МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТАНДАРТ

**ГОСТ
24846—
2012**

ГРУНТЫ

Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Научно-исследовательским, проектно-изыскательским и конструкторско-технологическим институтом оснований и подземных сооружений имени Н.М. Герсеванова (НИИОСП им. Н.М. Герсеванова) ОАО «НИЦ «Строительство»

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 ПРИНЯТ Межгосударственной научно-технической комиссией по стандартизации, техническому нормированию и оценке соответствия в строительстве (приложение В к протоколу от 4 июня 2012 г. № 40)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	Минэкономики Республики Армения
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Молдова	MD	Молдова-Стандарт
Россия	RU	Росстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 октября 2012 г. № 599-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 24846—2012 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июля 2013 г.

5 ВЗАМЕН ГОСТ 24846—81

6 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Сентябрь 2019 г.

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© Стандартинформ, оформление, 2014, 2019

В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины и определения . . . 1
4 Общие положения . . . 3
5 Подготовка к измерениям . . . 5
6 Методы измерения вертикальных перемещений . . . 6
7 Методы измерения горизонтальных перемещений . . . 8
8 Методы измерения наклонов . . . 11
9 Стереофотограмметрический метод измерения горизонтальных и вертикальных перемещений и наклонов . . . 11
10 Наблюдение за трещинами . . . 11
11 Обработка результатов измерений . . . 12
Приложение А (обязательное) Требования к программе мониторинга деформаций оснований фундаментов зданий и сооружений . . . 13
Приложение Б (рекомендуемое) Образец оформления технического задания . . . 14
Приложение В (рекомендуемое) Схемы расположения деформационных марок на зданиях и сооружениях . . . 15
Приложение Г (рекомендуемое) Образец графического оформления результатов мониторинга деформаций оснований фундаментов . . . 16

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГРУНТЫ

Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений

Soils. Methods of measuring the strains of structure and building bases

Дата введения — 2013—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на грунты всех видов и устанавливает методы определения деформаций (осадок, наклонов, сдвигов и т. п.) оснований фундаментов строящихся и эксплуатируемых зданий и сооружений.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована нормативная ссылка на следующий межгосударственный стандарт:

ГОСТ 22268 Геодезия. Термины и определения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (www.easc.by) или по указателям национальных стандартов, издаваемым в государствах, указанных в предисловии, или на официальных сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации. Если на документ дана недатированная ссылка, то следует использовать документ, действующий на текущий момент, с учетом всех внесенных в него изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то следует использовать указанную версию этого документа. Если после принятия настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение применяется без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 22268, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **деформация:** Изменение положения грунтов или конструкций, определяемое по вертикальным и горизонтальным перемещениям в сравнении с первоначальным положением.

3.2 **горизонтальное перемещение грунта или конструкций:** Сдвиг грунта или конструкций в целом, происходящий под действием сил и других факторов.

3.3 **крен фундамента и сооружения:** Деформация, происходящая в результате неравномерной осадки, просадки, подъема, горизонтального воздействия и т. п.

3.4 **точность измерений:** Характеристика измерений, отражающая близость к истинному значению.

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

3.6 **репер:** Геодезический знак, закрепляющий пункт нивелирной сети.

Издание официальное

3.7 **репер глубинный:** Геодезический глубинный знак, опирающийся на скальные, полускальные или другие коренные практически несжимаемые грунты.

3.8 **репер грунтовый:** Геодезический знак, опирающийся на плотные грунты или ниже глубины сезонного промерзания.

3.9 **репер стенной:** Геодезический знак, устанавливаемый на несущих конструкциях зданий и сооружений, осадка которых стабилизировалась.

3.10 **деформационная марка:** Геодезический знак, жестко укрепленный на конструкции здания или сооружения (фундаменте, колонне, стене), меняющий свое положение вследствие осадки, просадки, подъема, сдвига, крена и т. п. фундамента (сооружения).

3.11 **опорный знак:** Знак, практически неподвижный в горизонтальной плоскости, относительно которого определяются сдвиги и крены фундаментов зданий или сооружений.

3.12 **центровочное устройство:** Устройство на опорном знаке для многократной фиксированной установки геодезических инструментов в одном и том же положении.

3.13 **ориентирный знак:** Знак, используемый для обеспечения исходного ориентирного направления при определении сдвигов и кренов фундаментов зданий и сооружений.

3.14 **геометрическое нивелирование:** Метод определения разности высот точек при помощи геодезического прибора с горизонтальной визирной осью и отвесно установленных в этих точках реек.

3.15 **тригонометрическое нивелирование:** Метод определения превышений при помощи геодезического прибора с наклонной визирной осью.

3.16 **гидростатическое нивелирование:** Метод определения разности высот наблюдаемых точек посредством разностей уровней жидкости в сообщающихся сосудах.

3.17 **стационарная гидростатическая система:** Прибор для определения осадок фундаментов, состоящий из большого числа водомерных стаканов-пьезометров, жестко укрепленных на фундаментах или конструкциях здания (сооружения).

3.18 **способ совмещения при нивелировании:** Способ отсчета по рейке, при котором вращением элевационного винта совмещают изображение концов пузырька уровня нивелира, а затем, изменяя наклон плоско-параллельной пластинки микрометром, совмещают биссектор со штрихом рейки.

3.19 **способ наведения при нивелировании:** Способ отсчета по рейке, когда нивелиром, приведенным в горизонтальное положение, сетка нитей визирной трубы наводится на ближайшие деления рейки.

3.20 **метод створных наблюдений:** Метод измерений отклонений деформационных марок во времени, установленных на здании (сооружении), от линии створа, концы которого закрепляются неподвижными опорными знаками.

3.21 **метод отдельных направлений:** Метод измерений отклонений деформационных марок по изменению горизонтального угла и расстоянию от опорных знаков до марок во времени.

3.22 **замыкание горизонта:** Вторичное наведение визирной оси теодолита (нивелира) на начальный ориентирный пункт и отсчета по горизонтальному кругу и в целях контроля неподвижности круга в течение полуприема угловых измерений.

3.23 **триангуляция:** Метод определения планового положения точек, являющихся вершинами построенных на местности смежно расположенных треугольников, в которых измеряют их углы и некоторые из сторон, а координаты вершин и длины других сторон получают тригонометрически.

3.24 **трилатерация:** Метод определения планового положения точек, являющихся вершинами построенных на местности смежно расположенных треугольников, в которых измеряют все стороны, а координаты вершин и горизонтальные углы между сторонами определяют тригонометрически.

3.25 **полигонометрия:** Метод определения планового положения точек здания (сооружения) по разностям координат, полученных путем проложения полигонометрического хода по опорным знакам и деформационным маркам, в котором измеряются все стороны, связывающие эти точки, и горизонтальные углы между ними.

3.26 **способ малых (параллактических) углов:** Способ смещения точек здания (сооружения), при котором расстояния определяются тригонометрическим путем по точно измеренному малому базису и лежащему против него острому (параллактическому) углу.

3.27 **способ струны:** Способ фиксирования направления какой-либо оси с помощью калиброванной стальной (капроновой, нейлоновой) струны, натягиваемой между закрепленными на местности точками, и стационарных или переносных отсчетных приспособлений с верньерами, индикаторами часового типа и т. п., закрепленными под струной в местах установки деформационных марок.

3.28 **полуприем измерения:** Однократное измерение угла при одном (любом) положении вертикального круга теодолита.

3.29 **прием измерения:** Двукратное измерение угла при двух положениях вертикального круга теодолита.

3.30 **метод проецирования:** Метод измерения наклонов здания (сооружения), при котором на двух взаимно перпендикулярных осях объекта закладываются опорные знаки, с которых теодолитом проецируют заметную верхнюю точку на какую-либо горизонтально установленную палетку (рейку), закрепленную внизу здания (сооружения). Зафиксированный в течение времени на палетке ряд точек представляет собой проекцию траектории верхней наблюдаемой точки на плоскость.

3.31 **метод координирования:** Метод измерения наклонов здания (сооружения), при котором вокруг объекта прокладывают замкнутый полигонометрический ход и вычисляют координаты трех или четырех постоянно закрепленных точек, с которых через определенные промежутки времени засечкой находят координаты хорошо заметной наверху здания, сооружения точки. По разности координат между циклами наблюдений находят значение наклона и его направление.

3.32 **кренометр:** Прибор, основной частью которого является точный уровень с измерительным винтом на одном из его концов, позволяющий определить крен в градусной и относительной мере.

3.33 **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.

3.34 **маяк, щелемер:** Приспособление для наблюдения за развитием трещин: гипсовая или алебастровая плитка, прикрепляемая к обоим краям трещины на стене; две стеклянные или плексигласовые пластинки, имеющие риски для измерения величины раскрытия трещины, и др.

4 Общие положения

4.1 Определения деформаций грунта оснований фундаментов зданий и сооружений должны проводиться по программе, отвечающей требованиям, приведенным в приложении А, в целях:

- определения абсолютных и относительных значений деформаций и сравнения их с расчетными;
- выявления причин возникновения и степени опасности деформаций для нормальной эксплуатации зданий и сооружений;
- принятия своевременных мер по борьбе с возникающими деформациями или устранению их последствий;
- получения необходимых характеристик устойчивости оснований и фундаментов;
- уточнения расчетных данных физико-механических характеристик грунтов;
- уточнения методов расчета и установления предельных допустимых значений деформаций для различных грунтов оснований и типов зданий и сооружений.

Программа проведения измерений составляется организацией, проводящей измерения, на основе технического задания (см. приложение Б), выдаваемого проектно-изыскательской или научно-исследовательской организацией по согласованию с организациями, осуществляющими строительство или эксплуатацию.

4.2 С точки зрения геоинформационных систем определение деформаций оснований фундаментов строящихся зданий и сооружений является мониторингом деформаций и входит в состав геотехнического мониторинга. Мониторинг деформаций следует проводить в течение всего периода строительства и в период эксплуатации до достижения состояния стабилизации деформаций. Значение деформаций принимается по расчету, нормативным документам или устанавливается проектной или эксплуатирующей организацией с включением в техническое задание.

Для уникальных зданий и сооружений, а также при выполнении наблюдений, требующих непрерывного получения результатов измерений, рекомендуется использовать автоматизированные системы наблюдений. Оценка результатов измерений, полученных при помощи автоматизированной системы, должна проводиться специализированной организацией.

Мониторинг деформаций зданий и сооружений, находящихся в эксплуатации, следует проводить в случае появления недопустимых трещин, раскрытия швов, а также резкого изменения условий работы здания или сооружения.

4.3 В процессе мониторинга деформаций оснований фундаментов должны быть измерены (отдельно или совместно) следующие величины:

- вертикальные перемещения (осадки, сдвиги, просадки, подъемы, прогибы и т. п.);

- горизонтальные перемещения (сдвиги);
- наклоны (крены).

4.4 Мониторинг деформаций оснований фундаментов следует проводить в следующей последовательности:

- разработка программы мониторинга;
- выбор конструкции, места расположения и установка исходных геодезических знаков высотной и плановой основы;
- осуществление высотной и плановой привязки установленных исходных геодезических знаков;
- установка деформационных марок на зданиях и сооружениях;
- инструментальные измерения значений вертикальных и горизонтальных перемещений и наклонов;
- обработка и анализ результатов наблюдений.

4.5 Методы измерений вертикальных и горизонтальных перемещений и сдвигов фундамента следует устанавливать программой наблюдений за деформациями в зависимости от требуемой точности измерения, конструктивных особенностей фундамента, инженерно-геологической и гидрогеологической характеристик грунтов основания, возможности применения и экономической целесообразности метода в данных условиях.

4.6 Точность измерения вертикальных и горизонтальных деформаций следует определять в зависимости от ожидаемого значения перемещения, установленного проектом, в соответствии с таблицей 1.

На основании определенной по таблице 1 допускаемой погрешности устанавливают класс точности измерения вертикальных и горизонтальных перемещений фундаментов зданий и сооружений по таблице 2.

Таблица 1 — Точность измерения вертикальных и горизонтальных перемещений

Расчетное значение вертикальных или горизонтальных перемещений, предусмотренное проектом, мм	Допускаемая погрешность измерения перемещений в мм, для периода			
	строительного		эксплуатационного	
	Грунты			
	песчаные	глинистые	песчаные	глинистые
≤ 50	1	1	1	1
50 ... 100	2	1	1	1
100 ... 250	5	2	1	2
250 ... 500	10	5	2	5
≥ 500	15	10	5	10

Таблица 2 — Класс точности измерения вертикальных и горизонтальных перемещений

Класс точности измерений	Допускаемая погрешность измерения перемещений, мм	
	вертикальных	горизонтальных
I	1	2
II	2	5
III	5	10
IV	10	15

При отсутствии данных по расчетным значениям деформаций оснований фундаментов классы точности измерения вертикальных и горизонтальных перемещений допускается устанавливать:

I, II — для зданий и сооружений: уникальных, длительное время (более 50 лет) находящихся в эксплуатации, возводимых на скальных и полускальных грунтах, на песчаных, глинистых и других плотных сжимаемых грунтах;

III — для зданий и сооружений, возводимых на насыпных, просадочных, заторфованных и других сильно сжимаемых грунтах;

IV — для земляных сооружений.

5 Подготовка к измерениям

5.1 Подготовка к измерениям вертикальных перемещений

5.1.1 Перед началом измерений вертикальных перемещений фундаментов необходимо установить.

- реперы — исходные геодезические знаки высотной основы;
- деформационные марки — контрольные геодезические знаки, размещаемые на зданиях и сооружениях, для которых определяют вертикальные перемещения.

5.1.2 В зависимости от точности измерений и грунтовых условий следует устанавливать реперы следующих типов:

- для класса I точности измерений — глубинные реперы, основания которых закладываются в скальные, полускальные или другие плотные грунты;
- для классов II—IV точности измерений — грунтовые реперы, основания которых закладываются ниже глубины сезонного промерзания или перемещения грунта; стенные реперы, устанавливаемые на несущих конструкциях зданий и сооружений, осадка фундаментов которых практически стабилизировалась.

При наличии на строительной площадке набивных или забивных свай, верхним концом выступающих на поверхность, допускается их использовать в качестве грунтовых реперов с соответствующим оформлением верхней части сваи.

5.1.3 При установке реперов в особых грунтовых условиях следует:

- в насыпных неоднородных по составу грунтах, процесс уплотнения которых не закончен, — применять реперы, заанкеренные или забитые в природные грунты на глубину не менее 1,5 м ниже насыпной толщи, защищенные колодцами и предохраненные от смерзания с окружающим грунтом;
- в просадочных грунтах — заделывать нижний конец репера на глубину не менее 1 м в песчаные или не менее 2 м в глинистые подстилающие грунты, а также не менее 5 м при толщине слоя просадочного грунта более 10 м;
- в заторфованных грунтах — применять забивные сваи, погруженные до плотных малодеформируемых грунтов;
- в многолетне-мерзлых грунтах — применять: забивные реперы при пластично-мерзлых грунтах без крупнообломочных включений; реперы, погружаемые в пробуренные заполняемые грунтовым раствором скважины, при твердомерзлых грунтах, а также пластично-мерзлых, содержащих крупнообломочные включения. Реперы устанавливают не менее чем на 2 м ниже расчетной глубины чаши оттаивания под зданием (сооружением) или не менее тройной толщины слоя сезонного оттаивания, если реперы устанавливаются за пределами чаши оттаивания;
- в набухающих грунтах — заделывать нижний конец репера на глубину не менее 1 м ниже подошвы залегания набухающих грунтов. При значительной толщине набухающего слоя грунта башмак репера должен располагаться на той глубине, где природное давление превышает давление набухания.

5.1.4 Число реперов должно быть не менее трех.

5.1.5 Реперы должны размещаться:

- в стороне от проездов, подземных коммуникаций, складских и других территорий, где возможно разрушение или изменение положения репера;
- вне зоны распространения давления от здания или сооружения;
- вне пределов влияния осадочных явлений, оползневых склонов, нестабилизированных насыпей, торфяных болот, подземных выработок, карстовых образований и других неблагоприятных инженерно-геологических и гидрогеологических условий;
- на расстоянии от здания (сооружения) не менее тройной толщины слоя просадочного грунта;
- на расстоянии, исключающем влияние вибрации от транспортных средств, машин, механизмов;
- в местах, где в течение всего периода наблюдений возможен беспрепятственный и удобный подход к реперам для установки геодезических инструментов.

Конкретное расположение и конструкцию реперов должна определять организация, проводящая измерения, по согласованию с проектной, строительной или эксплуатирующей организацией, а также с соответствующими службами, имеющими в данном районе подземное хозяйство (кабельные, водопроводные, канализационные и другие инженерные сети).

5.1.6 После установки репера на него должна быть передана высотная отметка от ближайших пунктов государственной или местного значения геодезической высотной сети. При значительном

(более 2 км) удалении пунктов геодезической сети от устанавливаемых реперов допускается принимать условную систему высот.

5.1.7 На каждом репере должны быть обозначены наименование организации, установившей его, и порядковый номер знака.

Установленные реперы необходимо сдавать на сохранение строительной или эксплуатирующей организациям по актам.

5.1.8 В процессе определения деформаций следует контролировать устойчивость исходных реперов для каждого цикла наблюдений.

5.1.9 Деформационные марки устанавливаются по всему периметру здания (сооружения), внутри его, в том числе на углах, на стыках строительных блоков, по обе стороны осадочного или температурного шва, в местах примыкания продольных и поперечных стен, на поперечных стенах в местах пересечения их с продольной осью, на несущих колоннах, вокруг зон с большими динамическими нагрузками, на участках с неблагоприятными геологическими условиями (см. приложение В).

Конкретное расположение деформационных марок на зданиях и сооружениях, а также конструкции марок должна определять организация, проводящая измерения, по согласованию с проектной, строительной или эксплуатирующей организацией, учитывая конструктивные особенности (форму, размеры, жесткость) фундамента здания или сооружения, статические и динамические нагрузки на отдельные их части, ожидаемое значение осадки и ее неравномерность, инженерно-геологические и гидрогеологические условия строительной площадки, особенности эксплуатации здания или сооружения, обеспечение наиболее благоприятных условий производства работ по измерению перемещений.

5.2 Подготовка к измерениям горизонтальных перемещений и наклонов

5.2.1 Перед началом измерений горизонтальных перемещений и наклонов фундамента или здания (сооружения) в целом необходимо установить:

- неподвижные опорные знаки для установки геодезического инструмента; в качестве опорных знаков допускается использовать обратные отвесы и реперы;
- деформационные марки, размещаемые непосредственно на наружных и внутренних частях зданий или сооружений;
- ориентирные знаки в виде неподвижных в горизонтальной плоскости столбов; в качестве ориентирных знаков допускается использовать пункты триангуляции или удобные для визирования точки зданий и сооружений.

5.2.2 В процессе измерений горизонтальных перемещений и кренов следует контролировать устойчивость пунктов опорной сети для каждого цикла наблюдений.

6 Методы измерения вертикальных перемещений

6.1 Вертикальные перемещения оснований фундаментов следует измерять одним из следующих методов или их комбинированием: геометрическим, тригонометрическим или гидростатическим нивелированием, фотограмметрией.

6.2 Конкретные методы измерения вертикальных перемещений должны приниматься в зависимости от классов точности измерения, целесообразных для данного метода:

I—IV — геометрическое нивелирование;

II—IV — тригонометрическое нивелирование;

I—IV — гидростатическое нивелирование;

II—IV — стереофотограмметрия.

6.3 Метод геометрического нивелирования

6.3.1 Геометрическое нивелирование следует применять в качестве основного метода измерения вертикальных перемещений.

6.3.2 Основные технические характеристики и допуски для геометрического нивелирования должны приниматься в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3 — Основные технические характеристики и допуски для геометрического нивелирования

Условия геометрического нивелирования	Основные технические характеристики и допуски для геометрического нивелирования классов			
	I	II	III	IV
Применяемые нивелиры	Н-05 и равноточные ему		Н-3 и равноточные ему	
Применяемые рейки	РН-05 (односторонние штриховые с инварной полосой и двумя шкалами), инварные штрихкодовые		РН-3 (двусторонние шашечные), складные штрихкодовые	
Число станций незамкнутого хода, не более	2	3	5	8
Визирный луч: - длина, м, не более - высота над препятствием, м, не менее	 25 1,0	 40 0,8	 50 0,5	 100 0,3
Неравенство плеч (расстояний от нивелира до реек), м, на станции, не более	0,2	0,4	1,0	3,0
Накопление неравенств плеч, м, в замкнутом ходе, не более	1,0	2,0	5,0	10,0
Допускаемая невязка, мм, в замкнутом ходе (n — число станций)	$\pm 0{,}3\sqrt{n}$	$\pm 0{,}5\sqrt{n}$	$\pm 1{,}5\sqrt{n}$	$\pm 5\sqrt{n}$

Способ проведения работ следует принимать для классов нивелирования:

I — двойным горизонтом, способом совмещения, в прямом и обратном направлении или замкнутый ход;

II — одним горизонтом, способом совмещения, замкнутый ход;

III — одним горизонтом, способом наведения, замкнутый ход;

IV — одним горизонтом, способом наведения.

6.4 Метод тригонометрического нивелирования

6.4.1 Тригонометрическое нивелирование следует применять при измерениях вертикальных перемещений фундаментов в условиях резких перепадов высот (больших насыпей, глубоких котлованов, косогоров и т. п.).

6.4.2 Измерение вертикальных перемещений методом тригонометрического нивелирования следует проводить короткими визирными лучами (до 100 м), точными (Т-2, Т-5 и им равноточными) и высокоточными (Т-0,5, Т-1 и им равноточными) теодолитами с накладными цилиндрическими уровнями или электронными тахеометрами.

6.4.3 Допускаемые погрешности измерения расстояний и вертикальных углов в зависимости от выбранного класса точности измерений не должны превышать значений, приведенных в таблице 4.

Таблица 4 — Допускаемые погрешности измерения расстояний и вертикальных углов

Класс точности измерений	Допускаемая погрешность измерения			
	расстояний, мм, при значении вертикальных углов, град		вертикальных углов, с, при их значениях, град	
	До 10	Св. 10 до 40	До 10	Св. 10 до 40
II	7	1	2,5	1,5
III	15	3	5,0	3,0
IV	35	8	12,0	10,0

6.5 Метод гидростатического нивелирования

6.5.1 Гидростатическое нивелирование (переносным шланговым прибором или стационарной гидростатической системой, устанавливаемой по периметру фундамента) следует применять для

измерения относительных вертикальных перемещений большого числа точек, труднодоступных для измерений другими методами, а также в случаях, когда нет прямой видимости между марками или в месте производства измерительных работ невозможно пребывание человека по условиям техники безопасности.

6.5.2 Проводить измерения вертикальных перемещений методом гидростатического нивелирования для зданий или сооружений, испытывающих динамические нагрузки и воздействия, не допускается.

6.6 Методы измерения вертикальных и горизонтальных перемещений при помощи экстензометров и волоконно-оптических датчиков

6.6.1 Метод измерения вертикальных и горизонтальных перемещений при помощи экстензометров и волоконно-оптических датчиков применяется в случаях, когда другие методы измерений использовать невозможно. Данная методика применяется для измерения деформаций на локальных, отдельных участках сооружения или грунтового массива.

6.6.2 В процессе измерений в экстензометре изменяется первоначально установленное линейное базовое значение, которое фиксируется считывающим устройством.

Экстензометры могут быть объединены в единую сеть измерений, которая может считывать показания перемещений в автоматическом режиме.

6.6.3 Для определения послойных деформаций грунтового массива рекомендуется применять экстензометры магнитно-резистивного типа. Высотную отметку отдельного участка грунта измеряют посредством металлических деформационных марок, установленных на различных отметках в предварительно пробуренных скважинах.

6.6.4 Размещение деформационных марок для измерения послойных перемещений грунтового массива зависит от глубины расчетного значения сжимаемой толщи под подошвой фундамента.

6.6.5 Измерение горизонтальных и вертикальных перемещений при помощи волоконно-оптических датчиков проводят на участках, недоступных для измерения другими методами или требующих повышенной точности, а также в скважинах, заранее пробуренных в грунтовом массиве.

7 Методы измерения горизонтальных перемещений

7.1 Горизонтальные перемещения фундаментов зданий и сооружений следует измерять одним из следующих методов или их комбинированием: створным наблюдением, методом отдельных направлений, триангуляцией, фотограмметрией. Допускается применять методы трилатерации и полигонометрии.

7.2 Отдельные методы измерений горизонтальных перемещений должны приниматься в зависимости от классов точности измерения, целесообразных для данного метода:

I—III — створных наблюдений;
I—III — отдельных направлений;
I—IV — триангуляции;
II—IV — стереофотограмметрии;
I—IV — трилатерации;
III—IV — полигонометрии.

7.3 Метод створных наблюдений

7.3.1 Метод створных наблюдений при измерениях горизонтальных перемещений фундаментов следует применять в случае прямолинейности здания (сооружения) или его части и при возможности обеспечивать устойчивость концевых опорных знаков створа.

7.3.2 Отклонение деформационной марки от заданного створа во времени измеряют следующими способами: способом подвижной визирной цели; измерения малых (параллактических) углов при неподвижной визирной цели; струны.

7.3.3 Способ подвижной визирной цели следует применять для непосредственного измерения отклонения деформационной марки от створа в линейных величинах.

Визирование на подвижную визирную цель, строго центрированную на марке, необходимо проводить точными и высокоточными теодолитами, снабженными накладными уровнями.

При использовании в качестве визирной линии луча лазера роль подвижной визирной цели должен осуществлять приемник света с отчетным приспособлением.

7.3.4 Измерения способом подвижной визирной цели следует проводить при двух кругах теодолита в прямом и обратном направлениях, при этом число приемов измерения должно быть не менее пяти. Расхождения между отдельными приемами не должны превышать 1 мм.

Отсчет положения подвижной визирной цели по микрометру теодолита необходимо проводить не менее трех раз, а расхождения в отсчетах не должны превышать 0,3 мм.

7.3.5 Для измерения отклонения деформационной марки от створа при способе измерения малых (параллактических) углов необходимо провести измерение расстояний от пункта стояния инструмента до марки.

Измерение угла отклонения марки от створа следует проводить точным или высокоточным теодолитами, снабженными окулярным или оптическим микрометрами.

7.3.6 Число приемов и допускаемые среднеквадратические погрешности измерения малых углов должны соответствовать приведенным в таблице 5.

Таблица 5 — Число приемов и допускаемые среднеквадратические погрешности измерения

Расстояние от опорного знака до марки, м	Допускаемая среднеквадратическая погрешность измерения угла, с	Число приемов для теодолита, снабженного	
		оптическим микрометром	окулярным микрометром
100 и менее	2,0	3	2
200	1,0	6	4
600—1000	0,5	12	6

7.3.7 При измерениях малых углов окулярным микрометром теодолита расхождения не должны превышать:

1,5 деления окулярного микрометра — между тремя наведениями в полуприемах, а также между значениями одного и того же угла, выведенного из полуприемов;

1,0 деления окулярного микрометра — между значениями одного и того же угла из разных приемов в прямом и обратном ходах.

7.3.8 При измерениях малых углов оптическим микрометром теодолита расхождения не должны превышать:

3″ — между значениями одного и того же угла, выведенного из полуприемов;

1,5″ — между значениями одного и того же угла из разных приемов в прямом и обратном ходах.

7.3.9 Способ струны следует применять при прямолинейности здания или сооружения для непосредственного получения относительного значения линейного смещения фундаментов, определяемого как разность отклонения деформационной марки от линии створа в двух циклах измерений.

7.4 Метод отдельных направлений

7.4.1 Метод отдельных направлений следует применять для измерения горизонтальных перемещений зданий и сооружений при невозможности закрепить створ или обеспечить устойчивость концевых опорных знаков створа.

7.4.2 Для измерения горизонтальных перемещений методом отдельных направлений необходимо установить не менее трех опорных знаков, образующих треугольник с углами не менее 30°.

7.4.3 Значение горизонтального перемещения q, мм, деформационной марки с каждого опорного знака определяют по расстоянию L, мм, от опорного знака до марки (измеряемого с погрешностью 1/2000) и изменению направления $\Delta\alpha$, с, между ориентирным знаком и маркой в двух циклах измерений по формуле

$$q = \Delta\alpha \cdot L/\rho,$$

где $\rho \approx 206265''$.

Значение и направление горизонтального перемещения каждой марки допускается определять графически.

В случае несовпадения направления вектора горизонтального перемещения с направлением силы, действующей на фундамент здания (сооружения), значение горизонтального перемещения деформационной марки по направлению силы получают как проекцию вектора на направление силы.

7.4.4 При измерении сдвигов методом отдельных направлений должны применяться точные теодолиты. При этом необходимое число круговых приемов и соответствующие погрешности измерений не должны превышать значений, приведенных в таблице 6.

Таблица 6 — Допускаемые погрешности измерений

Теодолит	Необходимое число круговых приемов	Допускаемые погрешности измерений, с			
		Замыкание горизонта	Колебание направлений в отдельных приемах	Колебание двойной коллимационной ошибки в приеме	Среднеквадратическая погрешность направления
Т-05	9	3	3	10	0,5
Т-1	12	4	4	10	1,0

7.5 Метод триангуляции

7.5.1 Метод триангуляции следует применять для измерения горизонтальных перемещений фундаментов зданий и сооружений, возводимых в пересеченной или горной местности, а также при невозможности обеспечить устойчивость концевых опорных знаков створа.

7.5.2 Значение и направление горизонтального перемещения фундамента (или его части) следует определять по изменениям координат деформационных марок за промежуток времени между циклами наблюдений.

7.5.3 Для метода триангуляции допускается принимать условную систему координат. В этом случае оси координат *X* и *Y* должны совпадать с поперечной и продольной осями здания или сооружения.

7.5.4 Измерение горизонтальных углов необходимо проводить с погрешностью, не превышающей приведенной в таблице 7.

Таблица 7 — Погрешность измерения горизонтальных углов

Класс точности измерений	Допускаемая среднеквадратическая погрешность измерения углов, с, для расстояний, м					
	50	100	150	200	500	1000
I	8	4	3	2	1	—
II	20	10	7	5	2	1
III	40	20	14	10	4	2
IV	60	30	20	15	6	3

7.6 Методы линейно-угловых построений с использованием электронных тахеометров

Методы линейно-угловых построений и используемые типы электронных тахеометров должны обеспечивать точность получения деформационных характеристик, указанных в таблице 2.

7.7 Метод инклинометрии

7.7.1 Метод инклинометрии следует применять для измерения смещений отдельных участков грунтового массива или вертикально заглубленных конструкций (стен в грунте, свай, баррет и др.).

7.7.2 Значение и направление горизонтального смещения следует определять по приращениям угла наклона скважины или трубы, помещенной в конструкцию, за промежуток времени между циклами наблюдений.

7.7.3 Для метода инклинометрии допускается принимать условную систему координат. В этом случае оси координат *X* и *Y* должны совпадать с главными осями здания или сооружения.

7.8 Использование спутниковых методов

При измерении горизонтальных перемещений различными методами допускается определять координаты опорных пунктов при помощи спутниковой системы глобального позиционирования (GPS, ГЛОНАСС). В этом случае точность определения координат опорных пунктов должна быть не менее точности заданного класса горизонтальных измерений.

8 Методы измерения наклонов

8.1 Наклон фундамента (или здания, сооружения в целом) следует измерять одним из следующих методов или их комбинированием: проецирования, координирования, измерения углов или направлений, фотограмметрии, механическими способами с применением кренометров, прямых и обратных отвесов.

8.2 Предельные погрешности при определении крена в зависимости от высоты *H* наблюдаемого здания (сооружения) не должны превышать следующих значений, мм:

0,0001 H — для гражданских зданий и сооружений;

0,0005 H — для промышленных зданий и сооружений, дымовых труб, доменных печей, мачт, башен и др.;

0,00001 H — для фундаментов под машины и агрегаты.

8.3 При измерении наклонов фундамента (здания, сооружения) методом проецирования следует применять теодолиты, снабженные накладным уровнем, или приборы вертикального проецирования.

Проецирование верхней деформационной марки вниз и отсчитывание по палетке (рейке), устанавливаемой в цокольной части, должны проводиться при двух положениях визирной трубы оптического инструмента не менее чем тремя приемами.

Значение крена определяют по разности отсчетов, отнесенной к высоте здания (сооружения) в двух циклах наблюдений.

8.4 При измерении наклонов методом координирования необходимо установить не менее двух опорных знаков, образующих базис, с концов которого определяют координаты верхней и нижней точек здания (сооружения).

В случае если с концов базиса основание здания (сооружения) не видно, необходимо способом засечек вычислить координаты верхней точки здания (сооружения), а координаты основания определить, используя полигонометрический ход, проложенный от пунктов базиса и имеющий не более двух сторон.

8.5 Для определения крена зданий и сооружений сложной геометрической формы следует использовать метод измерения горизонтальных направлений (по методике, изложенной в 7.4—7.4.4) с двух постоянно закрепленных опорных знаков, расположенных на взаимно перпендикулярных направлениях (по отношению к зданию, сооружению).

Значение крена (в угловой мере) должно определяться по значению линейного сдвига, отнесенному к высоте деформационной марки над подошвой фундамента.

8.6 Для определения кренов фундаментов под машины и агрегаты в промышленных зданиях и сооружениях применяют переносные или стационарные кренометры, позволяющие определить наклон в градусной или относительной мере.

8.7 Определение крена гидротехнических сооружений следует проводить с помощью прямых и обратных отвесов, имеющих отсчетные устройства, или прибором для вертикального проецирования.

9 Стереофотограмметрический метод измерения горизонтальных и вертикальных перемещений и наклонов

9.1 Стереофотограмметрический метод следует применять для определения осадок, сдвигов, кренов и других видов деформаций в случае необходимости измерения большого числа наблюдаемых марок или деформационных поверхностей. Метод также следует использовать при необходимости ретроспективной оценки деформационных процессов.

9.2 Для определения координат деформационного объекта проводят съемку цифровой фотограмметрически калиброванной камерой с одного или нескольких базисов.

9.3 Обработку стереопар снимков проводят на фотограмметрических системах с использованием координат опорных точек, полученных геодезическими методами. Точность координат опорных точек должна быть более высокого класса, чем класс точности стереофотограмметрических измерений.

9.4 Значения суммарных перемещений, происшедших за соответствующий период наблюдений, определяют по разности координат, полученных по данным текущего и начального циклов наблюдений.

10 Наблюдение за трещинами

10.1 Систематическое наблюдение за развитием трещин следует проводить при появлении их в несущих конструкциях зданий и сооружений с тем, чтобы выяснить характер деформаций и степень опасности их для дальнейшей эксплуатации объекта.

10.2 При наблюдениях за развитием трещины по длине ее концы следует периодически фиксировать поперечными штрихами, нанесенными краской, рядом с которыми проставляют дату осмотра.

10.3 При наблюдениях за раскрытием трещин по ширине следует использовать измерительные или фиксирующие устройства, прикрепляемые к обеим сторонам трещины: маяки, щелемеры, рядом с которыми проставляют их номера и дату установки.

10.4 При ширине трещины более 1 мм необходимо измерять ее глубину.

11 Обработка результатов измерений

11.1 В процессе работ по определению деформаций грунта оснований фундаментов зданий и сооружений должна проводиться камеральная обработка полученных результатов: проверка полевых журналов; уравнивание геодезических сетей; составление ведомостей отметок и перемещений, направлений (углов), значения крена и перемещений деформационных марок, установленных на зданиях или сооружениях, по каждому циклу наблюдений; оценка точности проведенных измерений, включая сравнение полученных погрешностей (или невязок) с допускаемыми для данного метода и класса точности измерений; графическое оформление результатов измерений.

11.2 Графический материал по результатам наблюдений каждого объекта следует оформлять (см. приложение Г) в виде:

- геологического разреза основания фундамента;
- плана здания или сооружения с указанием мест расположения деформационных марок;
- графиков и эпюр горизонтальных, вертикальных перемещений, наклонов и развития трещин во времени, роста давления на основание фундамента.

11.3 По результатам измерений перемещений оснований фундаментов составляют технический отчет, который включает в себя (помимо материалов, перечисленных в 11.1 и 11.2):

- краткое описание цели определения деформаций на данном объекте;
- характеристики геологического строения основания и физико-механических свойств грунтов;
- конструктивные особенности здания (сооружения) и его фундамента;
- схемы расположения и описание конструкций реперов, опорных и ориентирных знаков, деформационных марок, устройств для измерения величин развития трещин;
- примененную методику измерений;
- перечень факторов, способствующих возникновению деформаций;
- выводы о результатах наблюдений.

Приложение А
(обязательное)

Требования к программе мониторинга деформаций оснований фундаментов зданий и сооружений

А.1 В программе мониторинга деформации оснований фундаментов зданий и сооружений должны быть освещены:

- цели и задачи проводимых измерений;
- характеристики фундаментов зданий и сооружений, их конструктивные особенности;
- инженерно-геологические и гидрогеологические условия оснований;
- расчетные значения деформаций основания;
- установленная цикличность проведения работ по определению деформаций;
- части зданий или сооружений, за которыми следует вести наблюдения;
- для строящихся зданий (сооружений) — этапы выполнения строительных работ, результаты визуального осмотра котлована и фундаментов;
- для эксплуатируемых зданий (сооружений) — период эксплуатации, результаты осмотра объекта, наличие трещин и места закладки маяков (щелемеров);
- сведения о наличии пунктов государственной геодезической сети, а также знаков, установленных для целей строительства;
- данные о системе координат и высотных отметок;
- сведения о ранее выполненных работах по определению деформаций и связь их с последующими работами;
- описание мест закладки геодезических знаков, обоснование выбора типа знаков;
- предварительная схема измерительной сети, точность определения деформаций;
- методы измерений горизонтальных и вертикальных перемещений, применяемые инструменты;
- порядок обработки результатов измерений.

А.2 В программе должна быть определена ответственность проектной (научно-исследовательской) организации за проект размещения знаков; строительной организации — за установку, сохранность и доступность знаков, закладываемых в здании (сооружении) и на строительной площадке; службы геодезии — за непосредственные измерения и первичную обработку результатов измерений; проектной (научно-исследовательской) организации — за составление технических отчетов.

А.3 В приложении к программе работ приводятся: копия технического задания, выданного заказчиком; схемы проектируемых геодезических сетей, чертежи геодезических знаков и другая необходимая документация; календарный план проведения работ и представления заказчику отчетных материалов; смета расходов на проведение измерительных работ.

Приложение Б
(рекомендуемое)

Образец оформления технического задания

СОГЛАСОВАНО

_____
наименование организации, должность,
фамилия, инициалы, дата

УТВЕРЖДЕНО

_____
наименование организации, должность,
фамилия, инициалы, дата

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ
на производство мониторинга деформаций
оснований фундаментов зданий (сооружений)

1 Исполнитель работы _____
наименование организации

2 Заказчик _____
наименование организации

3 Наименование объекта _____

4 Местоположение объекта (по административному делению) _____

_____

5 Этапы (периоды) строительства, эксплуатации _____

6 Данные о назначении и видах зданий (сооружений), характеристики их конструктивных особенностей и основных параметров (включая подземные части) _____

7 Сведения о типах, размерах и глубине заложения фундаментов _____

_____

8 Инженерно-геологические и гидрогеологические условия оснований фундаментов _____

9 Сведения о ранее выполненных работах по измерению деформаций _____

_____

10 Части зданий (сооружений), за которыми следует вести наблюдения _____

11 Результаты расчетных предельных допустимых значений по деформациям грунтов оснований и типам зданий и сооружений _____

_____

12 Требуемая точность геодезических измерений _____

13 Дополнительные указания _____

14 Приложения:
а) планы первого и нижележащих этажей фундаментов с указанием предполагаемых мест заложения деформационных марок;
б) разрезы зданий или сооружений (продольный, поперечный) с осевыми размерами и высотными отметками;
в) план размещения зданий, сооружений, инженерных коммуникаций на территории объекта (топографический, ситуационный, генплан)

Задание составил _____
наименование организации

_____
подпись, дата, фамилия, инициалы

Приложение В
(рекомендуемое)

Схемы расположения деформационных марок на зданиях и сооружениях

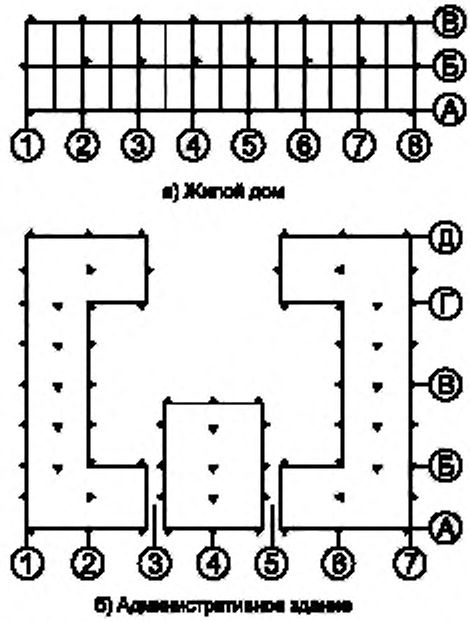

Рисунок В.1 — Схемы расположения деформационных марок

Приложение Г
(рекомендуемое)

Образец графического оформления результатов мониторинга деформаций оснований фундаментов

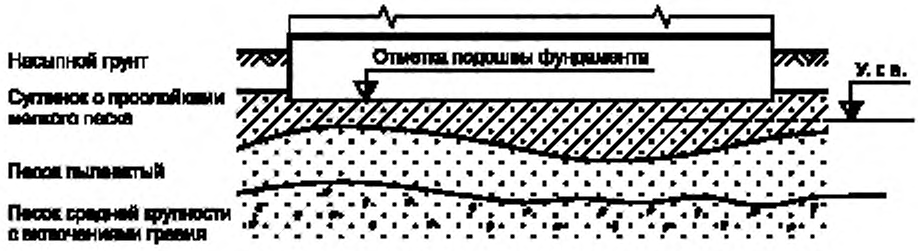

Рисунок Г.1 — Схема фундамента основания

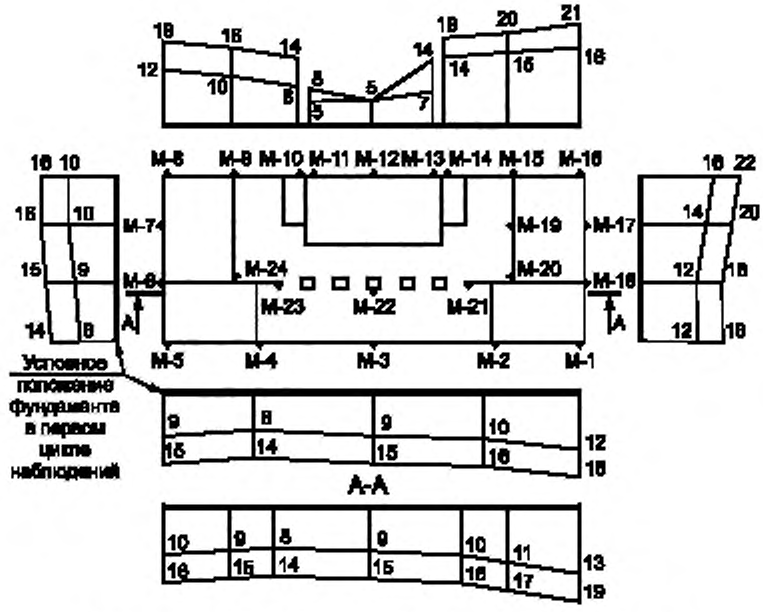

Рисунок Г.2 — План расположения марок и эпюры перемещений

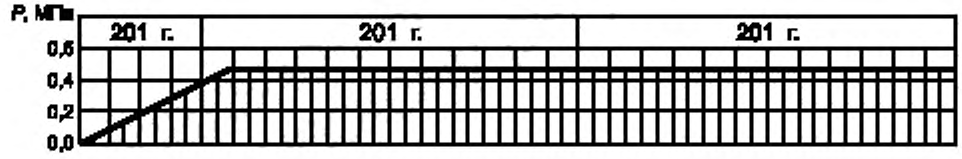

Рисунок Г.3 — График давления на основание фундамента

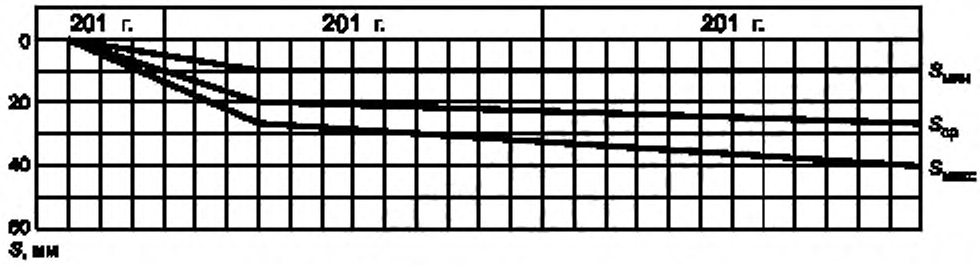

Рисунок Г.4 — График развития перемещений

УДК 624.131.4.001.4(083).74:006.354 МКС 93.020

Ключевые слова: грунты, основания, здания, сооружения, деформации, методы измерения

Редактор *О.В. Рябиничева*
Технические редакторы *В.Н. Прусакова, И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.Р. Ароян*
Компьютерная верстка *А.В. Софейчук*

Сдано в набор 05.09.2019. Подписано в печать 18.09.2019. Формат 60 × 84 $^{1}/_{8}$. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,35.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru