.5.12	26.10.12	23.4.13
Суммарные смещения										
среднее	0,0	–4,3	–6,9	–9,5	–12,0	–13,7	–15,4	–15,9	–16,3	–17,0
7’			0,0	–2,4	–5,2	–7,1	–9,0	–9,5	–10,0	–10,3

М.11 Полученная модель представлена на рисунке М.2

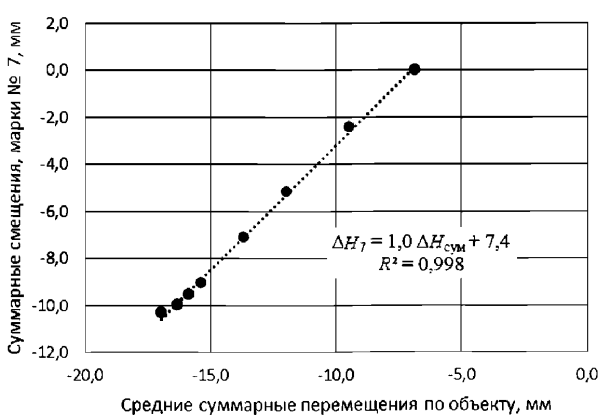


Рисунок М.2 – График линейной регрессионной модели средних суммарных смещений и суммарных смещений марки №7

М.12 Из приведенной модели следует, что смещение на цикл 3 составляет (–7,04) мм.

Приложение Н

(справочное)

Порядок расчета значения на исходный цикл измерений при помощи линейной интерполяции суммарных смещений

Н.1 Определение исходного значения на при начальном цикле измерений одного из знаков сети более позднем, чем исходная дата выполняется по величинам суммарных смещений двух соседних знаков на момент начала наблюдений. В расчете учитывается расстояние между знаками.

Н.2 Расчет проводится в следующем порядке:

- составляется пропорциональное соотношение между разностью двух соседних суммарных смещений и расстоянием между марками;

- вычисляется смещение для искомого знака на начальный цикл (не равный исходному) измерений;

- полученное смещение вводится в остальные смещения имеющегося временного ряда;

- по полученным смещениям пересчитываются суммарные величины.

Н.3 В сложных случаях рекомендуется использовать графики изолиний суммарных смещений на дату начального цикла, определяемой марки. Значение суммарного смещения интерполируется по горизонталям.

Приложение П

(справочное)

Анализ временного ряда

П.1 Анализ временных рядов – совокупность математико-статистических методов анализа, предназначенных для выявления структуры временных рядов и для их прогнозирования. Сюда относятся, в частности, методы регрессионного анализа.

П.2 Выявление структуры временного ряда необходимо для того, чтобы построить математическую модель того явления, которое является источником анализируемого временного ряда.

П.3 Временные ряды классифицируются по следующим признакам

- по форме представления уровней:

а) ряды абсолютных показателей;

б) относительных показателей;

в) средних величин;

- по количеству показателей, для которых определяются уровни в каждый момент времени: одномерные и многомерные временные ряды;

- по характеру временного параметра: моментные и интервальные временные ряды.

а) в интервальных рядах уровни характеризуют значение показателя за определенные периоды времени. Важная особенность интервальных временных рядов абсолютных величин заключается в возможности суммирования их уровней;

б) в моментных временных рядах уровни характеризуют значения показателя по состоянию на определенные моменты времени. Отдельные уровни моментного ряда абсолютных величин содержат элементы повторного счета. Это делает бессмысленным суммирование уровней моментных рядов;

- по расстоянию между датами и интервалами времени выделяют равноотстоящие - когда даты регистрации или окончания периодов следуют друг за другом с равными интервалами и неполные (неравноотстоящие) - когда принцип равных интервалов не соблюдается;

- по наличию пропущенных значений: полные и неполные временные ряды;

- временные ряды бывают детерминированными и случайными: первые получают на основе значений некоторой неслучайной функции (ряд последовательных данных о количестве дней в месяцах); вторые есть результат реализации некоторой случайной величины;

- в зависимости от наличия основной тенденции выделяют стационарные ряды, в которых среднее значение и дисперсия постоянны, и нестационарные, содержащие основную тенденцию развития;

П.6 Методика прогнозирования. Прогнозные оценки с помощью методов экстраполяции рассчитываются в несколько этапов:

- проверка базовой линии прогноза;

- выявление закономерностей прошлого развития явления;

- оценка степени достоверности выявленной закономерности развития явления в прошлом (подбор трендовой функции);

- экстраполяция - перенос выявленных закономерностей на некоторый период будущего;

- корректировка полученного прогноза с учётом результатов содержательного анализа текущего состояния.

П.4 Для получения объективного прогноза развития изучаемого явления данные базовой линии должны соответствовать следующим требованиям:

- шаг по времени для всей базовой линии должен быть одинаков;

- наблюдения фиксируются в один и тот же момент каждого временного отрезка (например, на полдень каждого дня, первого числа каждого месяца);

- базовая линия должна быть полной, то есть пропуск данных не допускается.

П.5 Если в наблюдениях отсутствуют результаты за незначительный отрезок времени, то для обеспечения полноты базовой линии необходимо их восполнить приблизительными данными, например, использовать среднее значение соседних отрезков.

П.6 Корректировка полученного прогноза выполняется для уточнения полученных долгосрочных прогнозов с учётом влияния сезонности или скачкообразности развития изучаемого явления.

Приложение Р

(справочное)

Формы ведомостей и графиков, используемых при анализе и прогнозе результатов геодезического мониторинга

Р.1 В отчетной документации необходимо представлять исходные и приведенные для анализа данные геодезического мониторинга в виде соответствующих ведомостей.

Р.1.1 В таблицах Р.1 – Р.2 показаны ведомости уравненных и приведенных высот. При построении таблиц местоположение строк и столбцов не жесткое и определяется целесообразностью и количеством данных.

Р.1.2 В таблице Р.2 дан столбец «Высота передачи», в который включены все смещения, полученные при перезакладках знаков и смещения, полученные при приведении (экстраполяции) к исходному циклу.

Р.1.2.1 Если передач высоты (при перезакладке или приведении к исходному циклу) для объекта нет, то соответствующие строки и графы могут не показываться.

Р.1.3 В таблице Р.3 приведена комплексная ведомость с высотами, вертикальными смещениями и скоростями на последний цикл измерений. Такая ведомость используется в промежуточных или информационных отчетах.

Р.1.4 В таблице Р.4 приведена комплексная ведомость координат и горизонтальных смещений опорной сети.

Р.2 Анализ средних показателей

Р.2.1 К средним показателям относятся средняя осадка и относительный крен

Р.2.2 В таблице Р.5 дана совмещенная ведомость суммарных и межцикловых вертикальных смещений осадочных марок. В ведомости графы «среднее межцикловое смещение» и «среднее суммарное смещение» контролируются уравнением

$$\Delta\overline{S}_{t,\text{сум}} = \Delta\overline{S}_{t-1,\text{сум}} + \Delta\overline{S}_{t-1,t,\text{межц}}, \qquad (\text{Р.1})$$

где $\Delta\overline{S}_{t-1,\text{сум}}$ – среднее суммарное смещение в (t – 1)-ом и t-ом циклах измерений, $\Delta\overline{S}_{t-1,t,\text{межц}}$ – среднее межцикловое смещение между (t – 1)-ом и t-ом циклах измерений. На рисунке Р.1 дан график средних суммарных вертикальных смещений фундаментов одного из анализируемых объектов, показаны компоненты наблюдаемого процесса осадки фундаментов, определенные из анализа временного ряда средних вертикальных смещений.

Т а б л и ц а Р.1 – Ведомость уравненных высот осадочных марок …

Номер цикла	Дата цикла	Высота осадочной марки, мм						
		2/35	3/36	4	5	6	7/28	8/29
1	15.4.91	211992,7	212043,6	212025,2	212183,6	212149,5	212101,8	212172,9
2	24.5.91	211995	212044,6		212184,6	212151,6	212103,6	212173,7
3	24.8.91	211992,6	212041,3	212023,3	212183,4	212152,4	212104,1	212173,7
4	30.10.91		212036,7	212018,3		212149,1		
	…	…	…	…	…	…	…	…
134	4.12.11	211052,5	211075		211991,4		211004,7	210977,8
135	15.1.12	211053,5	211075,4		211990,7		211004,6	210978

Окончание таблицы Р.1

Высота осадочной марки, мм							
9	10/30	11/31	12	38	39	40	41
211988,8	211976,4	211883,3	212030,8				
211988,7	211976,1	211882,6	212029				
211988,2	211975,2	211881,3	212027,4				
211982,6	211970,4	211877,6	212022,6				
…	…	…	…	…	…	…	…
	210982,3			222491,5	222495,4	222515,4	222509,1
	210982,8			222491,8	222495,8	222515,9	222509,6

Т а б л и ц а Р.2 – Ведомость приведенных высот осадочных марок ДГС

Номер марки	Дата начального цикла	Высота начального цикла	Высоты по циклам измерений									
			Переда-ча	Исх. цикл	161	162	163	164	165	166	167	168
				02.06.1995	07.10.2008	10.03.2009	25.08.2009	27.12.2009	25.01.2010	05.07.2010	05.05.2011	08.08.2011
ДГС -1	02.11.1994	34677,00	+234,8	34322,3	34314,6	34314,2	34312,9	34314,3	34315,4	34311,4	34312,1	34310,8
ДГС -2	02.11.1994	34662,00	–157,3	34300,1	34284,3	34283,7	34283,3	34283,4	34284,9	34283,1	34281,8	34281,5
ДГС -3	16.05.1996	34667,00	–200,1	34302,5	34282,8	34282,4	34281,9	34282,2	34283,2	34281,5	34280,7	34280,3
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
ДГС -22*	10.10.2010	34634,00	+50,0	34284,0	34243,5	34242,7	34242,0	34242,9	34243,6	34240,7	34240,7	34240,0

Таблица Р.3 – Ведомость высот, суммарных, текущих и скоростей вертикальных смещений осадочных марок (с характеристикой передач)

Номер марки	Дата начального цикла	Высота, мм						Верт. Смещение,		Скорость, мм/год
		Начальный цикл	Пере-дачи	Исходный цикл	148 цикл	149 цикл	150 цикл	сумм	тек	
				24.06.92	16.03.12	12.04.12	06.05.12	150 – исх.	150–149	
13	24.06.92	212103,3		212103,3	212095,0	212094,5	212094,2	–9,1	–0,3	–1,3
32	24.06.92	212212,7**	1027,3	211185,4	211173,7	211173,3	211173,1	–12,3	–0,2	–0,1
33**	14.03.93	212110,6	–860,5	211250,1	211240,6	211240,4	211240,3	–9,8	–0,1	0,1
34**	14.03.93	211988,1	–693,4	211294,7	211284,9	211284,5	211284,2	–10,5	–0,3	0,2
16	24.06.92	212136,2	–5,9	212130,3	212120,2	212120,0	212120,3	–10,0	0,3	–0,7
27*	14.03.93	212079,5	–84,9	211994,6	211972,9	211972,4	недоступна	–16,6**	–0,3**	–2,2
25	24.06.92	212068,4	12,6	212081,0	212059,2	212058,7	212058,5	–22,5	–0,2	–2,3
26	14.03.93	212065,7	–8,8	212056,9	212032,9	212032,7	212032,2	–24,7	–0,5	–4,1
…		…	…	…	…	…	…	…	…	…
	Общие характеристики						Среднее	–15,2	–0,2	–1,3
							Мин	–9,1	0,3	0,2
							Макс	–24,7	–0,5	–4,1

Примечания

1 * Даны высоты осадочных марок, приведенные к моменту начала наблюдений на отметке минус 5,400.

2 ** Марка сбита (высоты марок 33, 34 предсказаны в 92 цикле, марка 27 недоступна).

Таблица Р.4 – Ведомость координат, суммарных и текущих горизонтальных смещений опорной высотной сети

Пункт	Координаты, м						Расстояния от УЦ, м			Разности, мм	
	2010 (первый цикл)		2012 (пятый цикл)		2013 (шестой цикл)		1 цикл	5 цикл	6 цикл	суммарные уклонения	текущие уклонения
	А, м	Б, м	А, м	Б, м	А, м	Б, м	dS	dS	dS		
пп0901	–60,162	1592,189	–60,167	1592,196	–60,167	1592,203	543,110	543,121	543,110	0	–11
пп0902	–58,115	1223,076	–58,119	1223,074	–58,121	1223,087	326,274	326,275	326,267	–8	–8
пп0903	–64,949	905,642	–64,953	905,629	–64,945	905,659	396,044	396,046	396,040	–4	–6
пп0904	–222,594	366,876	–222,589	366,867	–222,567	366,905	798,555	798,557	798,540	–15	–17
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
пп0926	–404,804	226,414	–404,806	226,405	–404,779	226,445	924,542	924,543	924,519	–23	–23

Окончание таблицы Р.4

Пункт	Координаты, м						Расстояния от УЦ, м			Разности, мм	
	2010 (первый цикл)		2012 (пятый цикл)		2013 (шестой цикл)		1 цикл	5 цикл	6 цикл	суммарные уклонения	текущие уклонения
	А, м	Б, м	А, м	Б, м	А, м	Б, м	dS	dS	dS		
пп0928	–719,209	246,143	–719,207	246,124	–719,161	246,158	967,228	967,236	967,206	–22	–30
пп0929	1128,911	–348,810	1128,904	–348,861	1128,908	–348,783	2124,474	2124,501	2124,457	–17	-44
Координаты условного центра (УЦ)	–376,218	1150,514	–376,221	1150,506	–376,216	1150,523					
Уклонения УЦ по циклам	0	0	–0,003	–0,008	0,003	0,009					

Таблица Р.5 – Ведомость суммарных и межцикловых вертикальных смещений

Номер марки	Вертикальное смещение, мм							
	9	10	11	…	35	36	37	38
	июл.83	авг.83	окт.83	…	дек.84	дек.84	дек.84	дек.84
Суммарные вертикальные смещения								
М1	0,0	–47,0	–47,0	…	–289,6	–292,7	–297,6	–303,3
М2	0,0	–50,0	–52,0	…	–306,9	–310,3	–315,0	–320,5
М11	0,0	–74,9	–79,9	…	–322,8	–328,1	–333,0	–336,5
…	…	…	…	…	…	…	…	…
М15	0,0	–53,0	–55,0	…	–268,4	–273,3	–278,3	–283,5
Межцикловые вертикальные смещения								
М1	0,00	–47,0	0,0	…	–5,6	–3,1	–4,9	–5,7
М2	0,00	–50,0	–2,0	…	–6,4	–3,4	–4,7	–5,5
М11	0,00	–74,9	–5,0	…	–5,6	–5,3	–4,9	–3,5
…	…	…	…	…	…	…	…	…
М15	0,00	–53,0	–2,0	…	–4,3	–4,9	–5,0	–5,2
Средние смещения								
Межцикловые	0,0	–59,3	–3,9	…	–5,9	–4,6	–4,3	–4,5
Суммарные	0,00	–59,3	–63,2	…	–313,8	–318,4	–322,8	–327,2

Окончание таблицы Р.5

Номер марки	Вертикальное смещение, мм								
	39	40	41	42	43	44	45	46	47
	янв.85	янв.85	янв.85	янв.85	фев.85	фев.85	фев.85	фев.85	мар.85
Суммарные вертикальные смещения									
М1	–306,6	–310,8	–312,0	–315,9	–318,9	–321,5	–322,5	–324,5	–325,9
М2	–323,2	–327,4	–328,6	–332,0	–335,0	–337,5	–339,0	–341,0	–342,6
М11	–338,9	–342,4	–342,8	–346,9	–349,8	–351,5	–352,8	–353,9	–355,6
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
М15	–286,9	–291,5	–292,3	–296,5	–299,5	–301,6	–302,9	–304,3	–326,2
Межцикловые вертикальные смещения									
М1	–3,3	–4,2	–1,2	–3,9	–3,0	–2,6	–1,0	–2,0	–1,4
М2	–2,7	–4,2	–1,2	–3,4	–3,0	–2,5	–1,5	–2,0	–1,6
М11	–2,4	–3,5	–0,4	–4,1	–2,9	–1,7	–1,3	–1,1	–1,7
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
М15	–3,4	–4,6	–0,8	–4,2	–3,0	–2,1	–1,3	–1,4	–21,9
Средние смещения									
Межцикловые	–2,3	–4,0	–1,0	–3,8	–2,7	–2,0	–1,5	–1,5	–3,0
Суммарные	–329,5	–333,5	–334,5	–338,3	–341,0	–343,0	–344,5	–346,0	–349,0

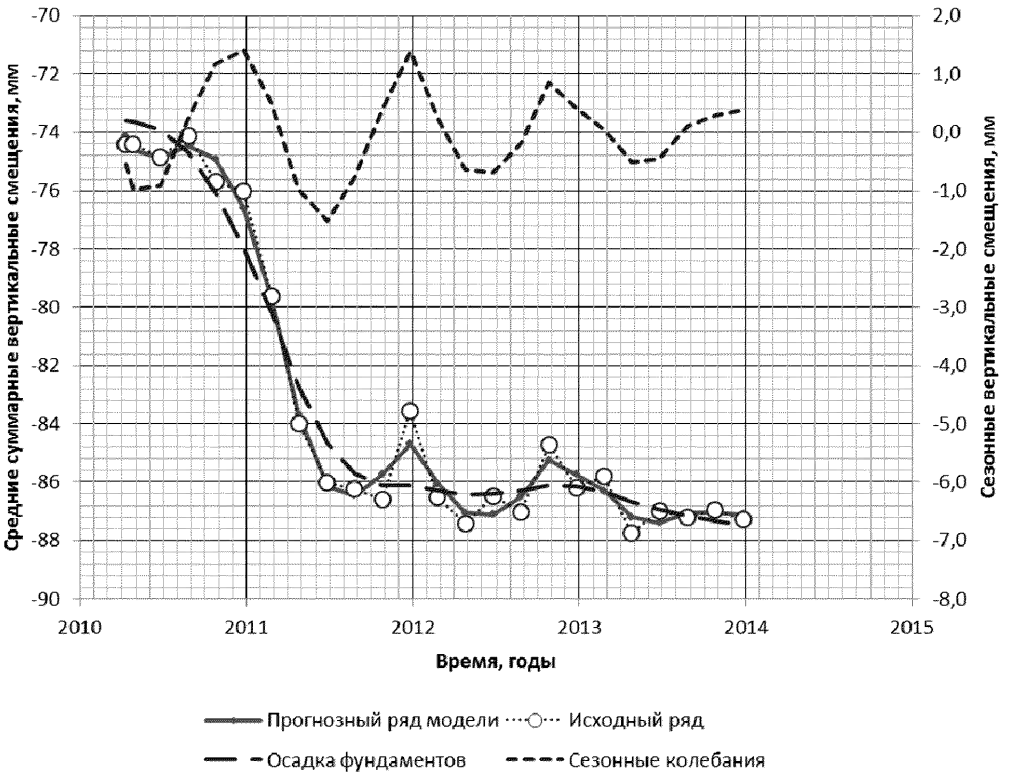


Рисунок Р.1 – График средних суммарных смещений фундаментов и их компоненты

Р.2.3 В том случае, если анализ временных рядов не предусмотрен ПГМ, то в качестве графика средней осадки показываются вычисленные значения средних вертикальных смещений и трендовая составляющая, определенная при помощи скользящего среднего (например, как показано на рисунке Р.2 по пяти членам ряда).

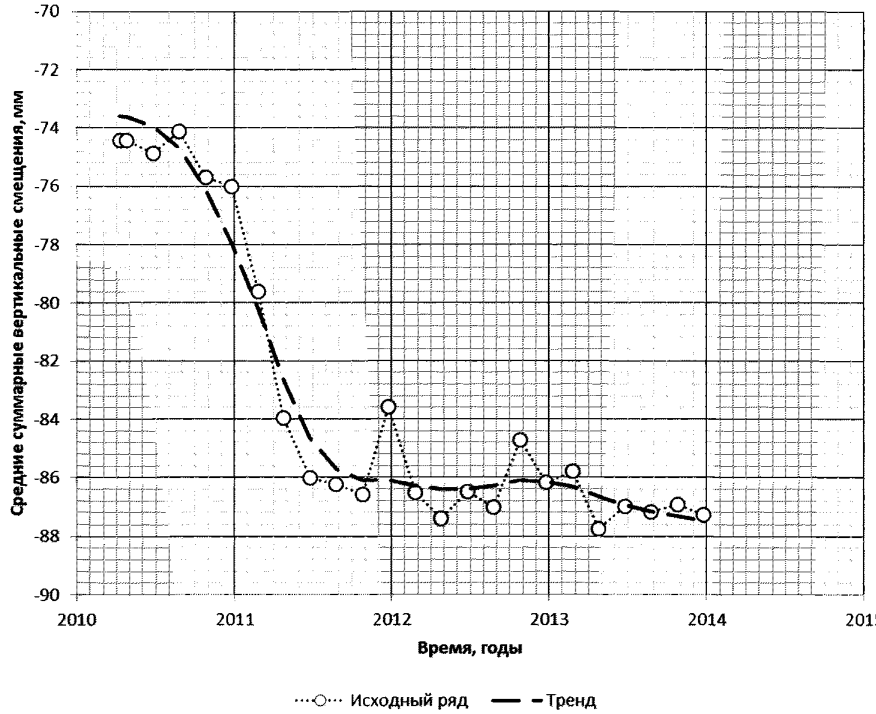


Рисунок Р.2 – График средних суммарных смещений фундаментов

Р.2.4 Для оценки наступления фазы стабилизации осадки графики средней осадки могут быть совмещены с графиком изменения скорости средних вертикальных смещений (рисунок Р.3).

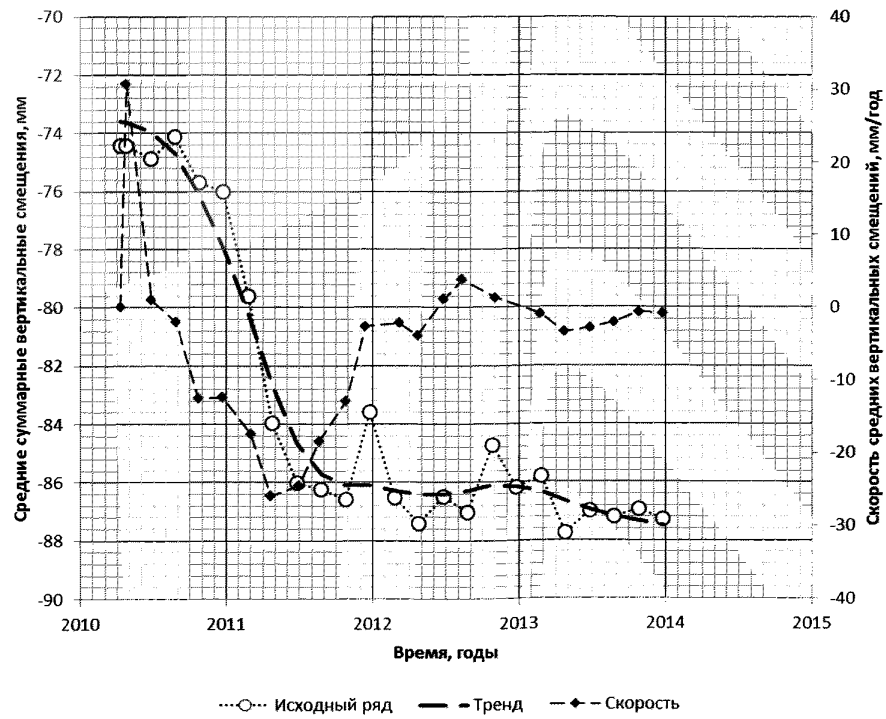


Рисунок Р.3 – График средних суммарных вертикальных смещений и скоростей вертикальных смещений фундаментов

Р.2.5 При необходимости графики средней осадки совмещают с графиками скоростей и контролируемыми параметрами (рисунок Р.4).

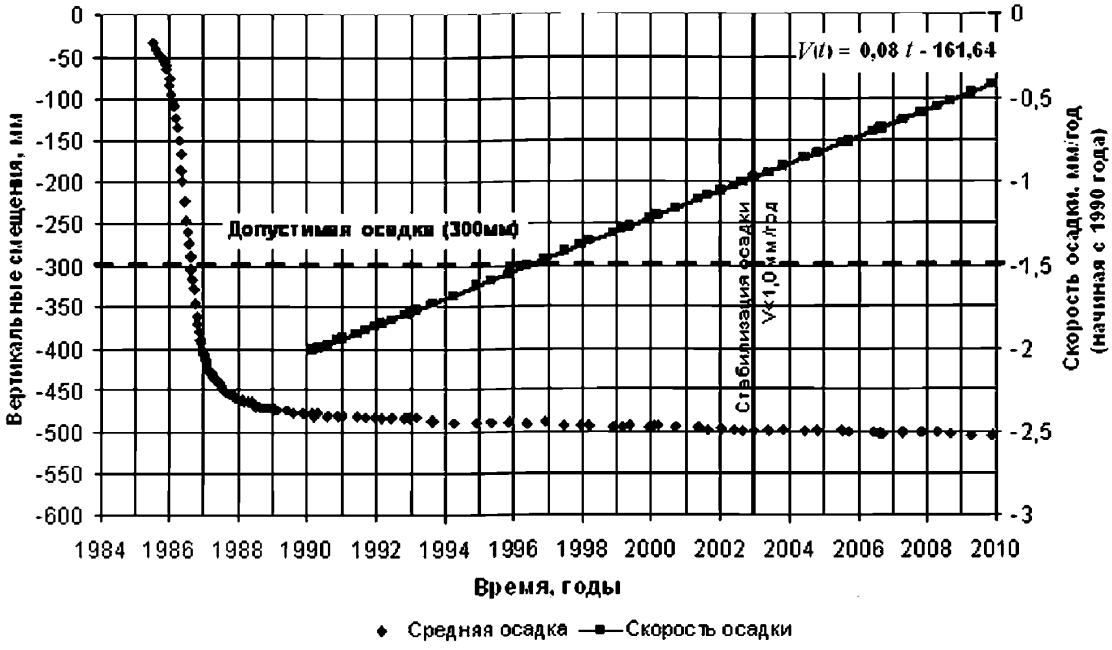


Рисунок Р.4 – График средних суммарных вертикальных смещений осадочных марок фундаментов

Р.3 Максимальные показатели

Р.3.1 К показателям максимального типа относятся: максимальная осадка, максимальная относительная разность осадки.

Р.3.2 Максимальная осадка и максимальная относительная разность осадки иллюстрируются графиками соответствующих изолиний, ортографическими проекциями и профилями в заданном направлении.

Р.3.3 На рисунке Р.5 дан график изолиний суммарных вертикальных смещений осадочных марок фундамента одного из объектов.

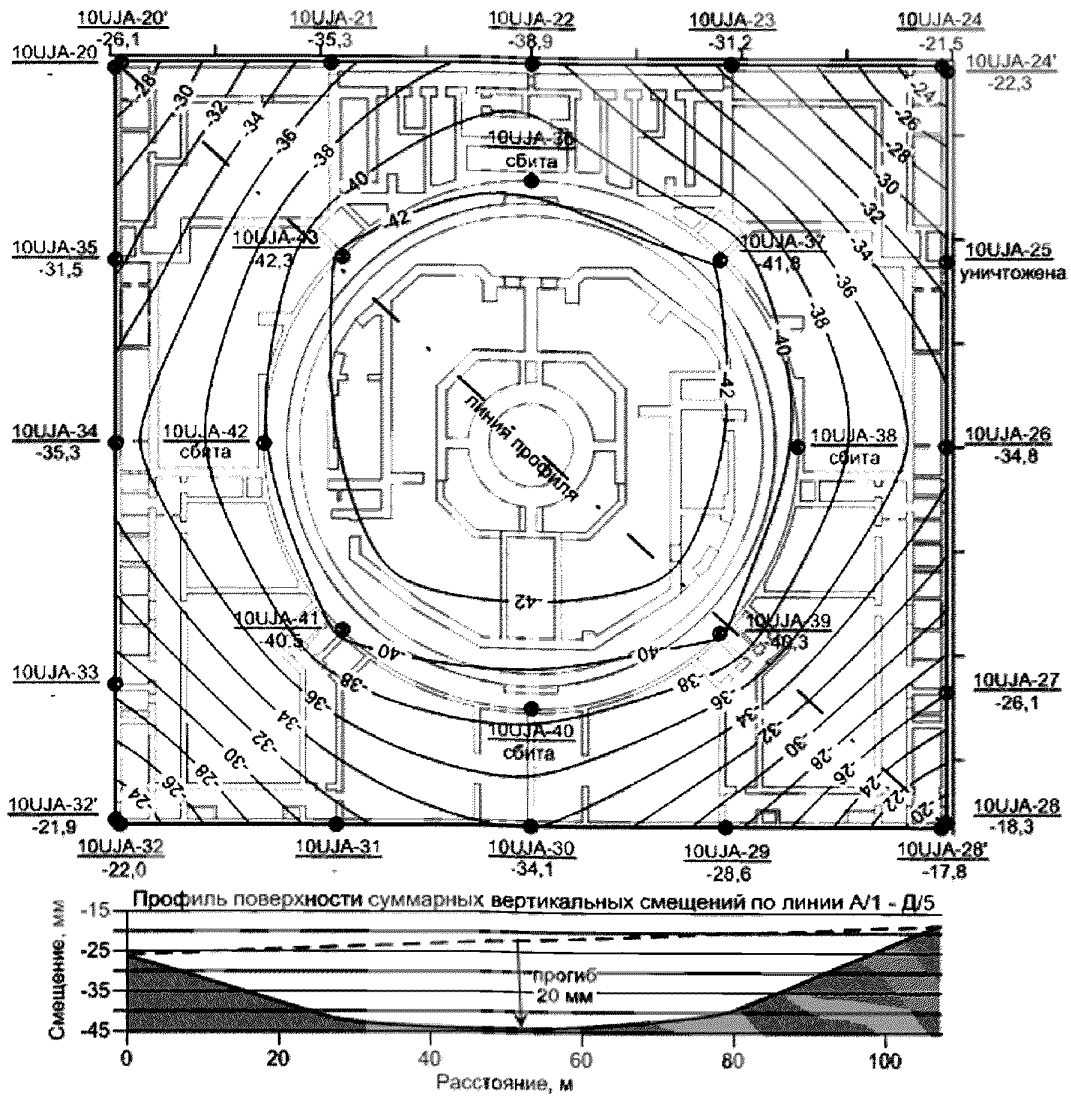


Рисунок Р.5 – График изолиний суммарных вертикальных смещений и профиль поверхности суммарных вертикальных смещений фундаментов

Р.3.3.1 График изолиний выполняется в соответствии с требованиями к проведению горизонталей на планах и картах. Сечение изолиний вертикальных смещений зависит от неравномерности вертикальных смещений и может быть 0,5 мм; 1,0 мм; 2 мм, 5 мм и т.д. На графике показывается местоположение геодезических знаков и рядом с ними в виде дроби показываются: в числителе – идентификатор геодезического знака, в знаменателе – величина наблюдаемого параметра.

При необходимости вместе с графиком изолиний даются поясняющие разрезы и профили.

Р.3.4 В отдельных случаях при необходимости графики изолиний суммарных вертикальных смещений дополняются их ортографической проекцией, что позволяет оценить форму и распространение наблюдаемого параметра (рисунок Р.6).

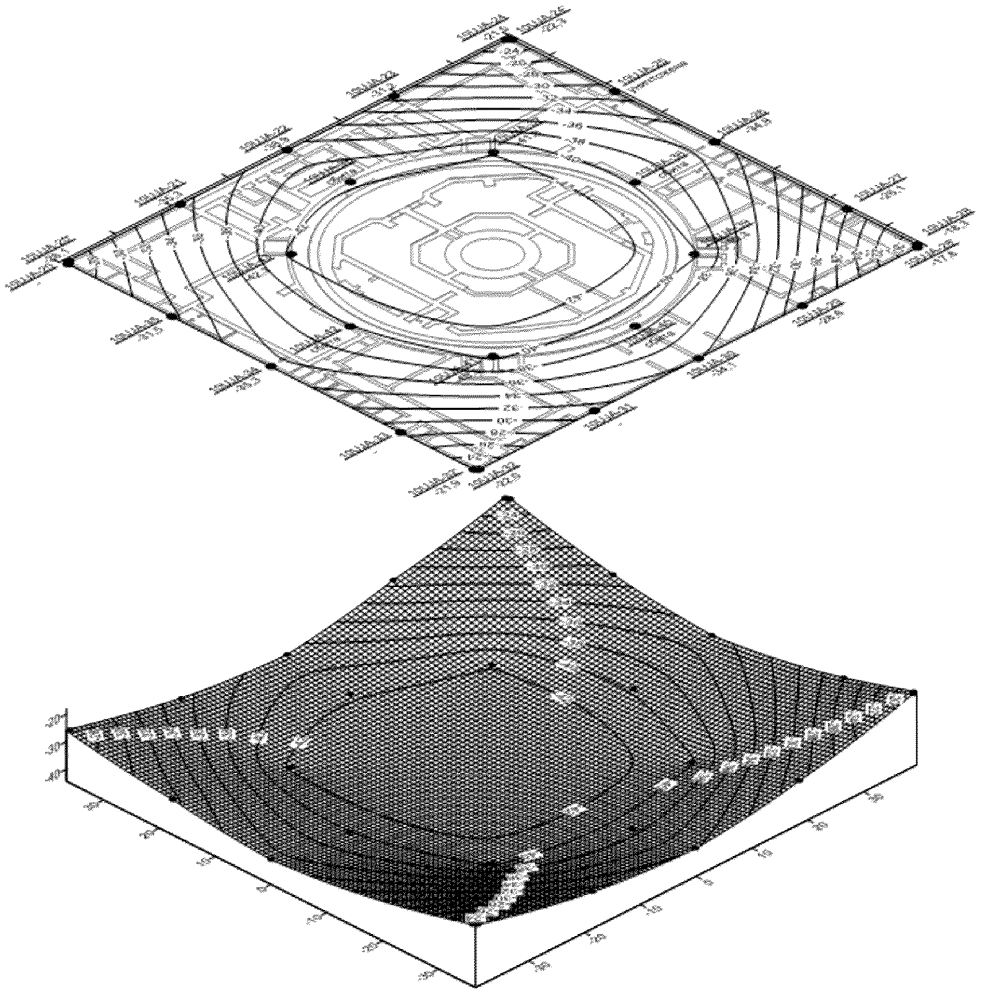


Рисунок Р.6 – Ортографическая проекция поверхности суммарных вертикальных смещений осадочных марок

Р.3.5 Числовые характеристики относительной разности осадок рекомендуется показывать в табличном матричном виде.

В таблице Р.6 дана матрица определения относительной неравномерности между марками наблюдаемого объекта. Матрица получена из уравнения:

$$M_{i,j} = \frac{\left|\left(\Delta S_{i,t}\right) - \left(\Delta S_{i,t}\right)^T\right|}{\sqrt{\left(X_i - X_j^T\right)^2 - \left(Y_i - Y_j^T\right)^2}}, \qquad (Р.1)$$

где $\Delta S_{i,t}$ – вектор суммарных вертикальных смещений из $i = n$ осадочных марок, мм;

X_i и Y_i – координаты осадочных марок, м.

Т а б л и ц а Р.6 – Матрица определения относительной разности осадки между марками

Номер марки	Относительная разность осадки, мм/м между марками											
	М1	М2	М3	М4	М5	М6	М7	М10	М11	М12	М13	М14
М1	0,00	0,91	0,88	0,82	0,67	0,65	0,35	0,30	0,20	0,21	0,00	0,29
М2	0,91	0,00	0,83	0,72	0,55	0,52	0,17	0,11	0,05	0,05	0,28	0,54
М3	0,88	0,83	0,00	0,61	0,46	0,44	0,07	0,01	0,16	0,16	0,39	0,62
М4	0,82	0,72	0,61	0,00	0,40	0,37	0,00	0,06	0,24	0,24	0,45	0,66
М5	0,67	0,55	0,46	0,40	0,00	0,18	0,13	0,19	0,35	0,34	0,52	0,66
М6	0,65	0,52	0,44	0,37	0,18	0,00	0,16	0,22	0,37	0,36	0,54	0,67
М10	0,35	0,17	0,07	0,00	0,13	0,16	0,00	0,78	0,64	0,51	0,74	0,80
М11	0,30	0,11	0,01	0,06	0,19	0,22	0,78	0,00	0,56	0,43	0,70	0,78
М12	0,20	0,05	0,16	0,24	0,35	0,37	0,64	0,56	0,00	0,02	0,87	0,90
М13	0,21	0,05	0,16	0,24	0,34	0,36	0,51	0,43	0,02	0,00	1,31	1,07
М14	0,00	0,28	0,39	0,45	0,52	0,54	0,74	0,70	0,87	1,31	0,00	0,93
М15	0,29	0,54	0,62	0,66	0,66	0,67	0,80	0,78	0,90	1,07	0,93	0,00

Р.3.6 Для иллюстрации распространения относительной разности осадок, сравниваемой с предельными и предельно-допустимыми величинами рекомендуется использовать графики изолиний суммарных смещений вместе графиком изолиний относительной разности осадок. Построение изолинии относительной разности осадок выполняется по вычисленным значениям из разности суммарных смещений пары осадочных марок и их усредненными координатами (рисунок Р.7).

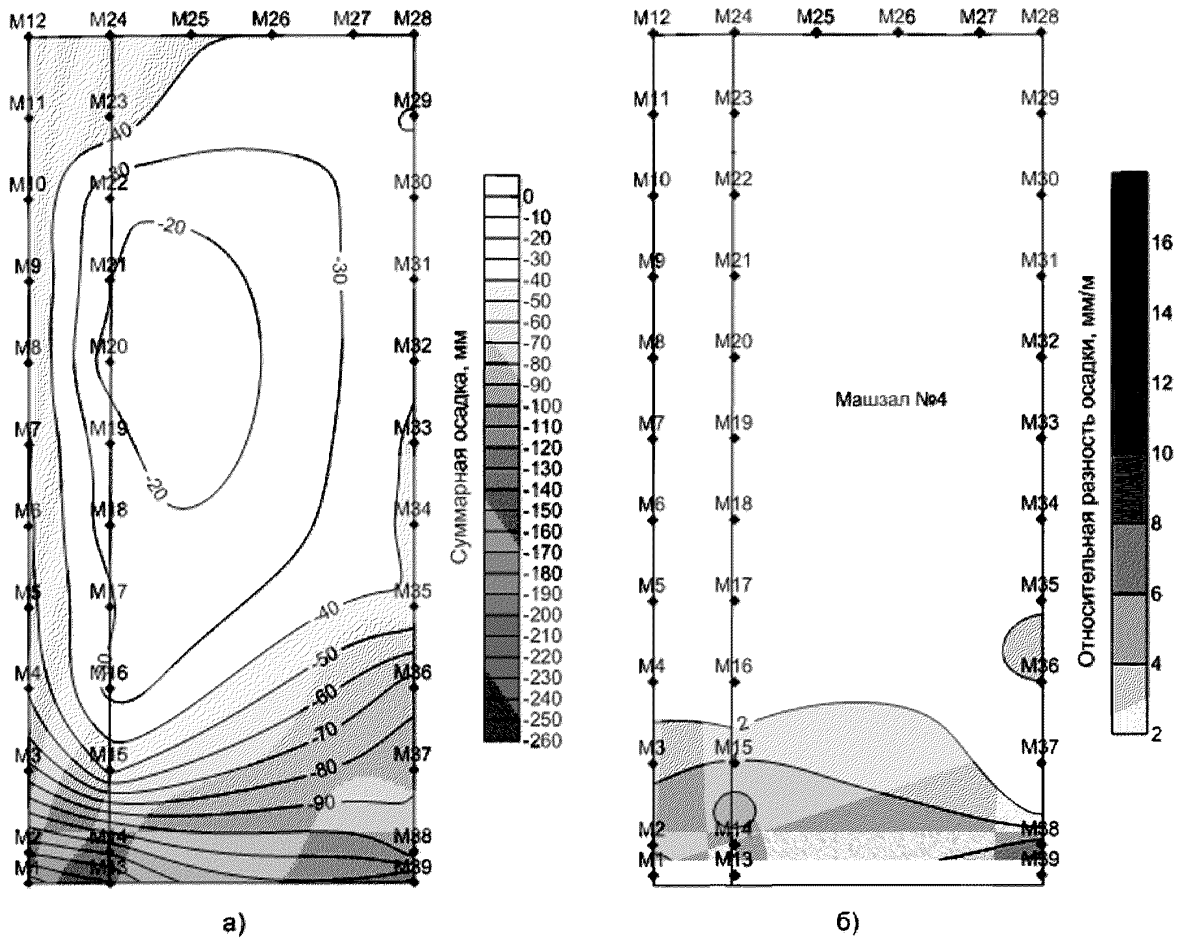


Рисунок Р.7 – Ортографическая проекция поверхности суммарных вертикальных смещений осадочных марок

Р.3.7 В случае необходимости определения скорости распространения относительной разности осадок, сравниваемой с предельными и предельно-допустимыми величинами рекомендуется использовать графики изолиний относительной разности осадки, по которым вычисляется площадь распространения на каждый цикл измерений.

Р.3.7.1 При этом за основу для вычисления принимается разность площадей по циклам измерений и средняя (в двух циклах) длина изолинии, отсекающая эту площадь (рисунок Р.8).

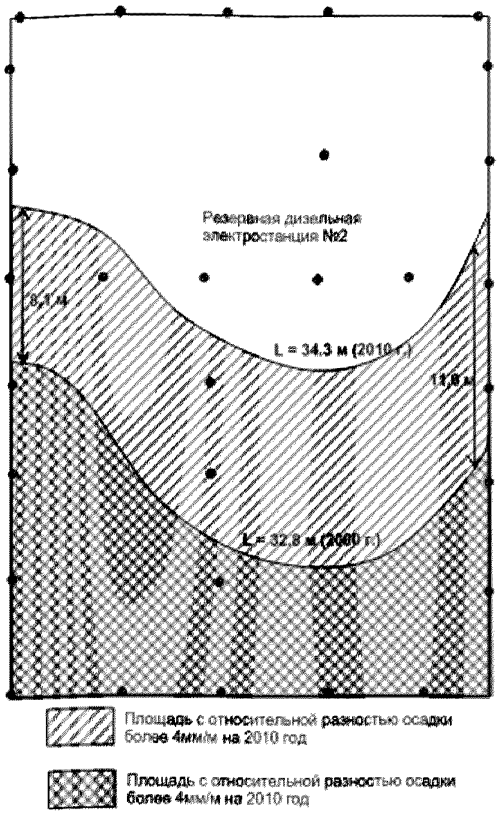


Рисунок Р.8 – Схема определения скорости распространения зоны с относительной разностью < 4 мм/м

Р.3.7.2 Полученные величины анализируются в соответствиями с требованиями анализа временных рядов и иллюстрируются ведомостями и графиками как для средних показателей.

Р.3.8 Если производится анализ относительного крена высотного сооружения, определенного при помощи линейно-угловых измерений, то в ведомости указываются компоненты крена и его направление. В таблице Р.7 дана ведомость накопления крена и его направления наблюдаемого высотного объекта.

Таблица Р.7 – Ведомость накопления крена и его направления

Дата	Координаты, м				Крен			
	верх		низ		линейный, м	угловой, …°…′…″	относительный, м/м	Направление, …°
	Д	Е	Д	Е				
май 87	1105,002	842,145	1105,007	842,058	0,0871	0° 04′ 17″	0,0012	93
сен.87	1105,050	842,149	1105,010	842,072	0,0868	0° 04′16″	0,0012	63
дек.87	1105,050	842,119	1105,031	842,056	0,0658	0° 03′14″	0,0009	73
июн.88	1105,059	842,145	1105,031	842,085	0,0662	0° 03′15″	0,0009	65
ноя.88	1105,046	842,104	1105,018	842,075	0,0403	0° 01′59″	0,0006	46
май 89	1105,048	842,176	1105,022	842,076	0,1033	0° 05′04″	0,0015	75
…	…	…	…	…	…	…	…	…
сен. 09	1105,004	842,078	1104,998	842,025	0,053	0°02′37″	0,0008	84

Окончание таблицы Р.7

Дата	Координаты, м				Крен			
	верх		низ		линейный, м	угловой, …°…′…″	относительный, м/м	Направление, …°
	Д	Е	Д	Е				
сен. 10	1105,002	842,062	1104,994	842,022	0,041	0°02′01″	0,0006	79
сен. 11	1104,989	842,071	1104,979	841,998	0,074	0°03′38″	0,0011	82
сен. 12	1105,011	842,095	1104,988	842,044	0,056	0°02′45″	0,0008	66

Р.3.9 Приведенные данные иллюстрируются соответствующими графиками (рисунок Р.9)

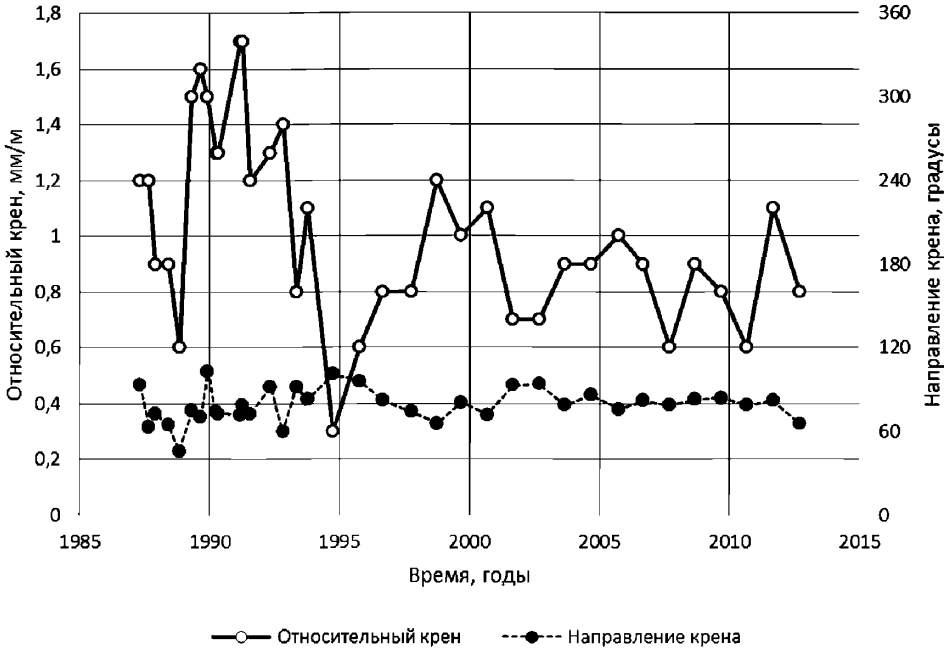
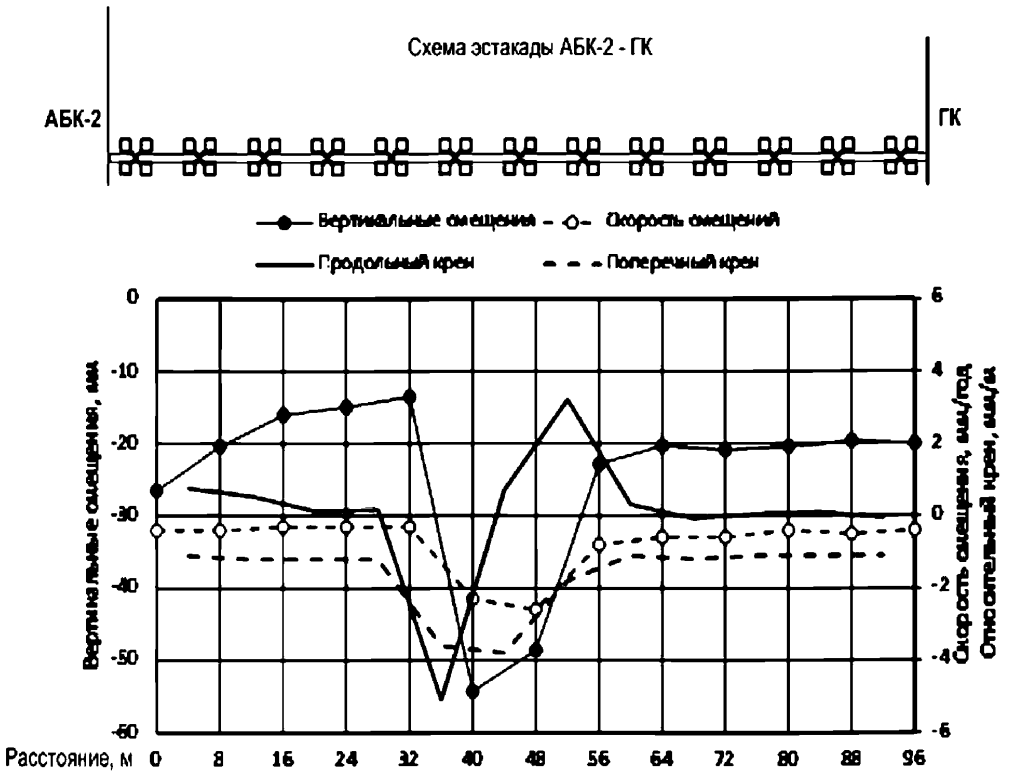


Рисунок Р.9 – График приращения относительного крена и его направления

Р.4 Профили

Р.4.1 К профильным построениям относятся построения, связанные с измерениями на линейных объектах (эстакады, дамбы, трубопроводы и пр.), а также при необходимости показывать продольные и поперечные крены СКЗиС.

Р.4.2 На рисунке Р.10 показан профиль вертикальных смещений, скоростей вертикальных смещений, продольных и поперечных относительных кренов эстакады. Рекомендуется вместе с числовыми данными иллюстрировать профили схемами положения анализируемого объекта.



Продольный крен, мм/м	0,8	0,6	0,1	0,2	–5,1	0,7	3,2	0,3	–0,1	0,1	0,1	0,0
Продольный крен, мм/м	–1,1	–1,2	–1,2	–1,2	–3,6	–3,8	–1,8	–1,1	–1,2	–1,1	–1,1	–1,1

Рисунок Р.10 – Профиль вертикальных смещений, скоростей, продольных и поперечных относительных кренов

Р.4.3 На рисунке Р.11 дан график прогибов оси валопровода турбоагрегата, определяемый по положению изолиний суммарных смещений. При необходимости для иллюстрации прогиба/выгиба выполняют ортографическую проекцию (рисунок Р.12), а также схему продольных и поперечных кренов (рисунок Р.13)

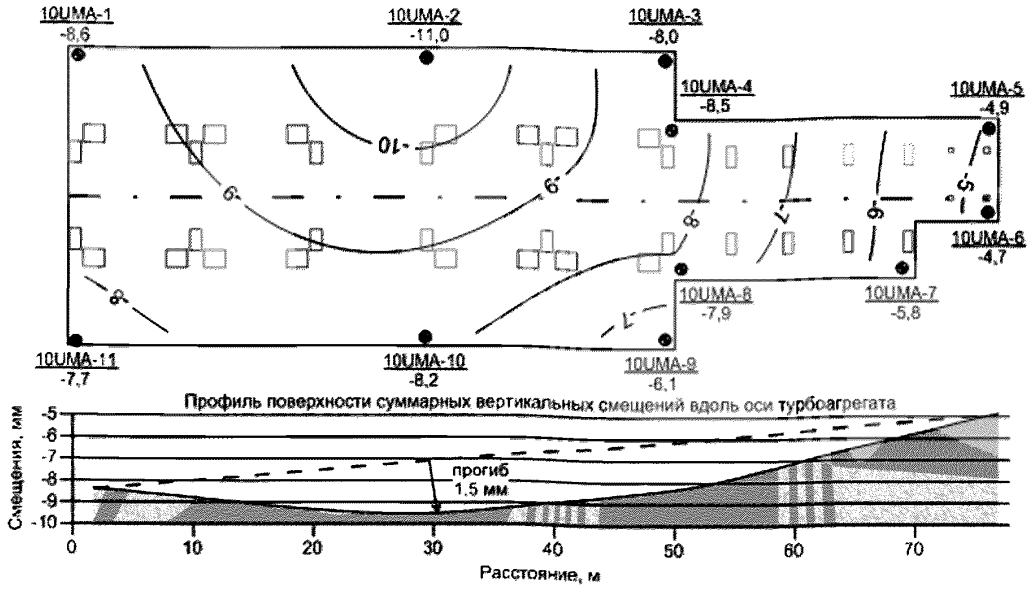


Рисунок Р.11 – Схема изолиний суммарных вертикальных смещений осадочных марок нижней фундаментной плиты здания турбины и профиль в проекции оси валопровода турбоагрегата

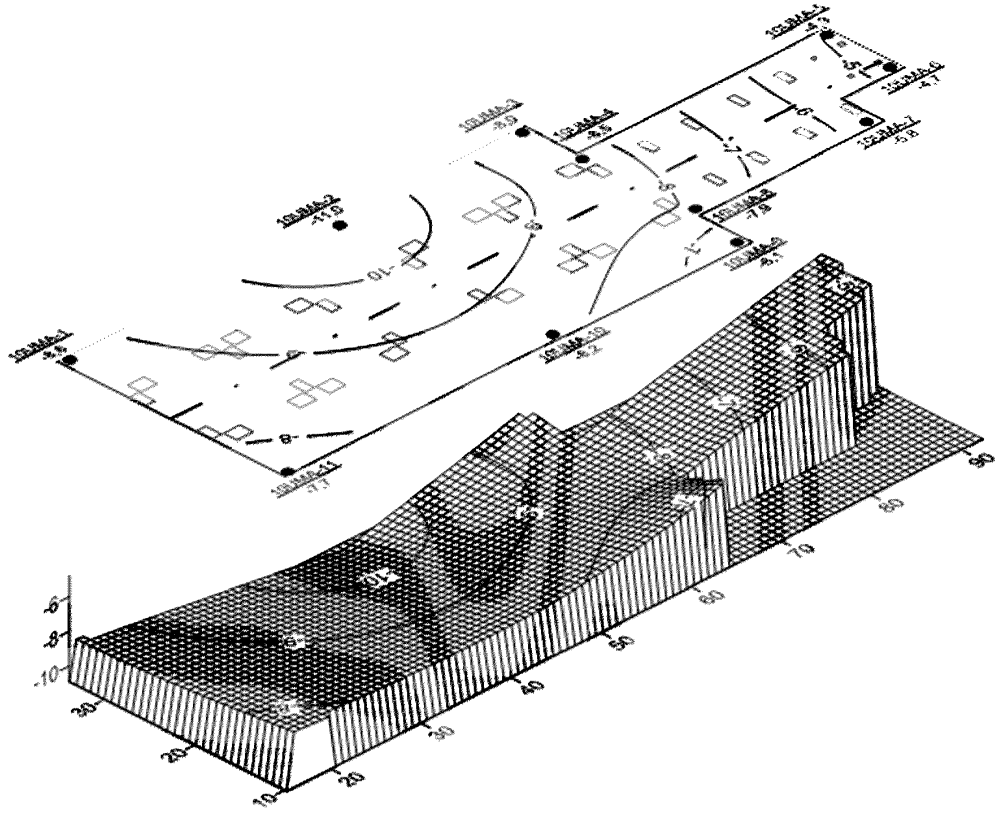


Рисунок Р.12 – Ортографическая проекция поверхности суммарных вертикальных смещений осадочных марок нижней фундаментной плиты здания турбины

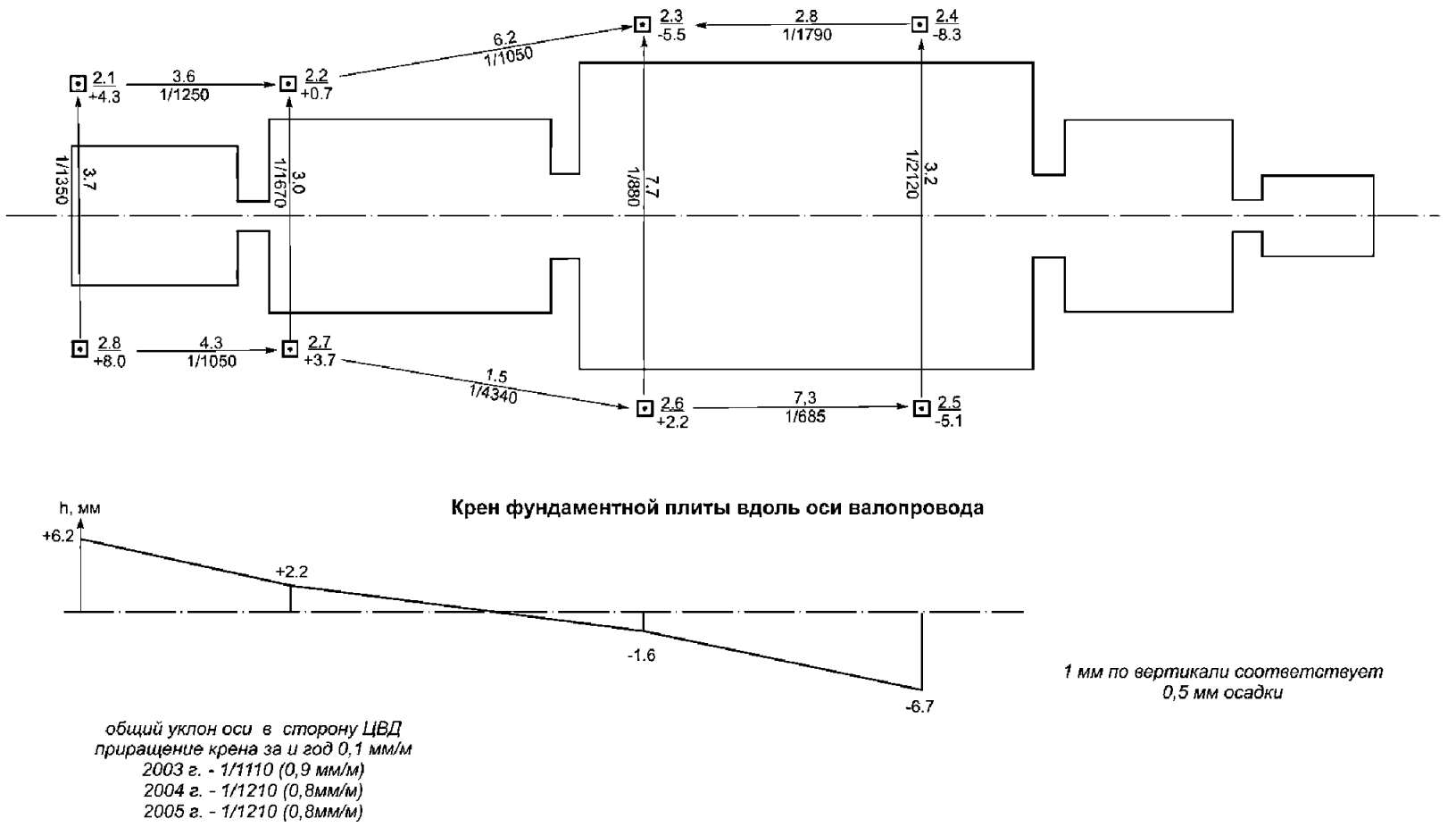


Рисунок Р.13 – Схема продольных и поперечных кренов верхней фундаментной плиты турбоагрегата

Приложение С

(обязательное)

Карта контроля

соблюдения требований СТО НОСТРОЙ 2.1.198-2016 «Геодезический мониторинг зданий и сооружений в период строительства и эксплуатации»

при выполнении работ по монтажу оборудования атомных электрических станций

Наименование члена СРО, в отношении которого назначена проверка:

_____

ОГРН:_____ ИНН _____

Сведения об объекте:

_____

Основание для проведения проверки:

№_____ от _____

Тип проверки (нужное подчеркнуть):

Выездная

Документарная

№ п/п	Элемент контроля	Требования предъявляемые при проведении работ	Способ проведения проверки	Результат		Приложения, примечания
				Норма (пункт СТО)	Соответствие («+», «–»)	
1 Общие положения						
1.1	Периодичность геодезического мониторинга	Проверка периодичности геодезического мониторинга на соответствие требованиям ТЗ (см. 5.3.2.2)	Документарный	Согласно 5.3.2.2 соответствие приведенной в ПГМ периодичности геодезического мониторинга требованиям ТЗ		
1.2	Контролируемые параметры деформаций	Проверка перечня контролируемых параметров на соответствие 5.4.4	Документарный	Соответствие перечня контролируемых параметров требованиям 5.4.4		
2 Техническое задание						
2.1	Техническое задание	Проверка ТЗ на подготовку ПГМ на предмет его согласования и утверждения (см. 6.1)	Документарный	Наличие согласованного и утвержденного ТЗ на подготовку ПГМ в соответствии с 6.1		
2.2	Состав ТЗ	Проверка состава ТЗ на предмет соответствия требованиям 6.2 и 6.3	Документарный	Соответствие состава ТЗ требованиям 6.2 и 6.3		
3 Программа геодезического мониторинга						
3.1	Программа геодезического мониторинга (ПГМ)	Проверка состава ПГМ на предмет соответствия требованиям 7.3 – 7.6	Документарный	Соответствие состава ПГМ требованиям 7.3 – 7.6		
4 Геодезические знаки						
4.1	Опорные реперы и центры Опорные реперы и	Проверка размещения.	Визуальный	Опорные реперы и центры должны быть размещены в соответствии с требованиями 9.1.1 – 9.1.4		

4.2	центры	Проверить сдачу заложенных реперов и центров	Документарный	В соответствии с 9.1.6 наличие акта правил закладки		
4.3	Деформационные марки	Проверка размещения	Визуальный	Размещение деформационных марок в соответствии с требованиями 9.2.1– 9.2.11		
4.4		Проверить сдачу заложенных реперов и центров	Документарный	В соответствии с 9.2.13 наличие акта правил закладки		
5 Способы определения вертикальных смещений						
5.1	Способ геометрического нивелирования	Проверка способа геометрического нивелирования	Документарный	Способ геометрического нивелирования соответствует требованиям 10.2		
5.2	Тригонометрическое нивелирование	Проверка способа тригонометрического нивелирования	Документарный	Способ тригонометрического нивелирования соответствует требованиям 10.3		
5.3	Гидростатическое нивелирование	Проверка способа гидростатического нивелирования	Документарный	Способ гидростатического нивелирования соответствует требованиям 10.4		
6 Способы определения горизонтальных смещений						
6.1	Способы определения горизонтальных смещений	Проверка способов определения горизонтальных смещений на соответствие требованиям ПГМ	Документарный	Способы определения горизонтальных смещений соответствуют требованиям, установленным в ПГМ согласно 11.1.1, а также 11.2.1, 11.3.1, 11.4.1, 11.5.1, 11.6.1, 11.7.1, 11.9, 11.10		
6.2	Способ полигонометрии	Проверить соответствие определения горизонтальных смещений требованиям 11.2	Визуальный/ документарный	Процедура определения горизонтальных смещений должна быть выполнена в соответствии с 11.2.2 – 11.2.6		
6.3	Способ триангуляции	Проверить соответствие определения горизонтальных смещений требованиям 11.3	Визуальный/ документарный	Процедура определения горизонтальных смещений должна быть выполнена в соответствии с 11.3.2 – 11.3.4		

6.4	Способ трилатерации	Проверить соответствие определения горизонтальных смещений требованиям 11.4	Визуальный/ документарный	Процедура определения горизонтальных смещений должна быть выполнена в соответствии с 11.4.2 и 11.4.3		
6.5	Способ спутниковых измерений	Проверить соответствие определения горизонтальных смещений требованиям 11.6	Визуальный/ документарный	Процедура определения горизонтальных смещений должна быть выполнена в соответствии с 11.6.2 – 11.6.7		
6.6	Способ створных наблюдений	Проверить соответствие определения горизонтальных смещений требованиям 11.7	Визуальный/ документарный	Процедура определения горизонтальных смещений должна быть выполнена в соответствии с 11.7.4 – 11.7.7		
6.7	Полярный способ	Проверить соответствие определения горизонтальных смещений требованиям 11.8	Визуальный/ документарный	Процедура определения горизонтальных смещений должна быть выполнена в соответствии с 11.8.3		
6.8	Способ засечек	Проверить соответствие определения горизонтальных смещений требованиям 11.9	Визуальный/ документарный	Процедура определения горизонтальных смещений должна быть выполнена в соответствии с 11.9		
6.9	Использование прямых и обратных отвесов	Проверить соответствие использования прямых и обратных отвесов требованиям 11.11	Визуальный/ документарный	Процедура использования прямых и обратных отвесов соответствует 11.11		
7 Способы наблюдений за трещинами						
7.1	Периодичность наблюдения крена сооружения	Проверка периодичности определения крена сооружения	Документарный	Периодичность наблюдения крена для зданий и сооружений ОИАЭ соответствует 12.1.11		
7.2	Способ вертикального проектирова-	Проверить соответствие определения	Визуальный/ документарный	Процедура определения крена должна быть выполнена в соответ-		

	ния	крена требованиям 12.2		ствии с 12.2		
7.3	Способ определения крена с помощью прямых отвесов	Проверить соответствие определения крена требованиям 12.3	Визуальный/ документарный	Процедура определения крена должна быть выполнена в соответствии с 12.3.2 – 12.3.5		
7.4	Способ определения крена с помощью обратных отвесов	Проверить соответствие определения крена требованиям 12.4	Визуальный/ документарный	Процедура определения крена должна быть выполнена в соответствии с 12.4		
7.5	Способ определения крена инклинометрами	Проверить соответствие определения крена требованиям 12.5	Визуальный/ документарный	Процедура определения крена должна быть выполнена в соответствии с 12.5		
7.6	Способ определения крена нивелированием	Проверить соответствие определения крена требованиям 12.6	Визуальный/ документарный	Процедура определения крена должна быть выполнена в соответствии с 12.6.2, 12.6.3		
7.7	Способ определения крена способом измерения малых углов	Проверить соответствие определения крена требованиям 12.7	Визуальный/ документарный	Процедура определения крена должна быть выполнена в соответствии с 12.7.2, 12.7.3		
7.8	Определение крена способом координат	Проверить соответствие определения крена требованиям 12.8	Визуальный/ документарный	Процедура определения крена должна быть выполнена в соответствие с 12.8.2 – 12.8.5		
7.9	Определение крена способом наклонного проектирования	Проверить соответствие определения крена требованиям 12.9	Визуальный/ документарный	Процедура определения крена должна быть выполнена в соответствии с 12.9		
8 Регистрация, обработка измерений						
8.1	Наблюдение и выявление трещин	Проверить соответствие проведения наблюдений и выявлений трещин требованиям 13.1	Визуальный/ документарный	Процедура наблюдения и выявления трещин должна быть проведена в соответствии с 13.1		

8.2	Наблюдения с помощью установки маяков	Проверить соответствие проведения наблюдений за раскрытием трещин требованиям 13.2	Визуальный/ документарный	Процедура наблюдения за раскрытием трещин должна быть проведена в соответствии с 13.2		
8.3	Линейные измерения трещин	Проверить соответствие измерений требованиям 13.3	Визуальный/ документарный	Процедура измерения трещин должна быть проведена в соответствии с 13.3		
8.4	Измерения трещин геодезическими способами	Проверить соответствие измерений требованиям 13.4	Визуальный/ документарный	Процедура измерения трещин должна быть проведена в соответствии с 13.4		
9 Представление данных геодезического мониторинга						
9.1	Регистрация геодезических измерений	Проверка регистрации геодезических измерений, ее полноты и корректности на соответствие 14.1	Документарный	Регистрация геодезических измерений, ее полнота и корректность соответствуют 14.1		
9.2	Камеральная обработка результатов измерений	Проверка камеральной обработки результатов измерений на предмет их полноты и точности в соответствии с 14.2	Визуальный	Камеральная обработка результатов измерений, их полнота и точность соответствуют требованиям 14.2		
10 Контроль выполнения работ						
10.1	База данных геодезического мониторинга	Проверка соответствия БД требованиям п. 16.1 – 16.8	Визуальный/ документарный	Соответствие БД требованиям 16.1 – 16.8		
11 Предварительная обработка данных мониторинга						
11.1	Предварительная обработка данных мониторинга	Проверить соответствие предварительной обработки данных мониторинга требованиям раздела 17	Документарный	Предварительная обработка данных мониторинга соответствует требованиям раздела 17		
12 Анализ данных геодезического мониторинга						
12.1	Устойчивость пара-	Определение устой-	Документарный	Соответствие методики определе-		

	метров деформаций объекта.	чивости параметров деформаций объекта		ния устойчивости параметров деформаций требованиям 18.2.3		
12.2	Принципы анализа данных геодезического мониторинга	Проверить соответствие принципов требованиям 18.2	Визуальный/ документарный	Принципы должны быть соблюдены в соответствии 18.2		
12.3	Основные виды расчетных данных	Проверить соответствие основных видов расчетных данных требованиям 18.3	Визуальный/ документарный	Виды расчетных данных должны соответствовать 18.3		
12.4	Особенности определения средней осадки	Проверить соответствие определения требованиям 18.4	Визуальный/ документарный	Процедура определения должна быть выполнена в соответствии с 18.4		
12.5	Особенности определения максимальной осадки	Проверить соответствие определения требованиям 18.5	Визуальный/ документарный	Процедура определения должна быть выполнена в соответствии 18.5		
12.6	Особенности определения относительного крена	Проверить соответствие определения требованиям 18.6	Визуальный/ документарный	Процедура определения должна быть выполнена в соответствии 18.6		
12.7	Особенности определения относительной разности осадки	Проверить соответствие определения требованиям 18.7	Визуальный/ документарный	Процедура определения должна быть выполнена в соответствии 18.7		
12.8	Относительный прогиб и выгиб	Проверить соответствие определения требованиям 18.8	Визуальный/ документарный	Процедура определения относительных прогибов и выгибов должна быть выполнена в соответствии 18.8		
12.9	Относительная кривизна кривой (поверхности)	Проверить соответствие определения требованиям 18.9	Визуальный/ документарный	Процедура определения относительной кривизны кривой должна быть выполнена в соответствии 18.9		
12.10	Горизонтальные смещения	Проверить соответствие определения требованиям 18.10	Визуальный/ документарный	Процедура определения горизонтальных смещений должна быть выполнена в соответствии 18.10		
13 Представление данных геодезического мониторинга						
13.1	Данные геодезического мониторинга	Передача данных геодезического мо-	Документарный	Данные, полученные в ходе геодезического мониторинга, передаются		

		ниторинга Заказчику		Заказчику в соответствии с требованиями 20.1		
13.2	Годовой технический отчет.	Проверка состава годового технического отчета и периодичности его предоставления	Документарный	Состав годового технического отчета и периодичность его предоставления соответствуют требованиям 20.5 – 20.7		
14 Метрологическое обеспечение геодезического мониторинга						
14.1	Метрологическое обеспечение геодезического мониторинга	Проверить метрологическое обеспечение геодезического мониторинга	Документарный	Метрологическое обеспечение геодезического мониторинга соответствует требованиям 21.4-21.8		
15 Контроль выполнения работ						
15.1	Состав строительного контроля	Проверить состав контроля на соответствие требованиям 22.2	Визуальный/ документарный	Состав строительного контроля соответствует 22.2		
15.2	Установление видов и правил выполнения контроля в ПГМ	Проверить установление видов и правил выполнения контроля в ПГМ согласно 22.3	Визуальный/ документарный	Виды и правила выполнения контроля установлены в ПГМ согласно 22.3		
15.3	Входной контроль	Проверить проведение входного контроля согласно 22.4 – 22.8	Визуальный/ документарный	Входной контроль проведен в соответствии с 22.4 – 22.8		
15.4	Операционный контроль	Проверить проведение операционного контроля согласно 22.9 – 22.18	Визуальный/ документарный	Операционный контроль проведен в соответствии с 22.9 – 22.18		
15.5	Авторский надзор	Проверить проведение авторского надзора согласно 22.19 – 22.22	Визуальный/ документарный	Авторский надзор проведен в соответствие с 22.19 – 22.22		
15.6	Оценка соответствия выполненных	Проверить соответствие выполненных	Документарный	Наличие акта о проделанной работе оформленного согласно требовани-		

	работ требованиям ПГМ	работ ПГМ согласно 22.2		ям 22.23		

Примечания

1 В графе «Результат» при проверке ставится «+» или «–» в зависимости от результатов проверенных позиций стандарта.

2 В графе «Приложения, примечания» могут быть даны ссылки на прилагаемые к карте контроля копии документов (Приложение №...), подтверждающих выполнение указанной в стандарте деятельности, или указаны номера и даты подтверждающих документов (Приказ, протокол, акт) и их полной наименование, или приведены комментарии (обоснование) к оценке результатов проверки.

Заключение (нужное подчеркнуть):

1. Требования СТО НОСТРОЙ 2.1.198-2016 соблюдены в полном объеме.

2. Требования СТО НОСТРОЙ 2.1.198-2016 соблюдены не в полном объеме.

Рекомендации по устранению выявленных несоответствий:

_____

_____

Приложения: _____ на ____ л.

Настоящая карта составлена в двух экземплярах, по одному экземпляру для каждой стороны.

Подписи лиц, проводивших проверку:

Эксперт _____ _____

фамилия, имя, отчество подпись

_____ _____

фамилия, имя, отчество подпись

Подпись представителя проверяемой организации – члена СРО,

принимавшего участие в проверке:

_____ _____

фамилия, имя, отчество подпись

Дата «___» _____ 20__ г.

Библиография

[1] Федеральный закон от 27.04.1993 г. № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии»

[2] Рекомендации по межгосударственной стандартизации РМГ 29-2013 — Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения

[3] Отраслевой стандарт ОСТ 68-14-99 — Виды и процессы геодезической и картографической производственной деятельности. Термины и определения

[4] Рекомендации по метрологии Р 50.2.004-2000 — Государственная система обеспечения единства измерений. Определение характеристик математических моделей зависимостей между физическими величинами при решении измерительных задач. Основные положения

[5] Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии НП-001-97 — Общие положения обеспечения безопасности атомных станций (ОПБ 88/97)

[6] Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии НП-016-05 — Общие положения обеспечения безопасности объектов ядерного топливного цикла

[7] Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии НП-033-01 — Общие положения обеспечения безопасности исследовательских ядерных установок

[8] Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»

[9] Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии НП-064-05 — Учет внешних воздействий природного и техногенного происхождения на объекты использования атомной энергии

[10] Правила и нормы в атомной энергетике ПиН АЭ-5.6 — Нормы строительного проектирования АС с реакторами различного типа

[11] Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии НП-031-01 — Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций

[12] Постановление Правительства РФ от 31.10.2009 № 879 «Об утверждении Положения о единицах величин, допускаемых к применению в Российской Федерации»

[13] Методическая документация в строительстве МДС 13-22.2009 — Методика геодезического мониторинга технического состояния высотных и уникальных зданий и сооружений

[14] Правила по технике безопасности на топографо-геодезических работах (ПТБ-88). – М.: ГУГК, 1989

[15] Руководящий нормативный документ РД-10-138-97 — Комплексное обследование крановых путей грузоподъемных машин (с изм. № 1 по постановлению Госгортехнадзора России от 30.03.2000 № 12)

[16] Правила закладки центров и реперов на пунктах геодезической и нивелирной сети. – М.: Картгеоцентр – Геодезиздат, 1993

[17] Правила закрепления центров пунктов спутниковой геодезической сети. – М.: ЦНИИГАиК, 2001

[18] Отраслевой стандарт ОСТ 68-12-97 — Приспособление для принудительного центрирования геодезических приборов. Типы, основные параметры и технические требования

[19] Руководство по натурным наблюдениям за деформациями гидротехнических сооружений и их оснований геодезическими методами» П-648, Гидропроект - М.: Энергия, 1980

[20] Руководящий документ эксплуатирующей организации (ОАО «Концерн Росэнергоатом»)
РД ЭО 1.1.2.05.0696-2006 — Руководство по сооружению и сдаче в эксплуатацию фундаментов турбоагрегатов атомных станций.

[21] Руководство по наблюдению за деформациями оснований и фундаментов зданий и сооружений. НИИОСП им.Н.М.Герсеванова- М.: Стройиздат, 1975

[22] Рекомендации по проведению натурных наблюдений за осадками грунтовых плотин. П-87-2001, ВНИИГ – С-П, 2001

[23] Инструкция по полигонометрии и трилатерации. – М., Недра,1980

[24] Руководящий документ эксплуатирующей организации (ОАО «Концерн Росэнергоатом»)
РД ЭО 1.1.2.99.0624-2011 — Мониторинг строительных конструкций атомных станций

[25] Методические указания Министерства энергетики РФ
СО 153-34.21.322-2003 — Методические указания по организации и проведению наблюдений за осадкой фундаментов и деформациями зданий и сооружений строящихся и эксплуатируемых тепловых электростанций

[26] Руководящий документ эксплуатирующей организации (ОАО «Концерн Росэнергоатом»)
РД ЭО 1.1.2.99-0007-2011 — Типовая инструкция по эксплуатации производственных зданий и сооружений атомных станций

[27] Геодезические, картографические инструкции, нормы и правила
ГКИНП (ГНТА)-03-010-03 — Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов

[28] Геодезические, картографические инструкции, нормы и правила ГКИНП (ОНТА) -01-271-03 — Руководство по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых систем Глонасс/GPS

[29] Руководство по применению стенных знаков в полигонометрических и теодолитных ходах – М.: Недра, 1972

[30] Инструкция о построении государственной геодезической сети СССР – М., Недра, 1966

[31] Геодезические, картографические инструкции, нормы и правила ГКИНП (ГНТА)-01-006-03 — Основные положения о государственной геодезической сети РФ

[32] Свод правили в строительстве СП 13-102-2003 — Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений

[33] Стандарт организации (СРО НП «Союзатомпроект») СТО 95 105-2013 — Обследования строительных конструкций ОИАЭ. Организация и правила проведения работ по обследованию строительных конструкций атомных станций

[34] Геодезические, картографические инструкции, нормы и правила ГКИНП 17-195-99 — Инструкция по проведению технологической поверки геодезических приборов

[35] Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании»

[36] Рекомендация МИ 2267-2000 — Государственная система обеспечения единства измерений. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Метрологическая экспертиза технической документации

[37] Свод правил в строительстве СП 11-110-99 — Авторский надзор за строительством зданий и сооружений

[38] Федеральный закон от 29.12.2004 г. № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации»

ОКС 17.040.99 ОКПД 2 41.10.10

Ключевые слова: геодезический мониторинг, опорные сети, геометрическое нивелирование, тригонометрическое нивелирование, гидростатическое нивелировани, горизонтальное смещение, способ полигонометрии, способ триангуляции, способ трилатерации, способ спутниковых измерений, способ створных наблюдений, линейные измерения, прямые и обратные отвесы, средняя осадка, максимальная осадка, относительный крен

Издание официальное

Объекты использования атомной энергии

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В ПЕРИОД СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ

СТО НОСТРОЙ 2.1.198-2016

Заказ № 30.

Подготовлено к изданию Издательско-полиграфическим предприятием ООО «Бумажник»
125475, г. Москва, Зеленоградская ул., д. 31, корп. 3, оф. 203,
тел.: 8 (495) 971-05-24, 8-910-496-79-46
e-mail: gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru