

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ЦЕЛИ И СОСТАВ РАБОТ	5
2. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА	6
2.1. Основные требования	6
2.2. Контролируемые параметры	7
2.3. Предельные значения контролируемых параметров	7
2.4. Сроки проведения	8
2.5. Состав программы	9
2.6. Исходные данные для разработки программы мониторинга	10
2.7. Подготовительные работы для разработки программы	11
3. ВИДЫ МОНИТОРИНГА	13
3.1. Блок объектного мониторинга	13
3.1.1. Геодезические методы	13
3.1.2. Визуально-инструментальный метод	15
3.1.3. Тензометрический метод	16
3.1.4. Динамический метод	17
3.1.5. Геофизические методы	18
3.2. Гидрогеологический мониторинг	20
3.3. Геомеханический мониторинг	22
3.4. Экологический мониторинг	22
3.5. Расчетно-аналитический блок	26
4. ОТЧЕТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ	27
Примерный состав технического заключения по результатам геотехнического мониторинга	27
Вопросы для самоконтроля	29
Библиографический список	30

ВВЕДЕНИЕ

Система геотехнического мониторинга обеспечивает безопасное функционирование зданий и сооружений как в период их возведения, так и в ходе реконструкции и эксплуатации. В соответствии с требованиями СП 305.1325800.2017 и СП 22.13330.2016 *работы по геотехническому мониторингу, оформленные в виде программы, являются разделом утверждаемой части проектной документации.*

Данное учебно-методическое пособие служит для ознакомления обучающихся с целями, видами и составом геотехнического мониторинга. Помимо этого, приводится перечень нормативных документов, соблюдение которых необходимо при проведении таких видов работ.

1. ЦЕЛИ И СОСТАВ РАБОТ

В нормативных документах и технической литературе существуют различные определения геотехнического мониторинга. Все формулировки сводятся к тому, что *геотехнический мониторинг* — это комплекс работ, основанных на натуральных наблюдениях в период всего жизненного цикла объекта (начиная от строительства, заканчивая реконструкцией). Мониторинг проводится не только на объектах, за которыми необходимо наблюдение, но и за основаниями, в том числе грунтовыми, а также за зданиями и сооружениями, находящимися в зоне влияния нового строительства.

К основной задаче геотехнического мониторинга можно отнести обследование зданий, сооружений и коммуникаций с целью их безопасного строительства и эксплуатации. Вся информация о геотехническом мониторинге должна содержаться в проектной документации.

Помимо вышеперечисленных факторов, целью проведения геомониторинга также является обеспечение сохранности экологической обстановки рассматриваемого района.

Задачи, решаемые с помощью геотехнического мониторинга:

– регулярное фиксирование определенных показателей с целью выявления изменений контролируемых параметров строительных конструкций, зданий и сооружений в целом, а также геологической среды;

– выявление отклонений контролируемых параметров грунтов основания;

– анализ выявленных факторов для оценки и выбора методов по их устранению.

Возможно применение различных методов для получения этой информации:

– визуально-инструментальных (наблюдения за основными процессами, которые могут происходить в основаниях и зданиях. Фиксация дефектов ведется с применением маяков или аналогичных устройств, фотофиксации и другого оборудования);

– геодезических (фиксация перемещения марок и др.) с применением нивелиров, теодолитов, тахеометров, сканеров (в том числе оптических, электронных, лазерных и др.) и навигационных спутниковых систем;

– тензометрических — данный метод помогает определить перемещения и усилия в конструкциях. Все работы ведутся в автоматическом режиме. В тензометрическом методе применяется комплекс датчиков для мониторинга усилий и деформаций;

– виброметрических — они служат для определения уровня вибрации в грунте и конструкциях. Их применение помогает определить параметры изменения колебаний: виброперемещений, виброскоростей, виброускорений;

– геофизических (электромагнитных, сейсмических и др.).

Для нового строительства или в период реконструкции зданий и сооружений проводится геотехнический мониторинг:

1) оснований, фундаментов и конструкций зданий и сооружений:

– уникальных вновь возводимых или реконструируемых;

– вновь возводимых зданий I уровня ответственности, при высоте более 75 м;

- вновь возводимых зданий I и II уровней ответственности, при высоте менее 75 м при их размещении на площадках с III категорией сложности инженерно-геологических условий;
- реконструируемых зданий I и II уровней ответственности;
- 2) ограждающих конструкций котлованов, имеющих:
 - глубину котлована более 5 м и размещение сооружений на застроенных территориях при II или III категориях сложности инженерно-геологических условий;
 - глубине котлована более 10 м;
- 3) массива грунта, окружающего подземную часть сооружения, расположенного на застроенной территории, при:
 - глубине котлована более 5 м при размещении сооружения на площадках с II или III категориями сложности инженерно-геологических условий;
 - глубине котлована более 10 м.

Геомониторинг в обязательном порядке проводится для зданий и сооружений I и II уровней ответственности и для коммуникаций, попадающих в зону влияния (ЗВ).

Состав работ по геотехническому мониторингу можно разделить на 5 блоков:

1. Объектный мониторинг.
2. Гидрогеологический мониторинг.
3. Геомеханический мониторинг.
4. Экологический мониторинг.
5. Расчетно-аналитический блок.

Более подробно состав геотехнического мониторинга будет рассмотрен в следующих разделах.

Составы работ по геотехническому мониторингу должны быть взаимосвязаны между собой. Поэтому в обязательном порядке разрабатывается программа геотехнического мониторинга.

2. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Программа геомониторинга разрабатывается на стадии проектирования. В случае необходимости в период строительства в рабочую документацию могут быть внесены корректировки. Проект и состав геотехнического мониторинга должны разрабатываться с привлечением специальных организаций.

2.1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

В программе геотехнического мониторинга должны быть отражены все основные моменты: состав, объем работ, периодичность мониторинга. Важно также учитывать конструктивные решения самого объекта и последовательность выполнения строительно-монтажных работ.

Геотехнический мониторинг в каждом рассматриваемом случае является уникальным и не может быть стандартным для всех объектов. Это происходит из-за того, что любой объект по своей сути оригинален. Программа работ по мониторингу должна включать информацию о наличии специфических грунтов, подрабатываемых территорий, вечномерзлых грунтов, сейсмичности районов и инженерно-геологических условий в целом. В СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений сформулированы требования к программе мониторинга.

Требования к составу мониторинга:

- фиксация опасных и характерных участков обследуемых зданий и грунтов основания;
- применяемые методы должны содержать достаточную точность измерений для обеспечения достоверных результатов в рамках мониторинга;
- все наблюдения и измерения должны согласовываться между собой, выполняться последовательно, в случае необходимости параллельно;
- наблюдения и обследования выполняются в соответствии с периодичностью, которая должна быть определена на этапе проектирования; интенсивность и длительность наблюдений могут меняться при проявлении негативных процессов или для более детального анализа;

– для подтверждения данных в обязательном порядке создается математическая компьютерная модель системы основание — здание — окружающая застройка. В современной практике строительства с применением специальных программных комплексов проводят определение зоны влияния нового строительства. ЗВ находят для зданий и сооружений, а также коммуникаций, попадающих в нее. В дальнейшем их нужно обследовать для оценки технического состояния.

2.2. КОНТРОЛИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

К контролируемым параметрам относятся:

- осадки фундаментов;
- относительная разность осадок;
- крен;
- напряжения под фундаментами;
- послойные осадки грунтов основания;
- напряжения в основании под нижним концом сваи и в стволе свай;
- усилия в грунтовых анкерах;
- напряжения в конструкциях подземной части (фундаменты, колонны, перекрытия);
- уровень подземных вод;
- поровое давление и др.

Выбор контролируемых параметров производится для каждого конкретного случая.

Перечень контролируемых параметров может расширяться.

Проведение мониторинга для ограждения котлована помогает определить такие параметры, как:

- горизонтальные перемещения верха ограждающей конструкции;
- горизонтальные перемещения ограждающей конструкции по высоте;
- напряжения в стальных распорках, в тросах анкерных устройств, в арматуре и бетоне ограждающих конструкций, перекрытий при разработке котлована под их защитой;
- температура и глубина промерзания грунтов;
- уровень подземных вод за пределами ограждения.

Геотехнический мониторинг массива грунта, окружающего вновь возводимые и реконструируемые сооружения, проводится по следующим контролируемым параметрам:

- вертикальные и горизонтальные перемещения поверхностных грунтовых марок;
- уровень подземных вод, вертикальные и горизонтальные перемещения массива грунта по глубине;
- температура и химический состав подземных вод.

Контролируемые параметры зданий, сооружений и коммуникаций, находящихся в зоне влияния:

- дополнительные осадки фундаментов и их относительная разность;
- деформации конструкций, в том числе ширина раскрытий и глубина образования трещин;
- дополнительный крен;
- горизонтальные перемещения конструкций и фундаментов;
- уровень вибрации существующих конструкций.

Определение контролируемых параметров должно проводиться с учетом глубины котлована (при наличии) и технического состояния изучаемого объекта.

2.3. ПРЕДЕЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ

Пределные значения контролируемых параметров задает проектная организация. Все параметры назначаются в ходе проведения расчетов здание — фундамент — грунт. При их назначении должны приниматься во внимание архитектурные и технологические требования. В случае отсутствия расчетов контролируемые параметры назначают исходя из нормативных документов.

В случае реконструкции контролируемые параметры назначаются при разработке проекта реконструкции. В проекте реконструкции учитывается категория технического состояния объекта и конструктивная схема.

Предельные значения для проведения геотехнического мониторинга ограждения котлована, массива грунта и подземных коммуникаций должны задаваться проектной организацией с применением дополнительных расчетных аналитических и численных методов с использованием компьютерного моделирования.

2.4. СРОКИ ПРОВЕДЕНИЯ

Сроки геотехнического мониторинга и состав работ должны назначаться в зависимости от продолжительности строительства или реконструкции. Важно учитывать наличие подземных частей здания и коммуникаций.

Если после окончания мониторинга контролируемые параметры не стабилизировались, то увеличивают его сроки проведения.

В случае превышения предельных значений или при выявлении возможности недопустимых отклонений проводят уточнение периодичности циклов мониторинга. В табл. 1 даны рекомендации по срокам проведения геотехнического мониторинга.

Таблица 1

Рекомендации по выбору сроков проведения геотехнического мониторинга

Объемы, сроки, периодичность и методы		Геотехнический мониторинг вновь возводимых (реконструируемых) сооружений			
		Основания, фундаменты, конструкции	Ограждающие конструкции котлована	Массив грунта, окружающего сооружение	Сооружения окружающей застройки
1	Контролируемые параметры	См. табл. Л1 и Л2 приложения Л	См. табл. Л3 приложения Л	См. табл. Л4 приложения Л	См. табл. Л3 и Л6 приложения Л
2	Сроки выполнения работ	С начала строительства и не менее одного года после его завершения	С начала экскавации грунта в котловане и до завершения возведения подземной части сооружения	До начала строительства и не менее одного года после его завершения	До начала строительства и не менее одного года после его завершения
3	Периодичность фиксации контролируемых параметров	После возведения каждого 3–5-го этажа, но не реже одного раза в месяц	Не реже двух раз в месяц	Не реже одного раза в месяц на этапе устройства подземной части сооружения	Не реже одного раза в месяц
4	Методы	Зависят от объемов контролируемых параметров			

Примечания:

1. При отсутствии стабилизации контролируемых параметров сроки мониторинга продлевают.
2. В случае проведения геотехнического мониторинга в период строительства периодичность проведения геомониторинга и фиксации контролируемых параметров производится в соответствии с графиком строительно-монтажных работ. Если в период строительства выявлены превышения параметров, периодичность фиксации увеличивается.
3. Геотехнический мониторинг для уникальных вновь возводимых объектов и для исторической застройки ведется не менее двух лет после завершения строительства.
4. Фиксацию контролируемых параметров при геотехническом мониторинге ограждающей конструкции котлована глубиной более 10 м при III категории сложности инженерно-геологических условий, а также при превышении контролируемыми параметрами расчетных значений необходимо выполнять не реже трех-четырех раз в месяц.

5. Мониторинг массива грунта, окружающего объект строительства или реконструкции, ведется после устройства подземной части и при стабилизации изменений ведется один раз в 3 месяца.

6. Уровень колебаний в обязательном порядке необходимо измерять при наличии вибрационных и динамических воздействий.

7. В случае изменения контролируемых параметров строительных конструкций их фиксация должна проводиться по результатам периодических визуально-инструментальных обследований.

8. Геотехнический мониторинг проводят в соответствии с требованиями нормативной документации.

9. Геотехнический мониторинг вновь возводимых или реконструируемых сооружений на участках с опасными инженерно-геологическими процессами проводят в течение всего периода строительства и эксплуатации сооружений. Срок геотехнического мониторинга в таких условиях должен составлять не менее пяти лет после завершения строительства.

2.5. СОСТАВ ПРОГРАММЫ

Согласно СП 22.13330 в программе геотехнического мониторинга указываются следующие характеристики:

1. Основные характеристики объекта: уровень ответственности, конструктивные и технические решения, особенности сооружения и характеристики фундамента.

2. Проектные решения, содержащие основное взаимодействие сооружений и конструкций, учет временных сооружений.

3. Инженерно-геологические условия площадки и наличие подземных вод.

4. Сведения об окружающей застройке: здания, сооружения, коммуникации.

5. Выбор контролируемых параметров.

6. Подбор оптимальных методов фиксации, описанных выше.

7. В зависимости от выбранных контролируемых параметров определяют сроки и периодичность наблюдений.

8. Состав и основные требования к отчетной документации, в которой должны содержаться результаты мониторинга и мероприятия в случае выявления негативных процессов.

В основе определения технического состояния конструкций лежит обеспечение надежности объектов по ГОСТ 27751.

Разделяют два основных предельных состояния — первое и второе.

К *первому предельному состоянию* относят полную утрату эксплуатационных свойств. В случае их проявления объект разрушается, возможно опрокидывание и потеря устойчивости. Для минимизации проявления негативных факторов проектировщиками вводятся различные коэффициенты запаса. Это делается потому, что существует вероятность неблагоприятных обстоятельств, не учтенных в первоначальном проекте.

Второе предельное состояние обуславливается сохранением несущей способности, когда затруднена нормальная эксплуатация. Например, прогибы конструкций, сверхнормативные значения которых могут привести к нарушению работы оборудования или конструкций.

Проектирование ведется с учетом всех нормативных значений, пониженных для нагрузок и повышенных для прочностных характеристик материалов.

В последнее время все чаще для определения критериев технического состояния конструкций применяют цветовую шкалу. Применение такого «светофора» помогает наглядно изобразить наиболее опасные характеристики и участки, на которые необходимо обратить внимание в первую очередь.

С применением «светофора» становится также проще сформулировать заключение по мониторингу для объекта мониторинга и для коммуникаций.

Для цветовой градации используются три цвета: зеленый, желтый и красный. В качестве характеристик, которые можно «окрасить» могут быть перемещения, колебания и другие численные факторы.

Для удобства и наглядности распишем цветовую градацию согласно табл. 2.

Цветовая градация для определения характеристик

Цвет	Параметры
Зеленый	В рамках мониторинга все значения не превышают сверхнормативных и не требуются дополнительные мероприятия для снижения воздействий. Здание или сооружение может нормально эксплуатироваться. Объект находится в работоспособном состоянии
Желтый	Контролируемые параметры превышают нормативные значения, но не сильно (примерно до 20 %). Эти параметры предупреждают о возможном приближении аварийных ситуаций. Требуется введение дополнительных мероприятий для исправления данных показателей. С помощью мероприятий необходимо добиться улучшения показателей до «зеленого» уровня. Происходит переход объекта в ограниченно-работоспособное состояние
Красный	Контролируемые параметры сильно превышают нормативные значения, указанные в СП и другой документации. При их проявлении невозможно производить дальнейшую эксплуатацию и требуется проведение срочных мероприятий по устранению и исправлению контролируемых параметров. Объект в аварийном состоянии

При использовании методики типа «светофор» важно руководствоваться предельными состояниями. Они позволяют обеспечить дополнительные меры безопасности.

Не во всех случаях программа мониторинга является обязательной. Но если инженерно-геологические условия площадки относятся к III категории, а объект к I уровню ответственности, то проведение мониторинга является обязательным.

Как говорилось ранее, проведение любого геомониторинга должно выполняться в соответствии со специальным заданием. В процессе мониторинга обязательно ведение журнала для отображения мест установки марок, скважин, датчиков и т.д. Любое оборудование, используемое при проведении мониторинга, должно быть поверено для проведения наблюдений с необходимой точностью. В журнале также отображаются сведения о конструкциях, подлежащих наблюдениям. После анализа наблюдений по полученным характеристикам определяются меры по дальнейшему обследованию или окончанию данных видов работ.

С учетом вышесказанного, следует, что для разработки программы и организации мониторинга необходимо иметь определенные исходные данные, состав которых приводится далее.

2.6. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММЫ МОНИТОРИНГА

В качестве исходных данных для определения состава работ по геотехническому мониторингу должны включаться:

- 1) результаты инженерно-геологических изысканий;
- 2) отчет по экологической экспертизе (при необходимости);
- 3) геодезические параметры участка;
- 4) проектные решения по нулевому циклу;
- 5) результаты по проведенным мониторингам самого сооружения, а также входящих в ЗВ объекта строительства;
- 6) прогнозный расчет по определению влияния проведения земляных и строительно-монтажных работ на прочность, устойчивость зданий окружающей застройки и сохранность их конструкций;
- 7) инженерно-технические и технологические решения, осуществление которых обеспечивает прочность и устойчивость зданий и сооружений в зоне влияния строительства;
- 8) проект организации строительства (ПОС);
- 9) проект производства работ (ППР);
- 10) перечень других возводимых одновременно с основным объектом подземных и надземных сооружений, попадающих в ЗВ;
- 11) перечень других предполагаемых к разработке видов мониторинга в дополнение к основному.

2.7. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММЫ

Программа геотехнического мониторинга должна составляться организацией, которая в дальнейшем будет его проводить. Если мониторинг входит в состав научно-технического сопровождения, то программа составляется организацией, осуществляющей это сопровождение.

Программа мониторинга составляется на стадии проектирования с учетом параметров сооружения, уровня ответственности и особенностей площадки строительства. В программе в обязательном порядке приводится перечень контролируемых параметров, особенности строительства и технологические особенности. При необходимости дополнительной точности измерений в программе указывается и обосновывается точность.

Перед началом определения работ по геотехническому мониторингу проводится полный анализ исходных данных. После проведенного анализа определяется метод мониторинга и контролируемые параметры. При проведении анализа материалов по результатам геотехнического мониторинга объектов, находящихся в зоне влияния нового строительства, назначают их категории технического состояния. Данная категория назначается по СП 22.1330 для дальнейшего определения сверхнормативных деформаций согласно табл. 3.

Таблица 3

Категории технического состояния существующих сооружений

Категория технического состояния	Характеристика состояния сооружения
I — нормальное	Сооружение нормально эксплуатируется, нет надобности в проведении дополнительных мероприятий. Необходимость ремонтных работ отсутствует
II — удовлетворительное	Все характеристики I группы предельных состояний находятся в пределах нормы, а II группы — нарушены. Но условия эксплуатации нормальные. Существуют локальные повреждения, которые могут быть устранены с помощью текущего ремонта. Усиление конструкций не требуется
III — неудовлетворительное	Контролируемые параметры превышают нормативные значения. Существует опасность обрушения и угроза жизни. Требуется усиление и восстановление несущей способности поврежденных конструкций
IV — предаварийное или аварийное	Очень сильные повреждения несущих конструкций и объекта в целом. Конструкции непригодны к дальнейшей эксплуатации

Примечания:

I — категория технического состояния устанавливается по результатам технического обследования строительных конструкций сооружения, в том числе фундаментов, включая исследования грунтов основания, подстилающих фундаменты;

II — при соответствующем обосновании категория технического состояния реконструируемого сооружения или сооружения, расположенного в зоне влияния нового строительства или реконструкции, может быть повышена, если проектом реконструкции или проектом защитных мероприятий (для окружающей застройки) предусмотрено выполнение работ по усилению фундаментов и надземной части сооружения, связанных, в том числе, с увеличением его жесткости;

III — категория технического состояния одноэтажных и многоэтажных зданий исторической застройки или памятников истории, архитектуры и культуры с несущими стенами из кирпичной кладки без армирования не может быть установлена (повышена) выше категории II — удовлетворительная. К исторической застройке относятся здания с указанной конструктивной схемой при сроке их эксплуатации более 100 лет;

IV — результаты технического обследования сооружений допускается использовать при сроке давности выполнения технического обследования, не превышающем три года для сооружений со следующими категориями технического состояния: I — нормальное и II — удовлетворительное, и не превышающем полтора года для сооружений со следующими категориями технического состояния: III — неудовлетворительное и IV — предаварийное или аварийное.

Для сравнения полученных данных контролируемые параметры сравниваются с предельно допустимыми, которые определены в нормативных документах. К основным параметрам, которые можно сравнить с нормативными, относят: осадки, относительная разность осадок, относительные горизонтальные деформации растяжения или сжатия, кривизна либо радиус кривизны. В случае отсутствия информации, полученной в ходе обследований инженерных коммуникаций, ее можно запросить у эксплуатирующей организации.

Определение зоны влияния нового строительства проводится двухстадийно. На первоначальном этапе проводится определение зоны влияния с помощью СП 22.13330.2016.

В данном нормативном документе указана зона влияния нового строительства, которая зависит от глубины котлована и используемого ограждения котлована:

$5H_k$ — при использовании ограждения котлована с креплением анкерными конструкциями, но не более $2L$, где H_k — глубина котлована; L — суммарная длина горизонтальной проекции тела анкера и его тяги, м;

$4H_k$ — при использовании ограждения из стальных элементов (труб, двутавров и т.п.) с консольным креплением либо креплением стальными распорками или подкосами, а также при устройстве котлована в естественных откосах;

$3H_k$ — при использовании монолитной или сборно-монолитной железобетонной конструкции ограждения котлована (по технологии «стена в грунте», буронабивных секущихся свай и т.п.) с консольным креплением либо креплением стальными распорками или подкосами, а также при использовании ограждения из стальных элементов (труб, двутавров и т.п.) и экскавации грунта в котловане под защитой монолитных железобетонных перекрытий;

$2H_k$ — при использовании монолитной или сборно-монолитной железобетонной конструкции ограждения котлована (по технологии «стена в грунте», буронабивных секущихся свай и т.п.) и экскавации грунта в котловане под защитой монолитных железобетонных перекрытий.

Зона влияния нового строительства, определяемая по СП, называется предварительной. Ее определение необходимо, так как после проведенного расчета коммуникации объекты, попадающие в эту зону, необходимо обследовать для установления категории технического состояния зданий и сооружений.

После проведенных обследований и составления отчета переходят ко второму этапу. На нем происходит моделирование зоны влияния с помощью специальных компьютерных программ, основанных на методах конечных элементов (МКЭ). В настоящее время к таким программам можно отнести Midas, Plaxis, ZSoil и др. Данный этап проводят для более точного определения ЗВ.

Разработка модели может вестись как в плоской 2D-постановке, так и в трехмерной 3D-постановке.

Построение плоской модели — более простой способ, и чаще применяют именно его. Он менее затратный по времени и для большинства объектов достаточен. Трехмерное моделирование дает более точные результаты, которые необходимы для сложных и уникальных объектов. При построении трехмерного моделирования требуется более высокая квалификация проектировщиков и зачастую, большее количество исходных данных.

В нормативных документах также существуют требования к выбору *математической модели*. Все условия сводятся к габаритам строящегося объекта. Если отношение $L/b > 10$, выбирается плоское моделирование, а при $L/b < 10$ — пространственное, где L и b — длина и ширина здания соответственно.

Расчет в любом программном комплексе начинается с выбора модели грунта. В среднем их порядка 15, и от правильности назначения в дальнейшем будет зависеть точность проведенных расчетов.

При расчете задач по разгрузке-загрузке наиболее применима модель грунта Hardening Soil. Такую модель грунта еще называют упругопластической с упрочнением грунта. Для ее применения необходимо большее количество исходных данных, по сравнению с моделью Мора — Кулона. Но применение упругопластической модели хорошо подходит для корректного определения НДС грунта при откопке котлована.

Применение математического моделирования для определения напряженно-деформированного состояния позволяет не только определить места установки датчиков, но и дает возможность просмотреть поведение системы — определить отклонения и сравнить данные с нормативными.

Расчеты позволяют выявлять причины отклонений напряженно-деформированного состояния от проектных и определять скорость их изменения.

Надо иметь в виду, что предварительная зона влияния в процессе расчетов может измениться как в большую, так и в меньшую сторону. ЗВ может корректироваться на основании опыта проектирования при наличии сложных инженерно-геологических условий.

Если подземная часть здания частично или полностью перекрывается фильтрационными потоками, требуется проведение гидрогеологического прогноза. В этом случае при моделировании применяются другие типы грунтов для учета данной специфики.

3. ВИДЫ МОНИТОРИНГА

Методы, используемые при выполнении геотехнического мониторинга, указаны в разделе «Основные требования к программе, состав и исходные данные, необходимые для ее составления» настоящего пособия. При этом для фиксации изменений контролируемых параметров допускается использовать и другие методы, в том числе косвенные, которые позволяют получить достоверные результаты наблюдений.

Ниже рассматриваются существующие методики проведения геотехнического мониторинга и разделение их на блоки.

3.1. БЛОК ОБЪЕКТНОГО МОНИТОРИНГА

Основной блок мониторинга. Он выполняется для оценки технического состояния подземных и надземных конструкций. Объектный мониторинг проводится как для строящегося объекта, так и для сооружений, находящихся в зоне влияния нового строительства. В этом блоке используются все методы геомониторинга, описанные ранее.

3.1.1. Геодезические методы

Использование геодезических методов позволяет определить участки зданий, имеющие наибольшие вертикальные и (или) горизонтальные деформации, а также измерить ряд параметров, которые дают возможность провести анализ развития возможных негативных процессов во времени.

К этим параметрам относятся:

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

При проведении геодезического мониторинга важно соблюдать определенную последовательность.

Этап 1. Анализ исходных и архивных данных (при наличии).

Этап 2. Разработка раздела программы геотехнического мониторинга.

Этап 3. Рекогносцировка местности, то есть детальное обследование местности для специальных видов работ. Намечают места расположения и установки опорных геодезических знаков высотной и плановой основы вне зоны возможных деформаций. Устанавливают деформационные марки на объекте, зданиях и сооружениях прилегающей застройки, в поверхностных конструкциях инженерных коммуникаций, проходных и полупроходных коллекторах. Выполняют высотную и плановую привязку установленных опорных геодезических знаков и проводят нулевой цикл измерений положения контролируемых деформационных марок. Проводят с определенной периодичностью геодезические измерения вертикальных и го-

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru