Федеральное государственное унитарное предприятие
«Научно-исследовательский центр «Строительство»

ФГУП «НИЦ «Строительство»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И УСТРОЙСТВО ОСНОВАНИЙ, ФУНДАМЕНТОВ И ПОДЗЕМНЫХ ЧАСТЕЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ И ЗДАНИЙ-КОМПЛЕКСОВ

МДС 50-1.2007

Москва
2007

gost.e-ecolog.ru

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Научно-исследовательский центр «Строительство»

ФГУП «НИЦ «Строительство»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И УСТРОЙСТВО ОСНОВАНИЙ, ФУНДАМЕНТОВ И ПОДЗЕМНЫХ ЧАСТЕЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ И ЗДАНИЙ-КОМПЛЕКСОВ

МДС 50-1.2007

Москва
2007

УДК 624.15(083.74)

Проектирование и устройство оснований, фундаментов и подземных частей многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов. МДС 50-1.2007/ФГУП «НИЦ Строительство». — М.: ФГУП ЦПП, 2007. — 15 с.

Разработан и внесен НИИОСП им. Н.М. Герсеванова — филиалом ФГУП «НИЦ «Строительство» и группой специалистов (академик РААСН, д-р техн. наук, проф. *В.А. Ильичев*, д-р техн. наук, проф. *В.П. Петрухин*, д-р техн. наук, проф. *В.И. Шейнин*, кандидаты техн. наук *Л.Г. Мариупольский, И.В. Колыбин, Д.Е. Разводовский, В.Г. Федоровский, С.Г. Безволев, С.В. Курило, В.В. Михеев, А.Л. Смилянский, О.А. Шулятьев,* гл. специалист *Б.Н. Астраханов*)

Рекомендован к принятию НТС НИИОСП им. Н.М. Герсеванова 8 сентября 2006 г.

Утвержден приказом и.о. генерального директора ФГУП «НИЦ «Строительство» от 15 марта 2007 г. № 32

Для специалистов широкого профиля в области строительства

Замечания и предложения следует направлять в НИИОСП им. Н.М. Герсеванова — филиал ФГУП «НИЦ «Строительство» (т/ф (495) 174-71-97; 174-79-13; e-mail: gost.e-ecolog.ru , gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru).

ISBN 5-9685-0053-0

© ФГУП «НИЦ «Строительство», 2007

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения 4

2 Требования к инженерно-геологическим изысканиям при проектировании высотных зданий и комплексов 4

3 Требования к проектированию оснований, фундаментов и подземных частей высотных зданий 7

4 Требования к устройству оснований, фундаментов и подземных частей высотных зданий 10

Приложение А. Геотехнические особенности высотных зданий, которые необходимо учитывать при проектировании и устройстве оснований, фундаментов и подземных частей, а также при выполнении инженерных изысканий 14

Приложение Б. Нормативные ссылки 15

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящий документ распространяется на проектирование и устройство оснований, фундаментов и подземных частей многофункциональных зданий и комплексов высотой более 75 м.

1.2 Основания, фундаменты и подземные части высотных зданий следует проектировать в соответствии с требованиями норм на проектирование оснований, фундаментов и подземных сооружений (СНиП 2.02.01, СНиП 2.02.03, МГСН 2.07, МГСН 4.19), норм на нагрузки и воздействия (СНиП 2.01.07), норм на бетонные и железобетонные конструкции (СНиП 2.03.01, СНиП 52-01) и «Общих положений к техническим требованиям по проектированию зданий высотой больше 75 м», нормативных документов, содержащих требования к материалам и правилам производства работ, а также в соответствии с СП 50-101, СП 50-102 и настоящим документом (перечень нормативных документов, на которые есть ссылки в тексте, приведен в приложении Б).

1.3 Строительство высотных зданий в районах проявлений опасных геологических и техногенных процессов (карстово-суффозионных, оползневых, активных разломов и др.) может осуществляться только на основании анализа материалов инженерно-геологических изысканий на площадке предполагаемого строительства с проведением экспертной геотехнической оценки территории и выбором типа фундаментов при участии Экспертно-консультативной комиссии по основаниям, фундаментам и подземным сооружениям при Правительстве Москвы, НИИОСП им. Н.М. Герсеванова, Мосгоргеотреста, а также институтов РАН соответствующего профиля.

1.4 Все высотные здания вне зависимости от сложности инженерно-геологических условий рекомендуется относить к геотехнической категории 3 (т.е. к категории наиболее сложных систем по МГСН 2.07).

1.5 При проектировании высотных зданий соответствующими специализированными организациями должны разрабатываться утверждаемые заказчиком технические условия, отражающие специфику проектирования, строительства и эксплуатации объекта.

Начиная с подготовительного этапа строительства необходимо осуществлять геотехническую экспертизу разрабатываемой документации по объекту, как это предусмотрено Правилами [24] и Регламентом [25].

1.5.1 На подготовительном этапе строительства объекта следует осуществлять экспертную оценку геотехнической сложности площадки строительства и потенциальной опасности его для окружающей городской застройки и геологической среды (на основании анализа архивных материалов Мосгоргеотреста и других организаций) и, при необходимости, разрабатывать рекомендации по корректировке месторасположения объекта.

1.5.2 В процессе подготовки градостроительное обоснование рассматривается организациями, указанными в Правилах [24] и Регламенте [25], согласовывается программа инженерных изысканий для разработки предпроектной (градостроительной) документации, а также проводится экспертиза технического отчета по инженерным изысканиям.

1.5.3 После утверждения градостроительного обоснования:

рассматривается и согласовывается программа инженерных изысканий для разработки проекта;

проводится оценка влияния строящегося объекта на окружающую застройку и геологическую среду;

составляются программы мониторинга и обследования окружающей застройки.

1.5.4 В процессе разработки проектов:

осуществляется экспертиза отчетов по инженерным изысканиям и по обследованию окружающей застройки;

рассматривается и согласовывается программа по мониторингу строительства;

осуществляется экспертиза проектной документации в части технических решений и проекта организации строительства (ПОС) оснований, фундаментов и подземных сооружений, проекта ограждения котлована на период строительства, а также разрабатываемых при необходимости проектов усиления инженерной защиты.

1.6 При инженерных изысканиях, проектировании и строительстве высотных зданий применительно к каждому зданию необходимо научно-техническое сопровождение со стороны специализированных научных организаций с составлением регламента всех отдельных видов работ и текущим контролем за его выполнением.

1.7 Для обеспечения безопасности высотных зданий рекомендуется в составе рабочей документации разрабатывать специальный раздел по натурным наблюдениям за основными несущими конструкциями, в том числе основаниями, фундаментами и элементами подземной части здания на период его строительства и эксплуатации.

2 ТРЕБОВАНИЯ К ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИМ ИЗЫСКАНИЯМ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ И КОМПЛЕКСОВ

2.1 Инженерно-геологические изыскания должны проводиться в соответствии с рекомен-

дациями СНиП 11-02, СП 11-105, МГСН 2.07, Инструкцией [26] и настоящим документом.

2.2 Результаты инженерно-геологических изысканий должны содержать данные, необходимые для обоснованного выбора типов и размеров фундаментов и габаритов несущих конструкций подземных частей здания с учетом прогноза изменений инженерно-геологических условий и возможного развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов (в период строительства и эксплуатации объекта), а также необходимые инженерно-геологические данные для оценки влияния строительства на окружающую застройку и геологическую среду.

2.3 Общую оценку инженерно-геологических условий площадки строительства и предварительный выбор типа фундаментов следует выполнять на основе изысканий на предпроектной стадии. На этой же стадии следует проводить оценку возможного проявления опасных геологических и инженерно-геологических процессов (карстово-суффозионных, оползневых и др.), при наличии которых строительство высотного здания на данной площадке не рекомендуется.

2.4 Возможность строительства высотных зданий и выбор типа фундаментов в районах проявления опасных геологических процессов и в районах со сложными инженерно-геологическими условиями следует рассматривать согласно указаниям п. 1.3 настоящего документа и решать с учетом геологического риска возможных потерь в соответствии с Рекомендациями [22]. При этом сложность инженерно-геологических условий должна оцениваться в соответствии с приложением Б к СП 11-105 по совокупности геологических и гидрогеологических факторов.

2.5 В техническом задании на инженерно-геологические изыскания, составляемом в соответствии с требованиями СНиП 11-02, необходимо указать конструктивные характеристики объекта, его геотехническую категорию (в соответствии с п. 1.4 категорию 3), а также привести, с одной стороны, характеристику ожидаемых воздействий объекта строительства на природную среду с указанием пределов этих воздействий в пространстве и во времени, а с другой стороны, — воздействий среды на объект в соответствии с требованиями СНиП 22-01.

Техническое задание, утверждаемое заказчиком, должно быть составлено организацией, проектирующей основания, фундаменты и подземные части здания, и согласовано организацией, выполняющей инженерные изыскания.

2.6 Программа инженерно-геологических изысканий должна составляться с участием специализированных организаций по геотехнике. При этом следует учитывать геотехнические особенности высотных зданий, изложенные в приложении А.

В программе инженерно-геологических изысканий на территории строительства следует предусматривать проходку следующих скважин:

разведочных с расстоянием между ними не более 50 м и не менее двух по противоположным углам выбранной площадки;

инженерно-геологических в количестве не менее пяти: по углам и в центре габаритов высотной части здания в плане при расстоянии между ними не более 20 м.

Число разведочных и инженерно-геологических скважин, расстояния между ними как в пределах высотной части здания, так и в пределах остальной площадки застройки назначают в зависимости от изученности и сложности геологических условий площадки с учетом размеров и назначения здания.

Размещение скважин в плане здания должно обеспечить оценку неоднородности напластований грунтов, а также учитывать конструктивные особенности здания и характер распределения нагрузок.

2.7 В составе изысканий следует предусматривать выполнение статического зондирования для уточнения инженерно-геологического строения основания между скважинами, выявления неоднородности грунтов, их прочностных и деформационных характеристик, а также оценки несущей способности свай. Число точек зондирования должно составлять не менее десяти, причем при выявлении значительной неоднородности и сложных грунтовых условий это число следует увеличивать.

2.8 В состав работ при изысканиях следует включать геофизические исследования для уточнения геологического строения массива грунтов между скважинами, в частности определения глубины залегания карстующихся пород, их трещиноватости и закарстованности, наличия и толщины прослоев слабых грунтов и водоупоров, направления и скорости движения подземных вод.

2.9 Для определения деформационных параметров грунтов необходимо предусматривать полевые испытания штампами в количестве не менее трех или прессиометрами в количестве не менее шести для каждого выделенного инженерно-геологического элемента. Программа полевых испытаний должна включать определение модулей общей и упругой деформации соответственно по ветвям нагружения и разгрузки графиков «осадка—нагрузка».

2.10 Лабораторные исследования грунтов должны моделировать работу грунта в основании здания в условиях изменяющегося напряженно-деформированного состояния. В частности, испытания грунта в компрессионных приборах и приборах трехосного сжатия необходимо проводить с учетом естественного напряженно-деформированного состояния грунтового массива и структурной прочности грунта в диапазоне действующих в основании здания напряжений и предусматривать реконсолидацию образцов грунта и учет истории нагружения объема грунта в натуре. Рекомендуется разрабатывать и применять современные способы отбора образцов, обеспечивающие сохранение естественного напряженного состояния образца при отборе и транспортировании.

Программа лабораторных испытаний должна включать определение модуля общей деформации грунта, характеристик упругой деформации (модуль упругости и коэффициент Пуассона), а также структурной прочности грунта на сжатие, определяемой по начальному перелому кривой сжатия согласно методике, описанной в ГОСТ 12248.

2.11 Глубину бурения разведочных и инженерно-геологических скважин, а также глубину зондирования и геофизических исследований следует определять с учетом предполагаемых габаритов здания и нагрузки на основание, а также предварительно выбранного типа фундаментов высотного здания. Минимальную глубину выработок следует назначать с учетом глубины котлована, расчетной глубины сжимаемой толщи основания и параметров свайных элементов фундамента.

2.12 В случаях когда активная зона массива при строительстве высотного здания и устройстве его подземной части и ограждающей конструкции достигает слоев переуплотненных и скальных грунтов и в расчетах должны учитываться их специфические физико-механические и фильтрационные характеристики, в программе изысканий должны предусматриваться соответствующие лабораторные и натурные испытания для определения этих характеристик.

2.13 При применении плитного фундамента глубина разведочных и инженерно-геологических скважин должна определяться с учетом глубины котлована $h_к$ и сжимаемой толщи $h_с$ и должна составлять не менее $1{,}5\ h_с + h_к$. При нагрузках P на плиту от 400 до 600 кПа глубина бурения должна быть ниже глубины заложения ее подошвы на величину не менее:

- при ширине плиты $b = 10$ м — (1,3—1,6) b — для квадратной плиты и (1,6—1,8) b — для прямоугольной с соотношением сторон $\eta = 2$;
- при ширине плиты $b = 20$ м — (1,0—1,2) b — для квадратной плиты и (1,2—1,4) b — для прямоугольной с соотношением сторон $\eta = 2$;
- при ширине плиты $b \geq 30$ м — (0,9—1,05) b — для квадратной плиты и (1,0—1,25) b — для прямоугольной с соотношением сторон $\eta = 2$.

Для промежуточных значений b, P и η или для значений этих величин, выходящих за указанные пределы, глубина выработок назначается по интерполяции и экстраполяции или непосредственно определяется по величинам $h_с$, $h_к$.

2.14 Для свайного фундамента и комбинированного свайно-плитного фундамента глубина инженерно-геологических выработок должна быть не менее чем на 5 м ниже проектируемой глубины заложения нижних концов свай при рядовом их расположении и нагрузках на куст свай до 3 МН и на 10 м ниже — при нагрузках на куст более 3 МН и свайных полях размером до 10×10 м. При свайных полях размером более 10×10 м и применении комбинированных свайно-плитных фундаментов глубина выработок должна превышать предполагаемое заглубление свай на величину не менее 15 м.

Для расчетов осадки свайного фундамента по схеме условного фундамента глубина разведочных выработок должна назначаться с учетом требований п. 2.11.

2.15 При наличии слоев специфических грунтов (техногенных грунтов, рыхлых песков, слабых глинистых, органоминеральных и органических грунтов) глубина выработок определяется с учетом необходимости их проходки и установления глубины залегания подстилающих грунтов и определения их характеристик.

В зонах возможного проявления карстово-суффозионных процессов необходимо пробурить не менее двух скважин и вскрыть толщу терригенно-карбонатных грунтов до глубин залегания незакарстованных и невыветрелых разностей карбонатных пород и слоев глин.

2.16 При расположении площадки строительства на наклонном элементе рельефа или вблизи его бровки горные выработки (точки зондирования) необходимо размещать как на самом склоне, так и в зонах, прилегающих к его бровке и подошве, с заглублением части выработок ниже зоны возможного активного развития оползня в несмещаемые породы не менее чем на 3—5 м. Буровые работы, полевые и лабораторные исследования грунтов, гидрогеологические и геофизические исследования должны быть направлены на выявление и изучение всех факторов, имеющих определяющее значение в оползневом процессе (динамика подземных вод, наличие слабых глинистых и суффозионно-неустойчивых песчаных грунтов и др.). Должны быть определены прочностные и

реологические характеристики грунтов, проведены прогнозные расчеты устойчивости склона, а в необходимых случаях организованы стационарные наблюдения.

2.17 При устройстве под высотным зданием развитой подземной части при составлении программы инженерно-геологических изысканий следует учитывать дополнительные требования, предъявляемые к изысканиям для подземных и заглубленных сооружений, содержащиеся в п. 4.5 Инструкции [26].

2.18 Учитывая значительные глубины сжимаемой толщи основания высотных зданий, допускается при специальном обосновании в программе изысканий часть полевых исследований грунтов (зондирование, испытания грунтов штампами) выполнять со дна котлована.

2.19 При применении свайных и комбинированных свайно-плитных фундаментов следует выполнять испытания свай статическими нагрузками в объеме, зависящем от их общего числа и неоднородности основания, но не менее трех испытаний свай на объект.

2.20 На площадке строительства высотного здания, как правило, следует выполнять опытные геотехнические работы, состав и объем которых определяются специальной программой, разрабатываемой при участии специализированной организации по геотехнике в процессе проектирования в зависимости от инженерно-геологических условий и принятой схемы устройства фундаментов.

2.21 При строительстве высотного здания вблизи существующей застройки необходимо выполнять инженерно-геологические изыскания и обследования состояния конструкций, оснований и фундаментов зданий и сооружений, попадающих в зону влияния высотного строительства, а также осуществлять прогноз изменений напряженно-деформированного состояния грунтового массива и гидрогеологического режима подземных вод.

2.22 Для территории расположения высотного здания необходимо предусматривать проведение мониторинга геологической среды, включая наблюдения за деформациями поверхности грунтов в пределах мульды оседания, наблюдения за уровнем грунтовых вод, за опасными геологическими и инженерно-геологическими процессами. Измерения осадок должны выполняться до их стабилизации, наступление которой оценивается по графикам зависимостей фактических осадок марок от времени с учетом их сравнения с результатами расчетного прогноза осадок.

2.23 Объем и состав изысканий, предусмотренных программой, могут уточняться в процессе их выполнения по согласованию с генеральным проектировщиком.

3 ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ОСНОВАНИЙ, ФУНДАМЕНТОВ И ПОДЗЕМНЫХ ЧАСТЕЙ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

3.1 Для высотных зданий, характеризующихся большими и неравномерными нагрузками на фундамент и основание, следует предусматривать использование следующих вариантов фундаментов:

плитные фундаменты повышенной жесткости (в том числе коробчатые с развитой подземной частью здания) на естественном или укрепленном основании;

свайные фундаменты (предпочтительно в виде глубоких опор);

комбинированные, в том числе свайно-плитные и плитно-анкерные фундаменты.

3.2 При проектировании высотных зданий предпочтительно использовать варианты компоновки и архитектурно-планировочные решения, обеспечивающие благоприятные условия взаимодействия здания с основанием, в том числе:

устройство подземных этажей, способствующее повышению жесткости заделки здания в основание и изменению в благоприятном отношении напряженно-деформированного состояния грунтов в основании, следствием чего является также уменьшение осадок и кренов сооружения. Решение об использовании подземного пространства следует принимать с учетом геотехнических факторов на основе технико-экономического анализа;

устройство вокруг высотной части здания надземных стилобатных сооружений или зданий с переменной этажностью, что повышает устойчивость сооружения в целом;

устройство разделительных стенок, заглубляемых в малодеформируемые слои основания с целью минимизации влияния строительства высотного здания на окружающую застройку;

устройство несущих стен и диафрагм жесткости подземных этажей;

использование архитектурно-планировочных схем, не вызывающих значительный конструктивный эксцентриситет нагрузки и неравномерность осадок.

3.3 Выбор варианта конструкции фундамента осуществляется на основании технико-экономического сравнения вариантов на стадии «Проект» и определяется конструктивно-планировочной схемой здания, характером напластований грунтов, их физико-механическими характеристиками, нагрузками, передаваемыми зданием на основание, взаимодействием строящегося здания с массивом грунта и с окружающей застройкой, особенностями организации и технологии строительства здания.

Применение конкретного типа фундамента при строительстве высотных зданий требует специального расчетного обоснования с учетом особенностей взаимодействия высотного сооружения с основанием, указанных в приложении А.

В свою очередь, при выборе конструктивной схемы верхнего строения и способа передачи нагрузки на фундаментную конструкцию следует учитывать особенности взаимодействия с основанием выбранного типа этой конструкции.

3.4 Расчетное обоснование вариантов фундаментов и подземной части высотного здания, определение основных параметров фундаментной конструкции, предварительный расчет осадок и их неравномерности, привязку к местным условиям, оценку общей устойчивости основания и т.п. допускается выполнять с использованием не учитывающих перераспределение нагрузок надфундаментной конструкции инженерных методик, изложенных в СНиП 2.02.01, МГСН 2.07, СНиП 2.02.03, Инструкции [21], СП 50-101 и СП 50-102.

3.5 Расчет системы «надфундаментные конструкции — фундамент — основание» следует выполнять с учетом последовательности и технологии возведения здания. С другой стороны, последовательность возведения различных частей комплекса следует назначать таким образом, чтобы минимизировать неблагоприятное взаимовлияние этих частей через грунтовый массив.

3.6 В расчетах оснований, фундаментов и подземных частей высотных зданий и сооружений следует учитывать неоднородность основания по глубине и в плане, а также неупругие деформации грунта и материалов подземных и надфундаментных конструкций с учетом указаний СНиП 2.02.01, СП 50-101, СНиП 2.03.01.

3.7 На стадии рабочего проектирования следует выполнять комплексные расчеты конструктивной схемы здания с учетом жесткости надфундаментной конструкции и взаимодействия конструкций наземной и подземной частей высотного сооружения, фундамента и основания. В этих расчетах рекомендуется учитывать геометрическую и физическую нелинейность, анизотропность, пластические и реологические свойства и температурные деформации грунтов и конструктивных материалов, развитие областей пластических деформаций в грунтовом массиве под фундаментом. Свойства грунтового основания в указанных расчетах рекомендуется учитывать с привлечением специализированных геотехнических программ.

3.8 Численные расчеты основания, фундаментов и подземных частей здания могут проводиться в плоской постановке для характерных сечений здания в тех случаях, когда возможна соответствующая схематизация расчетной модели. В сложных случаях (сложная геометрия конструктивного объема здания в плане и по высоте, значительные по величине внецентренные в плане нагрузки, существенная неоднородность строения и свойств грунтов основания и др.) расчеты рекомендуется выполнять в пространственной постановке.

3.9 Основания, фундаменты и подземные части высотных зданий следует рассчитывать по двум группам предельных состояний:

по первой группе — по прочности грунтов и несущей способности оснований и конструкций фундаментов и подземной части здания;

по второй группе — по деформациям (осадкам, кренам, прогибам, отклонениям центра тяжести здания от вертикали и т.п.) и по пригодности к нормальной эксплуатации.

3.10 При расчете оснований и фундаментов высотных зданий следует в соответствии с МГСН 4.19 принимать значения коэффициента надежности по ответственности здания равными:

1,1 — для зданий от 75 до 100 м;

1,15 — от 100 до 200 м;

1,2 — свыше 200 м.

При проектировании высотных сооружений высотой более 300 м допускается увеличение значения коэффициента надежности по ответственности выше указанной величины.

На коэффициент надежности по ответственности следует умножать «нагрузочный эффект» (ГОСТ 27751) — внутренние силы и перемещения конструкций и оснований, вызываемые нагрузками и воздействиями.

3.11 Здания высотой 100 м и более необходимо в соответствии с МГСН 4.19 рассчитывать на сейсмические воздействия.

Расчет фундаментов, оснований и подземных частей зданий должен выполняться на основное и особое сочетания нагрузок. При расчете на особое сочетание с учетом сейсмического воздействия значения расчетных нагрузок следует умножать на коэффициенты сочетаний, принимаемые по СНиП II-7.

3.12 Расчеты основания по несущей способности следует выполнять во всех случаях при проектировании высотных зданий в соответствии с методиками, изложенными в СП 50-101, СП 50-102, СНиП 2.02.01, СНиП 2.02.03, рассматривая основное сочетание расчетных значений нагрузок, а при наличии особых нагрузок и воздействий — основное и особое сочетания расчетных значений нагрузок.

3.13 Расчеты деформаций основания, возникающих при действии кратковременных нагрузок, рекомендуется выполнять, используя

данные о зависимости значений деформационных характеристик от времени приложения нагрузки. При отсутствии соответствующих данных расчеты деформаций рекомендуется выполнять по традиционной методике.

3.14 При расчете оснований, фундаментов и подземных частей высотных зданий на сочетание нагрузок, учитывающее действие динамической составляющей ветровой нагрузки, для ориентировочных оценок допускается определять крен фундаментов с учетом ветровой нагрузки, принимая ее величину в размере 50 % суммарного значения нормативных величин статической и динамической составляющих ветровой нагрузки.

3.15 Расчет оснований высотных зданий по предельным состояниям второй группы (по деформациям) следует проводить на основное сочетание нагрузок, при этом деформационные характеристики грунтов основания принимаются с коэффициентом условий работы $\gamma_c = 0{,}9$. Значения прочностных характеристик грунтов при расчетах высотных зданий по второй группе предельных состояний принимаются «с обеспеченностью» 0,95 согласно СНиП 2.02.03.

3.16 Расчет оснований по деформациям производится исходя из условия

$$S < S_u, \qquad (1)$$

где S — совместная деформация основания и сооружения, определяемая расчетом в соответствии с рекомендациями СП 50-101;

S_u — предельное значение совместной деформации основания и сооружения, устанавливаемое в соответствии с рекомендациями пп. 3.19—3.29 настоящего документа.

Совместная деформация основания и сооружения характеризуется:

- абсолютной осадкой (подъемом) основания S отдельного фундамента;
- средней осадкой основания сооружения S;
- относительной разностью осадок (подъемов) двух фундаментов $\Delta S/L$;
- креном фундамента (сооружения) i;
- относительным прогибом или выгибом f/L;
- кривизной изгибаемого участка сооружения ρ;
- относительным углом закручивания сооружения θ;
- горизонтальным перемещением фундамента (сооружения) u.

3.17 Предельные значения характеристик совместной деформации основания, фундамента и подземной части высотного здания рекомендуется устанавливать исходя из необходимости соблюдения:

технологических или архитектурных требований к деформации сооружения (изменение проектных уровней и положений сооружения в целом, отдельных его элементов и оборудования, включая требования к нормальной работе лифтов, специального оборудования, подъемных устройств элеваторов и т.п.) — $S_{u,s}$;

требований к прочности, устойчивости и трещиностойкости конструкций, включая общую устойчивость сооружения, — $S_{u,f}$.

3.18 Предельные значения совместной деформации основания, фундамента и подземной части высотного здания по технологическим или архитектурным требованиям $S_{u,s}$ должны устанавливаться исходя из конструктивных, функциональных и эксплуатационных особенностей высотного здания в соответствии с правилами технической эксплуатации оборудования или заданием на проектирование с учетом в необходимых случаях рихтовки оборудования и вертикального транспорта в процессе эксплуатации.

3.19 Проверка соблюдения условия $S < S_{u,s}$ производится в составе расчетов сооружения во взаимодействии с основанием после соответствующих расчетов конструкций сооружения по прочности, устойчивости и трещиностойкости.

3.20 Предельные значения совместной деформации основания и сооружения по условиям прочности, устойчивости и трещиностойкости конструкций $S_{u,f}$ должны устанавливаться при проектировании на основе расчета сооружения во взаимодействии с основанием.

3.21 Коэффициенты, входящие в регламентированные нормами СНиП 2.01.07, СНиП 2.02.01 предельные условия, при выборе и обосновании проектных решений высотных зданий могут уточняться в сторону увеличения с учетом особенностей инженерно-геологических условий и степени ответственности зданий.

3.22 Определение осадок и кренов плитных фундаментов на естественных основаниях рекомендуется выполнять методом послойного суммирования согласно СП 50-101.

3.23 При проектировании свайного фундамента рекомендуется выполнять расчет осадки группы свай согласно СП 50-102. Вес грунта в пределах объема условного фундамента не следует учитывать в качестве нагрузки.

3.24 К осадке свайного фундамента, рассчитанной по схеме условного фундамента (п. 3.22), следует добавлять осадку за счет нелинейных эффектов, возникающих вследствие концентрации напряжений вблизи концов свай.

3.25 Определение средней осадки свайного поля допустимо проводить для выделяемого

цилиндрического объема грунта, окружающего и подстилающего сваю, с расчетом по осесимметричной схеме нелинейных деформаций этого объема с использованием численных методов. Диаметр такой расчетной области определяется шагом свай, а глубина — толщиной сжимаемой толщи, получаемой методом послойного суммирования (см. п. 3.22). Граничные условия по поверхностям расчетной области определяются условиями равновесия системы при действии на сваю вертикальной средней нормативной нагрузки.

3.26 Расчет взаимодействия надземной части здания с основанием через плитный фундамент или через ростверк допускается выполнять по схеме, в которой распределение жесткости основания в плане задается распределением коэффициента жесткости по подошве фундамента. Определение значений переменного в плане коэффициента жесткости основания фундаментной плиты следует выполнять по рекомендациям СП 50-101. Значение коэффициента жесткости в фиксированной точке поверхности основания допускается определять без учета жесткости фундамента и верхнего строения как отношение давления под подошвой к осадке поверхности основания в указанной точке, вычисляемой с учетом всей системы нагрузок, приложенных к основанию по фактическому распределению свойств грунтов по вертикали, проходящей через эту точку. Для свайных полей допускается определять осадку по п. 3.24. В краевых зонах свайных групп (полей, кустов) рекомендуется определять осадки с учетом пространственной работы свайного основания и возникающих в нем краевых эффектов.

3.27 После окончания строительства высотного здания следует выполнить поверочные расчеты с учетом результатов мониторинга осадок при увеличении нагрузки на основание. Такие сравнения должны выполняться и в ходе строительства, а в случае, если деформации основания превысили прогнозируемые значения, следует оценить необходимость мероприятий по усилению основания.

3.28 При отсутствии или невыполнении мероприятий, исключающих возникновение и развитие неравномерных температурных деформаций, рекомендуется произвести поверочные расчеты на температурно-климатические воздействия.

3.29 Для фундаментов высотных зданий рекомендуется применять бетон класса не ниже В30.

3.30 Под плитные элементы фундаментов высотных зданий следует устраивать бетонную подготовку из бетона класса не ниже В10, толщину которой определяют в зависимости от инженерно-геологических условий, методов производства работ, но не менее 150 мм. При водонасыщенном глинистом основании бетон подготовки для таких сооружений рекомендуется укладывать на втрамбованную щебенистую подушку толщиной не менее 250 мм. Проектом фундаментов должно быть предусмотрено выполнение мероприятий по обеспечению плотного контакта между плитой ростверка и грунтом.

3.31 При разработке проектной документации на стадии «Проект» следует предусматривать выполнение опытных геотехнических работ, состав и объем которых определяются специальной программой, разрабатываемой с привлечением специализированных организаций по геотехнике и подвергаемой геотехнической экспертизе.

3.32 В зависимости от принятых в проекте конструкций и методов устройства фундаментов и подземных частей зданий в состав опытных геотехнических работ рекомендуется включать:

- испытания свай и отдельных фрагментов фундаментов статическими и динамическими нагрузками;
- отработку технологии устройства фундаментов, включая определение инструментальными методами уровня вибрационного воздействия процесса на здания окружающей застройки;
- исследования напряженного состояния грунтового массива в основании здания;
- опытные работы по водопонижению, закреплению, замораживанию грунтов.

3.33 В составе проектной документации (начиная с предпроектной стадии) следует разрабатывать специальный раздел, посвященный обследованию технического состояния зданий окружающей застройки и системе геотехнического мониторинга, руководствуясь рекомендациями, содержащимися в МГСН 2.07 [19], Инструкции [21].

4 ТРЕБОВАНИЯ К УСТРОЙСТВУ ОСНОВАНИЙ, ФУНДАМЕНТОВ И ПОДЗЕМНЫХ ЧАСТЕЙ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

4.1 В настоящем разделе приводятся основные указания по организации, технологии возведения и приемке работ по устройству оснований, фундаментов и подземных частей многофункциональных высотных зданий и комплексов с высотой надземной части более 75 м.

4.2 Надежность и экономичность устройства оснований и фундаментов высотных зданий и сооружений должны обеспечиваться за счет учета специфических природных, техногенных и

конструктивных особенностей высотного строительства и применения эффективных технологий производства работ.

4.3 До начала производства работ по устройству подземной части строящегося высотного здания заказчик должен оформить и передать подрядной строительной организации разрешение (ордер) на производство соответствующих строительно-монтажных работ.

4.4 К основным работам по строительству высотного объекта разрешается приступать только после отвода в натуре площадки для его возведения, создания разбивочной геодезической основы, устройства необходимых ограждений строительной площадки, выполнения вертикальной планировки, работ по водоотводу, устройству внутриплощадочных дорог и инженерных сетей и выполнения иных работ в соответствии с рекомендациями СНиП 12-01.

4.5 Геодезическая разбивочная основа для строительства высотного объекта включает построение разбивочной сети на строительной площадке и вынос в натуру основных или главных разбивочных осей сооружений в виде системы закрепленных знаками пунктов, определяющих положение здания на местности и обеспечивающих выполнение дальнейших построений и измерений в процессе строительства с необходимой точностью. При создании геодезической разбивочной основы и выполнении иных геодезических работ при строительстве объекта надлежит пользоваться указаниями СНиП 3.01.03.

4.6 Подготовка к строительству высотного объекта должна включать работы по организации режимных наблюдений (гидрологических, геодезических, маркшейдерских, мониторинга за состоянием как близрасположенных зданий и сооружений, так и самого возводимого объекта и т.п.) по специальным программам. Программы исследовательских работ, испытаний конструкций и элементов сооружений и режимных наблюдений должны разрабатываться заказчиком и генеральной проектной организацией одновременно с разработкой проектов организации строительства на стадии «Проект».

4.7 Осуществление строительно-монтажных работ по возведению высотных объектов без утвержденных ПОС и ППР, входящих в нулевой цикл, запрещается.

Не допускаются отступления от решений ПОС и ППР без согласования с организациями, разработавшими и утвердившими их.

4.8 ПОС на стадии работ нулевого цикла является обязательным документом в составе утверждаемой части проекта. В ПОС должны предусматриваться специальные мероприятия по обеспечению прочности и устойчивости возводимых и существующих зданий, сооружений и конструкций. При разработке ПОС следует учитывать материалы инженерных изысканий и режимных наблюдений на отведенной территории, специальные требования к строительству сложных подземных сооружений, входящих в состав возводимого комплекса, мероприятия по защите территории строительства от неблагоприятных природных явлений.

4.9 В состав ПОС высотного объекта включаются:

строительный генеральный план на период производства работ нулевого цикла с расположением как постоянных, так и временных зданий и сооружений, в частности — котлована возводимого объекта, путей транспортирования и мест складирования материалов, конструкций и оборудования, основных монтажных кранов и других строительных машин, инженерных сетей и мест подключения временных коммуникаций к действующим сетям для обеспечения стройплощадки электроэнергией, водой и т.п.;

организационно-технологические схемы, определяющие этапность возведения подземных и заглубленных конструкций, с указанием технологической последовательности работ нулевого цикла;

ведомость объемов основных строительных, монтажных и специальных работ, определенных проектно-сметной документацией, с выделением работ, относящихся к нулевому циклу (устройство оснований, фундаментов и подземной части здания);

указания об очередности, объемах и сроках проведения необходимых исследовательских работ, испытаний и режимных наблюдений для обеспечения качества и надежности возводимых зданий и сооружений.

Принятая последовательность (этапы производства) работ нулевого цикла должна быть соответствующим образом отражена в пояснительной записке к ПОС.

4.10 Учитывая, что принятые технология и последовательность выполнения работ по устройству подземного контура могут кардинальным образом влиять на действующие на сооружение нагрузки, в состав проектной документации на возведение высотных объектов на стадии рабочей документации следует включать технологический регламент на выполнение геотехнических строительных работ.

Технологический регламент разрабатывается организацией — автором проекта высотного сооружения с привлечением соответствующих специализированных организаций и содержит следующие разделы:

основные этапы производства работ нулевого цикла;

конструкция котлована и его ограждения;

указания по уплотнению грунтов основания, водопонижению, дренажу и другим работам в котловане;

требования по устройству применяемых конструкций свай, «стены в грунте», грунтовых анкеров и других специальных технологий;

требования к выполнению опытных и испытательных работ, конструкция испытательных стендов и т.п.

4.11 Устройство оснований, фундаментов и подземных частей высотных зданий должно осуществляться в строгом соответствии с ППР.

ППР нулевого цикла разрабатывается организацией-подрядчиком с привлечением при необходимости соответствующих проектных специализированных организаций на основе утвержденного проекта высотного сооружения, ПОС, технологического регламента на выполнение работ нулевого цикла, материалов инженерно-геологических изысканий и других исходных документов.

В составе ППР должны быть разработаны:

стройгенпланы на отдельные виды работ;

этапы производства работ (на базе указаний технологического регламента);

график движения и взаиморасположения строительных механизмов при выполнении отдельных видов работ;

конструкция опалубки, узлов крепления ограждения котлована и блоков бетонирования;

оснастка и специальные устройства для выполнения отдельных видов работ;

мероприятия по технике безопасности;

технологические карты на отдельные виды работ.

4.12 В случае устройства подземной части высотного здания открытым способом, т.е. в котловане, отрываемом с поверхности земли, следует принимать меры по недопущению перерыва между окончанием разработки котлована и устройством фундамента высотного здания более двух суток.

4.13 При работах по устройству фундаментов в открытых котлованах должны быть приняты меры по сохранению природной структуры грунтов основания, включающие, в частности:

защиту котлована от попадания поверхностных вод (за счет создания системы водоотвода из нагорных и водосборных канав, зумпфов, дренажей и т.п.);

исключение притока воды в котлован через его дно и борта путем устройства системы водопонижения с применением иглофильтровых установок либо водопонижающих скважин, оборудованных погружными насосами, а также устройства противофильтрационных экранов и завес (ПФЗ);

исключение динамических воздействий во время работы в котловане землеройных машин и другого строительного оборудования за счет защитного слоя грунта — недобора;

защиту грунта основания от промерзания и др.

4.14 До начала работ по устройству фундаментов надлежит убедиться в соответствии фактического напластования и свойств грунтов в основании котлована указанным в проекте. Грунты в основании, не соответствующие в природном залегании требуемым проектом плотности и водонепроницаемости, подлежат доуплотнению с помощью катков, тяжелых трамбовок и других уплотняющих средств.

4.15 В течение периода возведения подземной части здания при необходимости следует предусматривать мероприятия (температурные швы и т.п.), исключающие возникновение и развитие неравномерных температурных деформаций в конструкциях в строительный период.

4.16 Для крепления стен котлованов подземной части высотных зданий могут применяться шпунтовые стенки, стенки из дискретно расположенных свайных опор с забиркой, «стена в грунте», стенки из буросоприкасающихся, буросекущихся и завинчиваемых свай и др. Способы устройства и конструкции ограждения, обеспечивающего устойчивость бортов котлованов возводимого сооружения, выбираются в зависимости от их глубины и размеров, физико-механических характеристик грунтов, величины и характера нагрузки на бровке, технологического оборудования и экономических показателей.

4.17 При использовании буронабивных свай в качестве фундаментных опор высотных сооружений следует уделять особое внимание обеспечению качественной зачистки дна забоя скважины перед ее бетонированием и надежному опиранию сваи на расчетный несущий слой грунта. В случае проходки скважины в неустойчивых грунтах под глинистым раствором следует предусматривать мероприятия (например, закладку специальных инъекционных трубок) для дополнительной цементации пяты сваи для обеспечения качества контакта плиты с грунтом.

4.18 При устройстве многоэтажных подземных сооружений для высотных комплексов следует рассматривать возможность их возведения методом «сверху вниз». В этом случае отрывка грунта для устройства очередного подземного этажа производится малогабаритным землеройным оборудованием из-под предыдущего перекрытия. Наружные стены подземных этажей выполняются в виде «стены в грунте» и служат одновременно ограждением откапываемого котлована, а распорная система ограждения вклю-

чается в конструкцию перекрытия между подземными этажами. Выдача разработанного грунта на поверхность осуществляется через проемы, оставляемые в перекрытии.

Производство работ по методу «сверху вниз» разрешается только при условии согласования технической документации, в частности упомянутого технологического регламента (п. 4.10), с организацией, являющейся автором проекта работ нулевого цикла, и при наличии положительного заключения геотехнической экспертизы.

4.19 При выполнении работ нулевого цикла высотных объектов надлежит вести следующую техническую документацию:

общий журнал работ по форме, установленной СНиП 12-01;

специальные журналы по отдельным видам работ (например, по забивке свай, уплотнению грунта основания и т.п.);

журнал авторского надзора.

4.20 В процессе строительства следует постоянно составлять акты освидетельствования скрытых работ, промежуточной приемки ответственных конструкций, в частности на:

устройство основания под фундаменты, включая дно котлована;

погружение свай и шпунта;

стыкование свай;

бурение всех видов скважин;

погружение иглофильтров и всех видов инъекторов,

а также на иные виды работ в соответствии с требованиями СНиП 12-01; СНиП 3.02.01.

Приложение А

ГЕОТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ, КОТОРЫЕ НЕОБХОДИМО УЧИТЫВАТЬ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И УСТРОЙСТВЕ ОСНОВАНИЙ, ФУНДАМЕНТОВ И ПОДЗЕМНЫХ ЧАСТЕЙ, А ТАКЖЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ

Основная особенность взаимодействия высотных зданий с основаниями по сравнению с обычными сооружениями заключается в том, что к основанию прикладываются значительно большие по величине и более неравномерные по площади пятна застройки нагрузки, включая моментные. Это обстоятельство вызвано как значительными суммарными нагрузками на основание, так и тем, что высотные здания чаще всего проектируются по архитектурно-планировочным соображениям как сооружения башенного типа, в том числе переменной этажности в пределах пятна застройки. Удельное давление на основание под фундаментной конструкцией ряда возведенных и эксплуатируемых высотных зданий может достигать величин 500—600 кПа и более, что особенно опасно при заметном эксцентриситете приложения нагрузки.

Вторая геотехническая особенность высотных зданий, связанная с первой, и наиболее сильно влияющая на назначение состава и объема инженерных изысканий, состоит в том, что вследствие повышенных нагрузок на основание такие здания вовлекают в работу большие массивы грунтов, обладающие, как правило, существенной неоднородностью в плане и по глубине. При относительно глубоком залегании коренных пород значительные нагрузки часто приходится передавать на грунты четвертичных отложений, обладающие недостаточно высокими прочностными характеристиками и повышенной сжимаемостью. В таких условиях неравномерность передачи нагрузок, неоднородность напластования грунтов и повышенная их деформируемость при принятии недостаточно эффективных проектных решений могут привести к развитию чрезмерных осадок, прогибов, перегибов и кренов фундаментных частей зданий и, как следствие, к развитию выходящих за рамки нормативных требований усилий в конструкциях надземной и подземной частей здания, а также к недопустимому отклонению верха здания от вертикальной оси. Следует иметь в виду, что последнее обстоятельство приводит к смещению центра тяжести здания и дополнительному нелинейному увеличению моментных нагрузок на основание, что вызывает еще большее усиление неравномерности деформаций основания.

Третья геотехническая особенность высотных зданий состоит в существенно больших, чем для обычных сооружений, размерах зоны развития осадок вне пятна здания. Эта особенность вместе с увеличенными значениями напряжений в массиве грунта может приводить, в частности, к тому, что осадки высотных зданий стабилизируются относительно медленнее и достигают конечных значений за более длительные интервалы времени, чем для обычных зданий. Увеличение размеров зоны влияния следует также обязательно учитывать при проектировании сооружений, примыкающих к высотному зданию, и при разработке мероприятий по защите окружающей застройки.

Как и в общем случае, проектирование оснований, фундаментов и подземных частей высотных зданий основывается на фундаментальных инженерных представлениях о предельных состояниях грунтов основания и материала фундаментных конструкций по прочности, несущей способности и деформациям. Вместе с тем необходимо ввести существенное изменение в порядок определения допустимых значений параметров при расчетах по второй группе предельных состояний для грунтов основания. На основе многолетнего опыта наблюдений за осадками построенных и нормально эксплуатируемых зданий были назначены величины предельных деформаций и кренов для широкого класса обычных зданий и сооружений (СНиП 2.02.01 [2], СНиП 2.02.03 [3], МГСН 2.07 [19] и др.). Эти эмпирические величины не могут быть непосредственно использованы для расчетов высотных зданий и сооружений. С другой стороны, для прямого назначения аналогичных соответствующих величин для расчета оснований высотных зданий по второй группе предельных состояний имеющихся данных наблюдений в настоящее время невозможно в связи с недостаточностью данных наблюдений и индивидуальными особенностями проектируемых объектов.

Степень ответственности выбора проектных решений нулевого цикла при строительстве высотных зданий выше, чем для обычных сооружений, еще и потому, что исправление допущенных при проектировании геотехнических ошибок в процессе строительства для таких зданий значительно сложнее и дороже, чем в случае обычных зданий и сооружений, а в особо сложных условиях такие исправления могут оказаться невозможными.

Приложение Б

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем документе использованы ссылки на следующие нормативные документы:

1. СНиП 2.01.07-85*	Нагрузки и воздействия.
2. СНиП 2.02.01-83*	Основания зданий и сооружений.
3. СНиП 2.02.03-85	Свайные фундаменты.
4. СНиП 3.01.03-84	Геодезические работы в строительстве.
5. СНиП 3.02.01-87	Земляные сооружения, основания и фундаменты.
6. СНиП 11-02-96	Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.
7. СНиП 12-01-2004	Организация строительства.
8. СНиП 22-01-95	Геофизика опасных природных воздействий.
9. СНиП 22-02-2003	Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения.
10. СНиП 52-01-2003	Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения.
11. СНиП II-7-81*	Строительство в сейсмических районах.
12. СНиП 2.03.01-84*	Бетонные и железобетонные конструкции (справочно).
13. ГОСТ 12248—96	Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.
14. ГОСТ 27751—88	Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету.
15. СП 11-105-97	Инженерно-геологические изыскания для строительства. Части I—III.
16. СП 50-101-2004	Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений.
17. СП 50-102-2003	Проектирование и устройство свайных фундаментов.
18. МГСН 4.19-2005	Проектирование многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в г. Москве.
19. МГСН 2.07-01	Основания, фундаменты и подземные сооружения.

20. Рекомендации по проектированию и устройству оснований и фундаментов при возведении зданий вблизи существующих в условиях плотной застройки в Москве. — М., 1999.

21. Инструкция по проектированию и устройству свайных фундаментов зданий и сооружений. М.: Москомархитектура, 2001.

22. Рекомендации по оценке геологического риска на территории г. Москвы. / Под ред. А.Л. Рагозина. — М.: ГУП «НИАЦ», 2002.

23. Методика назначения объема инженерно-геологических изысканий в центре и серединной части г. Москвы. — М., 2000.

24. Правила подготовки и проведения земляных работ, обустройства и содержания строительных площадок в г. Москве. Приложение к Постановлению Правительства Москвы от 07.12.2004 № 2 857-ПП.

25. Правительство Москвы. Организационно-технологический регламент строительства объектов в стесненных условиях городской застройки. — М., 2002 .

26. Инструкция по инженерно-геологическим и геоэкологическим изысканиям в г. Москве. — М.: Москомархитектура, 2004.

27. Рекомендации по обследованию и мониторингу технического состояния эксплуатируемых зданий, расположенных вблизи нового строительства или реконструкции. — М.: ГУП «НИАЦ», 1998.

28. Руководство по проектированию свайных фундаментов. — М.: Стройиздат, 1980.

29. Общие положения к техническим требованиям по проектированию жилых зданий высотой больше 75 м. — М.: Москомархитектура, 2001.

30. Инструкция по проектированию зданий и сооружений в районах г. Москвы с проявлением карстово-суффозионных процессов. — М.: Мосгорисполком, 1984.

ФГУП «НИЦ «СТРОИТЕЛЬСТВО»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И УСТРОЙСТВО ОСНОВАНИЙ, ФУНДАМЕНТОВ И ПОДЗЕМНЫХ ЧАСТЕЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ И ЗДАНИЙ-КОМПЛЕКСОВ

МДС 50-1.2007

Нач. изд. отд. *Л.Н. Кузьмина*
Редактор *И.А. Рязанцева*
Технический редактор *Т.М. Борисова*
Корректор *В.В. Ковачевич*
Компьютерная верстка *Т.Н. Смородина*

Ответственная за выпуск *Л.Ф. Калинина*

Подписано в печать 26.03.2007. Формат 60×84 1/8.
Печать офсетная. Тираж 200 экз. Заказ № 512.

gost.e-ecolog.ru