

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

---

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства»

М.В. Аriskин

**КУРС ЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ:**  
**ОСНОВЫ МОНИТОРИНГА ЗДАНИЙ ПРИ ОПАСНЫХ  
ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ**

Пенза 2017

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	3
1. Стихийные бедствия. ....	11
2. Общие правила проведения обследования и мониторинга технического состояния зданий и сооружений .....	36
3. Мониторинг технического состояния зданий и сооружений. Основные положения .....	39
4. Общий мониторинг технического состояния зданий и сооружений	41
5. Мониторинг технического состояния зданий и сооружений, находящихся в ограниченно работоспособном или аварийном состоянии	42
6. Мониторинг технического состояния зданий и сооружений, попадающих в зону влияния нового строительства, реконструкции или природно-техногенных воздействий .....	43
7. Мониторинг технического состояния уникальных зданий и сооружений .....	49
8. Общие требования к проектированию и разработке автоматизированных стационарных систем мониторинга технического состояния зданий (сооружений) .....	52
9. Требования к мониторингу общей безопасности объектов (с комплексной оценкой риска от аварийных воздействий природного и техногенного характера) .....	54
10. Геотехнический мониторинг зданий и сооружений (включая геодезический мониторинг) .....	57
11. Организация мониторинга зданий и сооружений в ГОРОДАХ .....	61
12. Примеры проектирования и эксплуатации схем мониторинга конструкций и оснований высотных зданий .....	65
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	82

## ВВЕДЕНИЕ

Для современного этапа экономического и общественного развития в России характерно расширение строительного производства и проведение масштабного строительства в крупных городах, в первую очередь, в Москве и Санкт-Петербурге, сопровождающееся постоянным ростом сложности возводимых объектов и условий, в которых осуществляется их строительство. Это неизбежно порождает новые задачи, связанные с обеспечением безопасной жизнедеятельности в условиях мегаполиса, определяющейся, во-первых, надежностью самих строящихся сооружений, и, во-вторых, влиянием проводимого строительства на уже существующую инфраструктуру.

Современные тенденции в строительстве, а именно - увеличение этажности зданий, уплотнение городской застройки, стесненность строительных площадок, освоение подземного пространства, насыщение инженерными коммуникациями неизменно приводят к возникновению и последующему увеличению негативного техногенного воздействия проводимого строительства на уже построенные объекты, расположенные в прилегающих зонах.

В связи с этим особое значение приобретает проблема контроля технического состояния зданий и сооружений с целью предупреждения возникновения аварийных ситуаций и обоснованность выбора комплекса инженерных мероприятий по их недопущению. При этом очевидно, что контроль технического состояния несущих конструкций должен носить систематический характер и позволять осуществлять оценку происходящих изменений на основе количественных критериев, т.е. базироваться на процедурах выявления соответствия фактической

прочности, жесткости и устойчивости конструктивных элементов нормативным требованиям.

В настоящее время в г.Москва проводятся работы по обследованию технического состояния отдельных объектов. Однако большое количество зданий и сооружений не охвачено вообще никаким контролем, хотя жизнедеятельность города динамично приводит как к ухудшению свойств грунтов, так и к негативным воздействиям силового и не силового характера на наземные конструкции зданий и сооружений. Все это в условиях истощения нормативных сроков эксплуатации большого количества объектов не допустимо и требует системно организованных наблюдений. Ведь сроки эксплуатации многих зданий в нашей стране давно превысили все допустимые нормы, происходит накопление физического износа, что крайне опасно для жизнедеятельности людей. Такие здания нуждаются в постоянном контроле их технического состояния. И если в Москве и Санкт-Петербурге производится хоть какой-то контроль технического состояния зданий, то на периферии этот вопрос до сих пор остается без внимания.

#### Основные термины

**Здание** - результат строительства, представляющий собой объемную строительную систему, имеющую надземную и (или) подземную части, включающую в себя помещения, сети инженерно-технического обеспечения и системы инженерно-технического обеспечения и предназначенную для проживания и (или) деятельности людей, размещения производства, хранения продукции или содержания животных.

**Сооружение** - результат строительства, представляющий собой объемную, плоскостную или линейную строительную систему, имеющую наземную, надземную и (или) подземную части, состоящую из несущих, а в отдельных случаях и ограждающих строительных конструкций и

предназначенную для выполнения производственных процессов различного вида, хранения продукции, временного пребывания людей, перемещения людей и грузов.

**Уникальные здания и сооружения** – сооружения, на которые в проектной документации предусмотрена хотя бы одна из следующих характеристик:

- использование конструкций и конструктивных систем, требующих применения нестандартных методов расчета, либо разработки специальных методов расчета, либо требующих экспериментальной проверки на физических моделях, а также применяемых на территориях, сейсмичность которых превышает 9 баллов;

- высота более 100 м;

- пролет более 100 м;

- вылет консолей более 20 м;

- заглубление подземной части ниже планировочной отметки земли более чем на 10 метров.

К уникальным зданиям и сооружениям следует относить, также, зрелищные, спортивные, культовые сооружения, выставочные павильоны, многофункциональные офисные, торгово-развлекательные комплексы и т.п. с максимальным расчётным пребыванием более 1000 человек внутри объекта или более 10000 человек вблизи объекта.

**Жизненный цикл здания или сооружения** - период, в течение которого осуществляются инженерные изыскания, проектирование, строительство (в том числе консервация), эксплуатация (в том числе текущие ремонты), реконструкция, капитальный ремонт, снос здания или сооружения.

**Воздействие** - явление, вызывающее изменение напряженно-деформированного состояния строительных конструкций и (или) основания здания или сооружения.

**Нагрузка** - механическая сила, прилагаемая к строительным конструкциям и (или) основанию здания или сооружения и определяющая их напряженно-деформированное состояние

**Нормальные условия эксплуатации** - учтенное при проектировании состояние здания или сооружения, при котором отсутствуют какие-либо факторы, препятствующие осуществлению функциональных или технологических процессов.

**Динамические параметры зданий и сооружений** - параметры зданий и сооружений, характеризующие их динамические свойства, проявляющиеся при динамических нагрузках, и включающие в себя периоды и декременты собственных колебаний основного тона и обертонов, передаточные функции объектов, их частей и элементов и др.

**Физический износ здания** - ухудшение технических и связанных с ними эксплуатационных показателей здания, вызванное объективными причинами.

**Моральный износ здания** - постепенное (во времени) отклонение основных эксплуатационных показателей от современного уровня технических требований эксплуатации зданий и сооружений.

**Текущее техническое состояние зданий и сооружений** - техническое состояние зданий и сооружений на момент их обследования или проводимого этапа мониторинга.

**Аварийное состояние** - категория технического состояния строительной конструкции или здания и сооружения в целом, включая состояние грунтов основания, характеризующаяся повреждениями и деформациями, свидетельствующими об исчерпании несущей способности и опасности обрушения и (или) характеризующаяся кренами, которые могут вызвать потерю устойчивости объекта.

**Обследование** - комплекс мероприятий по определению и оценке фактических значений контролируемых параметров, характеризующих

эксплуатационное состояние, пригодность и работоспособность объектов обследования и определяющих возможность их дальнейшей эксплуатации или необходимость восстановления и усиления.

**Мониторинг** - это систематическое или периодическое наблюдение за деформационно-напряжённым состоянием конструкций, или деформациями зданий (или сооружений) в целом, за состоянием грунтов, оснований и подземных вод в зоне строительства, своевременная фиксация и оценка отступлений от проекта, требований нормативных документов, сопоставление результатов прогноза взаимного влияния объекта и окружающей среды с результатами наблюдений с целью оперативного предупреждения или устранения выявленных негативных явлений и процессов.

**Общий мониторинг технического состояния зданий и сооружений** - система наблюдения и контроля, проводимая по определенной программе, утверждаемой заказчиком, для выявления объектов, на которых произошли значительные изменения напряженно-деформированного состояния несущих конструкций или крена, и для которых необходимо обследование их технического состояния (изменения напряженно-деформированного состояния характеризуются изменением имеющихся и возникновением новых деформаций или определяются путем инструментальных измерений).

**Мониторинг технического состояния зданий и сооружений, попадающих в зону влияния строек и природно-техногенных воздействий** - система наблюдения и контроля, проводимая по определенной программе на объектах, попадающих в зону влияния строек и природно-техногенных воздействий, для контроля их технического состояния и своевременного принятия мер по устранению возникающих негативных факторов, ведущих к ухудшению этого состояния.

**Мониторинг технического состояния зданий и сооружений, находящихся в ограниченно работоспособном или аварийном состоянии** - система наблюдения и контроля, проводимая по определенной программе для отслеживания степени и скорости изменения технического состояния объекта и принятия, в случае необходимости, экстренных мер по предотвращению его обрушения или опрокидывания, действующая до момента приведения объекта в работоспособное техническое состояние.

**Мониторинг технического состояния уникальных зданий и сооружений** - система наблюдения и контроля, проводимая по определенной программе для обеспечения безопасного функционирования зданий и сооружений за счет своевременного обнаружения на ранней стадии негативного изменения напряженно-деформированного состояния конструкций и грунтов оснований или крена, которые могут повлечь за собой переход объектов в ограниченно работоспособное или в аварийное состояние.

**Система мониторинга технического состояния несущих конструкций** - совокупность технических и программных средств, позволяющая осуществлять сбор и обработку информации о различных параметрах строительных конструкций (геодезические, динамические, деформационные и др.) с целью оценки технического состояния зданий и сооружений.

**Система мониторинга инженерно-технического обеспечения** - совокупность технических и программных средств, позволяющая осуществлять сбор и обработку информации о различных параметрах работы системы инженерно-технического обеспечения здания (сооружения) с целью контроля возникновения в ней дестабилизирующих факторов и передачи сообщений о возникновении или прогнозе аварийных ситуаций в единую систему оперативно-диспетчерского управления города.



**Усиление** - комплекс мероприятий, обеспечивающих повышение несущей способности и эксплуатационных свойств строительной конструкции или здания и сооружения в целом, включая грунты основания, по сравнению с фактическим состоянием или проектными показателями.

**Восстановление** - комплекс мероприятий, обеспечивающих доведение эксплуатационных качеств конструкций, пришедших в ограниченно работоспособное состояние, до уровня их первоначального состояния, определяемого соответствующими требованиями нормативных документов на момент проектирования объекта.

**Реконструкция** - изменение параметров объектов капитального строительства, их частей (высоты, количества этажей (далее - этажность), площади, показателей производственной мощности, объема) и качества инженерно-технического обеспечения.

## 1. Стихийные бедствия.

Стихийные бедствия – это опасные природные явления геофизического, геологического, атмосферного или биосферного происхождения, которые характеризуются внезапным нарушением жизнедеятельности населения, разрушениями, уничтожением материальных ценностей, травмами и жертвами среди людей. Такие явления могут служить причиной многочисленных аварий и катастроф, появления вторичных поражающих факторов. Перечень основных видов стихийных бедствий представлен в табл. 1

Т а б л и ц а 1

Перечень основных видов стихийных бедствий

Стихийное бедствие	Основной критерий	Поражающий фактор и последствия
Землетрясение	Сила, или интенсивность, до 12 баллов	Сотрясение грунта, трещины, пожары, взрывы, разрушения, человеческие жертвы
Сель, оползень	Масса, скорость потока	Камнегрязевой поток, человеческие жертвы, уничтожение материальных ценностей *
Пожар	Температура	Тепловое воздействие, жертвы, материальный ущерб
Сильный ветер (ураган, смерч)	Скорость ветра	Скоростной напор, человеческие жертвы, уничтожение материальных ценностей
Обледенение, снегопад	Количество осадков более 20 мм за 12 ч	Уровень заноса, обрывы проводов, поражение людей, человеческие жертвы
Пыльная буря	Скорость ветра	Скоростной напор, уничтожение посевов, плодородных почв
Наводнение	Подъем уровня воды	Затопление суши, разрушения, человеческие жертвы
Циклон, тайфун	Скорость ветра	Затопление суши, разрушения, человеческие жертвы
Цунами	Высота и скорость волны	Затопление суши, разрушения, человеческие жертвы

### 1.1. Землетрясения

Землетрясениям по ущербу, жертвам и разрушительному действию нет равных. Они бывают тектонические, вулканические, обвальные, могут явиться результатом падения метеоритов или происходить под толщей морских вод. В СНГ ежегодно регистрируется в среднем 500 землетрясений, в Японии – 7500. Землетрясение представляет собой внезапные подземные толчки или колебания земной поверхности, вызванные

происходящими в толще земной коры разломами и перемещениями, при которых высвобождается энергия огромной силы. Сейсмические волны от центра землетрясения распространяются на значительные расстояния, производя разрушения и создавая очаги комбинированного поражения. Область возникновения подземного удара называется очагом землетрясения. В центре очага находится точка (гипоцентр), проекция которой на поверхность земли называется эпицентром. При сильных землетрясениях нарушается целостность грунта, разрушаются строения, выходят из строя коммуникации, энергетические объекты, возникают пожары, возможны человеческие жертвы. Землетрясения обычно сопровождаются характерными звуками различной интенсивности, напоминающими раскаты грома, рокот, гул взрывов. При этом несколько десятков начальных секунд могут оказаться спасительными для подготовленного человека. В жилых районах и лесных массивах возникают завалы, провалы почвы на огромных территориях, автомобильные и железные дороги смещаются или деформируются. Район стихийного бедствия часто оказывается отрезанным от остального региона.

Если землетрясение происходит под водой, то возникают огромные волны – цунами, вызывающие сильные разрушения и наводнения в прибрежных районах. Землетрясения могут приводить к горным обвалам, оползням, наводнениям, вызывать сход лавин.

Количество санитарных (временных) и безвозвратных потерь зависит от:

- сейсмической и геологической активности региона;
- конструктивных особенностей застройки;
- плотности населения и его половозрастного состава;
- особенностей расселения жителей населенного пункта;
- времени суток при возникновении землетрясения;
- местонахождения граждан (в зданиях или вне их) в момент ударов.

В качестве примера можно сравнить результаты землетрясений в Никарагуа (Манагуа, 1972 г., 420 тыс. жителей) и в США (Сан-Фернандо, 1971 г., 7 млн жителей). Сила толчков составила соответственно 5,6 и 6,6 балла по шкале Рихтера, а продолжительность обоих землетрясений – порядка 10 с. Но если в Манагуа погибло 6000 и было ранено 20 тыс. человек, то в Сан-Фернандо погибло 60, а было ранено 2450 человек. В Сан-Фернандо землетрясение произошло рано утром (когда на дорогах мало автомобилей), а здания города отвечали требованиям сейсмостойкости. В Манагуа землетрясение произошло на рассвете, постройки не отвечали требованиям сейсмостойкости, а территорию города пересекли 5 трещин, что вызвало разрушение 50 тыс. жилых домов (в Сан-Фернандо пострадало 915 жилых зданий).

При землетрясениях соотношение погибших и раненых в среднем составляет 1:3, а тяжело- и легкораненых примерно 1:10, причем до 70%

раненых получают травмы мягких тканей; до 21% - переломы, до 37% – черепно-мозговые травмы, а также травмы позвоночника (до 12%), газа (до 8%), грудной клетки (до 12%). У многих пострадавших наблюдаются множественные травмы, синдром длительного сдавливания, ожоги, реактивные психозы и психоневрозы. Чаще жертвами землетрясений становятся женщины и дети. Например:

Ашхабад (1948 г.), среди погибших – 47% женщин, 35% детей;

Ташкент (1966 г.), среди санитарных потерь женщин было на 25% больше, чем мужчин, а среди безвозвратных потерь преобладали дети в возрасте от года до 10 лет;

Токио (1923 г.), до 65% погибших женщин и детей имели ожоги.

Для оценки силы и характера землетрясения используют определенные параметры. Интенсивность – мера сотрясения грунта. Определяется степенью разрушения, степенью изменения земной поверхности и ощущениями людей. Измеряется по 12-балльной международной шкале МЗК-64 (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Характеристика повреждений при землетрясении

Характеристика землетрясения	Характер повреждения строений
Слабое (до 3 баллов), умеренное (4 балла)	Большие трещины в стенах. Обрушение штукатурки, дымоходов, повреждение остекления
Сильное (5...6 баллов), очень сильное (7 баллов)	Трещины в наружных стенах несейсмостойких зданий, обрушение конструкций, заклинивание дверей
Разрушительное (8...10 баллов)	Сейсмически стойкие здания получают слабые разрушения, прочие – рушатся
Катастрофическое (11...12 баллов)	Обрушение наружных конструкций и полное разрушение зданий

Магнитуда, или сила землетрясения, – мера суммарного эффекта землетрясения по записям сейсмографов. Это условная величина, характеризующая общую энергию упругих колебаний, вызванных землетрясением или взрывом. Она пропорциональна десятичному логарифму амплитуды наиболее сильной волны, записанной сейсмографом на расстоянии 100 км от эпицентра. Шкала измерений от 0 до 8,8 единиц (землетрясение магнитудой в 6 единиц - сильное). Очаги землетрясения в разных районах залегают на различной глубине (от 0 до 750 км).

В местности с высокой сейсмической активностью население должно быть готово к действиям в условиях землетрясения. Прежде всего, необходимо продумать порядок своих действий дома, на работе, на улице, в общественных местах и определить наиболее безопасные в каждом из названных мест. Это проемы капитальных стен, углы, места у колонн и под балками каркаса здания. Следует укрепить шкафы, полки, стеллажи и мебель, чтобы при падении они не загораживали выход. Тяжелые вещи и

стекло следует располагать так, чтобы при падении они не нанесли травм, особенно вблизи спальных мест. Спальные места должны располагаться как можно дальше от больших окон и стеклянных перегородок. Целесообразно иметь готовые к выносу запас продуктов, воды, аптечку первой помощи, документы и деньги. Надо знать, как отключить электро-, водо- и газоснабжение. Желательно подготовить садовый домик для временного проживания. Радиотрансляция должна быть постоянно включена. При первых признаках землетрясения следует выбежать из здания на открытое место, не используя лифт и не создавая давку в дверях, или укрыться в квартире в заранее выбранном месте (распахнуть дверь на лестничную клетку и встать в проем, закрыв лицо от осколков, или же спрятаться под стол). После землетрясения оказать помощь пострадавшим (остановить кровотечение, обеспечить неподвижность конечностей при переломах, помочь высвободиться из завала). Принять все меры по восстановлению радиотрансляции для прослушивания сообщений органов ГОЧС. Проверить отсутствие утечек в сетях коммуникаций. Не пользоваться открытым огнем. Не заходить в полуразрушенные здания. Помнить, что после первого могут последовать повторные толчки. Перечень ряда крупных землетрясений дан в табл.3.

Т а б л и ц а 3

#### Некоторые крупные землетрясения

Год, место	Число жертв, последствия
1556, Ганьсу, Китай	800 000 чел.
1737, Калькутта, Индия	300 000 чел.
1783, Калабрия, Италия	60 000 чел.
1896, Санрику, Япония	Цунами смыло в море 27 000 чел. и 1060 зданий
1901, Ассам, Индия	На площади 23 000 км <sup>2</sup> - полные разрушения
1908, Сицилия, Италия	83 000 чел., разрушен г. Мессина
1948, Ашхабад, СССР	Погибло 27 000, ранено 55 457, больных более 7000 чел.
1963, Скопье, Югославия	2000, ранено 3383 чел., разрушена большая часть города
1965, Мехико, Мексика	Погибло 15 000, ранено 32 500 чел.
1966, Ташкент, СССР	Сильные разрушения в центре города
1974, Пакистан	Погибло 4700, ранено 15 000 чел.
1976, Таншань, Китай	Погибло 640 000, ранено 1 млн чел.
1978, Иран	Погибло 20 000, ранено 8800 чел.
1980, Италия	Погибло 2614, ранено 6800 чел.
1988, Спитак, Армения	Полные разрушения, 25 000 чел. погибло, 31 000 чел. ранено

## 1.2. Вулканы

Извержения вулканов. В современном мире насчитывается около 760 действующих вулканов, при извержениях которых за последние 400 лет погибло свыше 300 тыс. человек (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

### Количество человеческих жертв при извержении ряда вулканов

Год извержения, страна	Число погибших	Год извержения, страна	Число погибших
1783, Исландия	10 000	1815, Индонезия	88 000
1883, Индонезия	40 000	1902, о. Мартиник	29 000
1911, Филиппины	1 300	1919, Индонезия	5 000
1963, о. Бали, Индонезия	3 000	1985, Колумбия	23 000

В России все вулканы расположены на Камчатке и Курильских островах. Извержения вулканов происходят реже, чем землетрясения, но также становятся гигантскими катаклизмами, имеющими планетарные последствия. Взрыв вулкана на о. Санторин (Эгейское море, 1470 г. до н.э.) стал причиной упадка процветающей на Восточном Средиземноморье цивилизации. Извержение Везувия (79 г. н.э.) привел к гибели Помпеи. Извержение вулкана Кракатау (1883 г., Индонезия) вызвало цунами - волны высотой до 36 м, которые достигли даже Ла-Манша, но уже при высоте порядка 90 см. Звук взрыва вулкана был слышен на расстоянии в 5000 км, на о. Суматра (40 км от вулкана) заживо сгорели сотни людей, в стратосферу было выброшено около 20 км<sup>3</sup> пепла (вулканическая пыль почти два раза облетела вокруг Земли).

Основными поражающими факторами при извержении вулканов являются УВВ, летящие осколки (камни, деревья, части конструкций), пепел, вулканические газы (углекислый, сернистый, водород, азот, метан, сероводород, иногда фтор, отравляющий источники воды), тепловое излучение, лава, движущаяся по склону со скоростью до 80 км/ч при температуре до 1000°C и сжигающая все на своем пути. Вторичные поражающие факторы - цунами, пожары, взрывы, завалы, наводнения, оползни. Наиболее частыми причинами гибели людей и животных в районах извержения вулканов являются травмы, ожоги (часто верхних дыхательных путей), асфиксия (кислородное голодание), поражение глаз. В течение значительного промежутка времени после извержения вулкана среди населения наблюдается повышение заболеваемости бронхиальной астмой, бронхитами, обострение ряда хронических заболеваний. В районах извержения вулканов устанавливается эпидемиологический надзор.

### 1.3. Сели

Сель (по-арабски «бурный поток») – это внезапно формирующийся в руслах горных рек временный грязекаменный поток. Такая смесь воды, грязи, камней весом до 10 т, деревьев и других предметов несется со скоростью до 15 км/ч, сметая, заливая или увлекая с собой мосты, постройки, разрушая дамбы, плотины, заваливая селения. Объем перемещаемой породы – миллионы кубических метров. Длительность селевых потоков достигает 10 часов при высоте волны до 15 м. Сели образуются из-за продолжительных ливней, интенсивного таяния снега (ледников),

прорыва плотин, неграмотного проведения взрывных работ. По мощности селевые потоки делятся на группы: мощные – с выносом более 100 тыс. м<sup>3</sup> смеси пород и материалов (средняя частота повторения раз в 6... 10 лет); средней мощности – с выносом от 10 тыс. до 100 тыс. м<sup>3</sup> смеси (раз в 2...3 года); слабой мощности – с выносом менее 10 тыс. м<sup>3</sup> смеси.

Основные районы появления селей в России находятся в Забайкалье (периодичность мощных селей 6...12 лет), в зоне БАМа (раз в 20 лет), на Дальнем Востоке и Урале.

Примером опустошительных последствий может служить результат прохождения селя в Узбекистане (4 мая 1927 г.), когда через полтора часа после ливня с градом в горах послышался шум, напоминающий артиллерийскую канонаду. Через 30 мин после этого в ущелье хлынул грязекаменный поток высотой до 15 м, который поглотил более 100 арб с грузами и паломниками, находившимися в селении. Через 10 ч уже ослабленный сел достиг Ферганы (тогда в городе погибло более 800 голов скота).

Селевые потоки в мае 1998 г. в Таджикистане разрушили 130 школ и дошкольных учреждений, 12 поликлиник и больниц, 520 км автодорог, 115 мостов, 60 км ЛЭП. Пострадали посевы хлопчатника на площади 112 тыс. га, селом сметены сады, виноградники, погибло значительное количество скота.

#### 1.4. Оползни

Оползни – это отрыв и скольжение верхних слоев почвы вниз по склону под действием силы тяжести. Наиболее часто оползни возникают из-за увеличения крутизны склонов гор, речных долин, высоких берегов морей, озер, водохранилищ и рек при их подмыве водой. Основной причиной возникновения оползней является избыточное насыщение подземными водами глинистых пород до текучего состояния, воздействие сейсмических толчков, неразумная хозяйственная деятельность без учета местных геологических условий. Согласно международной статистике, до 80% оползней в настоящее время связано с деятельностью человека. При этом по склону сползают огромные массы грунта вместе с постройками, деревьями и всем, что находится на поверхности земли. Последствия оползней – жертвы (табл. 5.), завалы, запруды, уничтожение лесов, наводнения.

Т а б л и ц а 5

Число погибших при лавинах и оползнях

Место катастрофы, год	Катастрофы	Число погибших
США (шт. Вашингтон), 1910	Лавина	Более 100
Австрия (Тироль), 1916	Оползень и лавина	10 000
Россия (Хибины), 1931	Лавина	100
Россия (Северная Осетия), 1932	Лавина	112

Перу, 1941	Лавина	4 000
Италия, 1963	Оползень	3 000
Перу (г. Юнгай), 1970	Оползень и лавина	20 000

По мощности оползни делят на группы: очень крупные – с выносом более 1 млн м<sup>3</sup> смеси пород и материалов; крупные – с выносом от 100 тыс. до 1 млн м<sup>3</sup> смеси; средние – с выносом от 10 тыс. до 100 тыс. м<sup>3</sup> смеси; малые – с выносом менее 10 тыс. м<sup>3</sup> смеси.

В России оползни возникают на побережье Черного моря, по берегам Оки, Волги, Енисея, на Северном Кавказе. Большинство оползней можно предотвратить, регулируя стоки вод (талых и ливневых), водостоки и дренажи, а также проводя озеленения склонов. Примером результатов действия оползня является трагедия 6 июня 1997 г. в днепропетровском жилом массиве. Внезапно земная твердь поглотила детсад и 9-этажный жилой дом, стоявший у кромки глубокого оврага. Прибывшие по первым сигналам спасатели успели выдворить жителей дома в условиях столпотворения и паники (это нельзя было назвать эвакуацией). Милиционеры и солдаты не церемонились – выигранные секунды спасли многим жизнь. Полураздетых жильцов оттеснили от опасного места. В 6.40 утра панельная девятиэтажка взорвалась, развалилась на части и 72 квартиры ушли под землю. На месте рухнувшего дома образовалась воронка шириной 150 и глубиной 30 м, на дне которой клокотала масса мокрой жирной глины вперемешку с остатками дома. Вниз ушли средняя школа, детский комбинат, мелкие строения, деревья, гаражи.

Предупредительными мерами по борьбе с оползнями, селями и лавинами являются контроль за состоянием склонов, выполнение на них укрепительных мероприятий (забивка свай, лесонасаждения, возведение стен, дамб), строительство дренажных систем и плотин (сооруженная вблизи Алма-Аты плотина высотой 100 и шириной 400 м предотвратила подход к городу селя в 1973 г., остановив поток высотой 30 м при скорости около 10 м/с. В результате чего появилось озеро Медео объемом 6,5 млн м<sup>3</sup>).

### 1.5. Грозы

Гроза – это атмосферное явление, при котором между мощными кучево-дождевыми облаками и землей возникают сильные электрические разряды – молнии. Такие разряды достигают напряжения в миллионы вольт, а общая мощность «грозовой машины» Земли составляет 2 млн киловатт (при одной грозе расходуется столько энергии, что ее было бы достаточно для обеспечения потребностей небольшого города в электроэнергии в течение года). Скорость разряда достигает 100 тыс. км/с, а сила тока – 180 тыс. ампер. Температура в канале молнии – из-за протекающего там огромного тока – в 6 раз выше, чем на поверхности Солнца, поэтому



почти каждый предмет, пронизанный молнией, сгорает. Ширина разрядного канала молнии достигает 70 см. Из-за быстрого расширения воздуха, нагревающегося в канале, слышны раскаты грома.

Ежегодно на земном шаре бывает до 44 тыс. гроз. Продолжительность их в пределах часа. Молния обычно бьет в возвышенные места, отдельно стоящие деревья, технику. Опасно находиться в воде или вблизи нее, нельзя ставить палатки у самой воды. Иногда после сильного разряда линейной молнии появляется шаровая – светящийся шар диаметром от 5 до 30 см, путь движения которого непредсказуем.

Примечательно, что уже в древности люди пытались защититься от молнии. Древние иудеи окружили Иерусалимский храм высокими мачтами, обитыми медью (за тысячелетнюю историю он ни разу не был поврежден молнией, хотя располагался в одном из самых грозоопасных районов планеты).

### **1.6. Лесные пожары**

Грозы приводят к наиболее опасным проявлениям стихии - пожарам. Пожар – это произвольное распространение горения, которое вышло из-под контроля. Особо опасны торфяные и лесные пожары. При этом гибнут люди и животные, наносится огромный материальный ущерб.

Лесные пожары по охвату территории делятся на зоны:

- отдельных пожаров, возникающих в незначительных количествах и рассредоточенных по времени и по площади;
- массовых пожаров, то есть отдельных пожаров, возникающих одновременно;
- сплошных пожаров, характеризующихся быстрым развитием и распространением огня, наличием высокой температуры, задымленности и загазованности;
- огненного шторма, или особо интенсивного пожара в зоне сплошного пожара, в центре которого возникает восходящая колонна в виде огненного вихревого столба, куда устремляются сильные ветровые потоки. Огненный шторм потушить практически невозможно.

Лесные пожары могут быть разных видов:

- низовой, когда горит сухой торфяной покров, лесная подстилка, валежник, кустарник, молодой лес;
- верховой, когда горит лес снизу доверху или кроны деревьев. Огонь движется быстро, искры разлетаются далеко. Верховой пожар развивается от разряда молнии или низового пожара;
- торфяной (подпочвенный), когда беспламенно горит торф на глубине. В районе пожара возникают завалы от упавших деревьев из-за выгорания их корней и появления пустот под слоем почвы. В эти пустоты

проваливаются техника и люди, что затрудняет тушение пожаров и делает их особенно опасными.

### ***Способы тушения лесных пожаров***

Захлестывание кромки пожара – самый простой и достаточно эффективный способ тушения пожаров средней интенсивности. Используя связки проволок или прутьев (в виде метлы), молодые деревья лиственных пород длиной до 2 м, группа из четырех человек способна за час сбить пламя пожара на кромке до 1 км.

Забрасывание кромки пожара грунтом

Устройство заградительных полос и канав, путем удаления лесных насаждений и горючих материалов до минерального слоя почвы. При сильном ветре ширина полосы может превысить 100 м (создается с помощью техники, шнуровых подрывных зарядов или отжигом).

При тушении пожаров наиболее часто применяют воду или растворы огнетушащих химикатов. Иногда требуется прокладка временных водоводов, доставка емкостей с водой воздушным транспортом и отжиг (заблаговременный пуск встречного огня по надпочвенному покрову). Отжиг выполняют подготовленные пожарные. Они начинают от опорных полос (рек, дорог, ручьев) или искусственно созданных минерализованных полос.

Грозовые разряды атмосферного электричества опасны для жизни людей, а попадая в здание, могут его разрушить и вызвать пожар. Для предотвращения пожаров и снижения ущерба от них на ОЭ проводится:

- строительство водоемов, бассейнов и других водных хранилищ;
- поддержание в порядке огнезащитных полос;
- обеспечение готовности связи, систем оповещения, средств разведки;
- контроль готовности средств пожаротушения.

Способы устранения опасности от статического электричества:

- надежное заземление оборудования, коммуникаций, сосудов;
- снижение удельного (объемного) сопротивления с помощью повышения влажности, применения антистатических примесей;
- ионизация воздуха или среды;
- недопущение создания взрывоопасных концентраций, уменьшение скорости движения жидкости и длины продуктопроводов, использование менее пожаровзрывоопасных веществ.

Для электрозащиты оборудования используются:

- плавкие вставки (расплавляются или перегорают при величине тока в цепи, выше допустимой);
- автоматические выключатели, автоматы защиты электромагнитного, теплового или комбинированного действия (обеспечивают разрыв электрической цепи при превышении допустимой величины проходящего по ней тока);

- тепловые реле для защиты электродвигателей (на основе биметаллических пластин).

### 1.7. Электромагнитные поля

В настоящее время уже ни у кого не вызывает сомнений вредное воздействие на человека электромагнитных полей (ЭМП) даже малой интенсивности от ЛЭП высокого напряжения, систем распределения электроэнергии, контактных сетей железнодорожного и городского электротранспорта, метро и даже бытовых электроприборов. Последствиями таких воздействий могут быть повышенная утомляемость, появление сердечных болей, нарушение функционирования иммунной, репродуктивной, центральной нервной и эндокринной систем, риск развития злокачественных опухолей (особенно головного мозга, молочной железы), лейкозов и появление других тяжелых заболеваний. Особенно опасно воздействие ЭМП на детей.

Сказанное подтверждается исследованиями, проведенными в США и, более тщательно, в Швеции (1958-1977 гг.). Оказалось, что в радиусе 150 м от подстанций, трансформаторов, вблизи ЛЭП, контактных сетей индукция магнитного поля превышает 0,3 мкТл. У людей, живущих вблизи подобных сооружений, опухоли и лейкозы встречаются в два раза чаще (индукция под ЛЭП-200 составляет 0,2 мкТл). Затем в Швеции были проведены углубленные исследования по этим вопросам на примере населения, проживающего в 800-метровых коридорах вдоль трасс ЛЭП-200 и ЛЭП-400. Статистическая обработка полученных результатов к 1992 г. подтвердила, что при повышении индуктивности магнитного поля выше 0,1 мкТл риск заболевания возрастает в 24 раза. Аналогичные результаты получены в Финляндии и Дании. К 1991 г. в США опубликованы результаты обследования, выявившего повышенный риск заболевания лейкозом детей, регулярно пользующихся видеоиграми, электрическими одеялами, грелками и электрообогревателями.

Вдоль трассы ЛЭП должна быть отведена санитарно-защитная зона, размер которой зависит от вида источника излучения и напряжения ЛЭП (табл. 6).

Т а б л и ц а 6

Ширина защитной зоны

Ширина зоны, м	10	20	40	50
Напряжение ЛЭП, кВ	20	120	400	735

За пределами санитарно-защитной зоны уровень напряженности электрического поля не должен превышать  $E=0,5$  кВ/м, а индукции магнитного поля – 0,1 мкТл. Расчеты показывают, что находиться под ЛЭП-400 при  $E=10$  кВ/м обслуживающему персоналу разрешено не более

3 ч, а при  $E = 20$  кВ/м – не более 10 мин в день. Игнорирование опасности воздействия ЭМП может привести к изменениям в выработке меланина шишковидной железой головного мозга, что, в свою очередь, вызывает молекулярные изменения в тканях и может стать причиной ишемической болезни и болезни Паркинсона.

Не менее опасно воздействие ЭМП на биологические объекты вблизи радио-, теле- и локационных станций, энергетических установок, а такое воздействие – беда крупных городов. Количество подобных источников излучения огромно, а их частотный диапазон распределяется от единиц герц до сотен гигагерц. Особенно велика доля средств связи (сотовой, спутниковой, мобильной, милицейских радаров БДД). Исследования, проведенные сотрудниками НИИ медицины труда РАМН (Москва, 1992), Центра электромагнитной безопасности (Москва, 1996), Петербургского филиала Института земного магнетизма показали, что интенсивность ЭМП в городах в десятки раз больше, чем загородный фон. А в электропоездах уровень ЭМП превышает естественный фон в тысячи раз, достигая величины индукции магнитного поля до 10 мТл.

### 1.8. Ураганы

Ураган (циклон, тайфун – от кит. «большой ветер») – это ветер силой до 12 баллов. Его скорость достигает 300 м/с, фронт урагана достигает длины до 500 км. Ураган способен пройти путь в сотни километров. Он опустошает все на своем пути: ломает деревья, разрушает строения, создает на побережье волны высотой до 30 м, может быть причиной ливней, а позднее обусловить появление эпидемии. В 1988 г. ураган в Одесской области вывел из строя 6000 км ЛЭП, оставив без энергии более 130 населенных пунктов, а также водозабор города. Ураганы, циклоны имеют сезонную динамику.

Буря – разновидность урагана, но имеет меньшую скорость ветра. Основными причинами жертв при ураганах и бурях являются поражение людей летящими осколками, падающими деревьями и элементами строений. Непосредственной причиной гибели во многих случаях является асфиксия от давления, тяжелейшие травмы. Среди выживших наблюдаются множественные ранения мягких тканей, закрытые или открытые переломы, черепно-мозговые травмы, травмы позвоночника. В ранах часто имеются глубоко проникшие инородные тела (почва, куски асфальта, осколки стекла), что приводит к септическим осложнениям и даже к газовой гангрене. Особенно опасны пыльные бури в южных засушливых областях Сибири и европейской части страны, так как вызывают эрозию и выветривание почвы, унос или засыпку посевов, оголение корней.

Смерч (торнадо) – вихревое движение воздуха, распространяющегося в виде гигантского черного столба диаметром до сотен метров, внутри кото-

рого наблюдается разрежение воздуха, куда затягиваются различные предметы. Скорость вращения воздуха в пылевом столбе достигает 500 м/с. Воздух в столбе поднимается по спирали и затягивает в себя пыль, воду, предметы, людей. Смерч иногда уничтожает целые деревни. За время своего существования он может пройти путь до 600 км, перемещаясь со скоростью до 20 м/с. Попавшие в смерч постройки из-за разрежения в столбе воздуха разрушаются от напора воздуха изнутри. Иногда смерч движется со скоростью, превышающей скорость звука. Он вырывает деревья с корнями, опрокидывает автомобили, поезда, поднимает в воздух дома или их элементы (крышу, отдельные части), переносит людей на несколько километров. У погибших наблюдалось опустошение организма, разбитые пустые черепа, сдавленные грудные клетки.

Смерчи бывают во многих областях России. Так, в 1984 г. смерч пронесся над Ивановской, Ярославской и Костромской областями. Только в Ивановской области было полностью разрушено четыре населенных пункта, ряд объектов в областном центре, погибло более 70 человек и около 300 человек получили травмы.

Ураганы, бури и смерчи достаточно точно прогнозируются, и при обеспечении своевременного оповещения можно избежать серьезных материальных и людских потерь (табл. 7).

Получив штормовое предупреждение, необходимо немедленно укрепить недостаточно прочные конструкции и элементы техники, закрыть двери зданий, чердачных помещений, вентиляционные отверстия. Витрины и окна обшить досками, на стекла наклеить полоски бумаги или ткани. С крыш, балконов и лоджий убрать предметы, которые при падении могут нанести травмы. Следует позаботиться об аварийных источниках освещения (фонарях, лампах), запасах воды, продуктов, медикаментов, иметь работоспособные средства вещания для получения информации от органов ГОЧС.

Т а б л и ц а 7

Последствия воздействия некоторых ураганов

Место катастрофы, год	Число погибших	Число раненых	Сопутств. явления
Гаити, 1963	5 000	Не фиксировалось	-
США, 1967	18	8000	-
США, 1970	250	Не фиксировалось	-
Гондурас, 1974	6 000	Не фиксировалось	-
Австралия, 1974	49	1140	-
США, 1976	450	200	-
Оман, 1977	105	48	-
Шри-Ланка, 1978	905	Не фиксировалось	-
Доминиканская республика, 1979	2 000	4000	-
США, 1980	272	Не фиксировалось	-
Индокитай, 1981	300 000	Не фиксировалось	Наводнение
Бангладеш, 1985	20 000	Не фиксировалось	Наводнение

### 1.9. Снегопады

Сильный снегопад, заносы, обледенения, лавины – примеры проявления сил природы в зимний период. Снегопады могут продолжаться до нескольких суток, занося дороги, населенные пункты, приводя к жертвам и прекращению снабжения. Указанные явления природы точно прогнозируются, и обычно своевременно выдается предупреждение в районы возможного бедствия.

В горных местностях накопление снега ведет к образованию лавин, сход которых приводит к перемещениям значительных масс снега и камней. Движущаяся масса сметает все на своем пути, что приводит к жертвам, обрывам ЛЭП, разрушениям коммуникаций. Зафиксированы случаи, когда просуществовавшие сотни лет селения были погребены под лавинами (Швейцария, Кавказ). Объем лавины может достигать 2,5 млн м<sup>3</sup>, а скорость – до 100 м/с при давлении в момент удара 60...100 т/м<sup>2</sup> (сухая лавина) или до 20 м/с при давлении в момент удара до 200 т/м<sup>2</sup> (лавина из плотного, мокрого снега). Возникающая при сходе лавины ударная воздушная волна также представляет серьезную опасность (имел место случай переброса железнодорожного вагона на расстояние 80 м, а в Японии в 1938 г. УВВ, образовавшаяся при сходе крупной сухой лавины, сорвала второй этаж жилого дома, перенесла его на расстояние 800 м и разбила о скалы).

Резкие перепады температур при снегопаде приводят к появлению наледи и налипания мокрого снега, что особенно опасно для ЛЭП и сети городского электрического транспорта. Для ликвидации последствий привлекается максимальное количество грузового транспорта и средств погрузки снега. Принимаются меры по очистке основных магистралей и налаживанию бесперебойной работы основных предприятий жизнеобеспечения (хлебопекарен, водоканала, канализации).

### 1.10. Наводнение

Наводнение – временное затопление значительной части суши водой в результате действия природных сил. В зависимости от вызывающих причин их можно разделить на группы.

Наводнения, вызванные выпадением обильных осадков или обильным таянием снега, ледников. Это ведет к резкому подъему уровня рек, озер, образованию заторов. Прорыв заторов и плотин может привести к образованию волны прорыва, характеризующейся стремительным перемещением огромных масс воды и значительной высотой. Наводнение в августе 1989 г. в Приморье снесло значительное число мостов и строений, при этом погибло огромное количество скота, были повреждены линии электропередач, связи, разрушены дороги, а тысячи людей остались без крова.

Наводнения, возникающие под воздействием нагонного ветра. Они характерны для прибрежных районов, где имеются устья крупных рек,

впадающих в море. Нагонный ветер задерживает продвижение воды в море, что резко повышает уровень воды в реке. Под постоянной угрозой подобного наводнения находятся побережья Балтийского, Каспийского и Азовского морей. Так, Санкт-Петербург испытал за время своего существования более 240 таких наводнений. При этом на улицах наблюдались случаи появления тяжелых судов, что вызывало разрушения городских строений. В ноябре 1824 г. уровень воды в Неве поднялся выше нормы на 4 м; в 1924 г. – на 3,69 м, когда вода затопила половину города; в декабре 1973 г. – на 2,29 м; январе 1984 г. – на 2,25 м. И как следствия наводнений – огромные материальные потери и жертвы.

Наводнения, вызванные подводными землетрясениями. Они характеризуются появлением гигантских волн большой длины – цунами (по-японски – «большая волна в гавани»). Скорость распространения цунами до 1000 км/ч. Высота волны в области ее возникновения не превышает 5 м. Но при приближении к берегу крутизна цунами резко растет, и волны с огромной силой обрушиваются на побережье. У плоских побережий высота волны не превышает 6 м, а в узких бухтах достигает 50 м (туннельный эффект). Продолжительность действия цунами до 3 часов, а поражаемая ими береговая линия достигает длины 1000 км. В 1952 г. волны почти смыли Южно-Курильск.

В структуре санитарных потерь при наводнениях преобладают травмы (переломы, повреждения суставов, позвоночника, мягких тканей). Зафиксированы случаи заболеваний в результате переохлаждения (пневмония, ОРЗ, ревматизм, утяжеление течения хронических болезней), появления жертв от ожогов (из-за разлитых и загоревшихся на поверхности воды ЛВГЖ). О последствиях наводнений с точки зрения медицины можно судить по данным табл. 8.

Т а б л и ц а 8

Последствия ряда наводнений

Место катастрофы, год	Число погибших	Примечание
<i>Наводнения</i>		
Россия (р. Нева), 1824	569	4000 больных
Китай, 1887 (два случая)	3 000 000	
Россия (Темрюк), 1914	3000	
Китай, 1931 (два случая)	6 700 000	
Нидерланды, 1953	1795	
Германия, 1962	500	
Италия, 1963	1996	80 раненых
Бразилия, 1967	2000	
Португалия, 1967	450	
Индия, 1967...1979	30000	3 плотины разрушены
Китай, 1970	200 000	Плюс циклон
Индия, 1970	300 000	Плюс циклон
Бангладеш, 1970	72000	

Бангладеш, 1985	10000	
<i>Цунами</i>		
Бангладеш, 1876	200 000	
Япония, 1896	27 122	9247 раненых
США, 1900	60000	
Италия, 1908	1600	1650 раненых
Япония, 1923	14000	
Филиппины, 1976	5820	

В структуре санитарных потерь значительное место занимают дети, а наиболее частыми последствиями среди населения становятся психоневрозы, кишечные инфекции, малярия, желтая лихорадка. Особенно велики человеческие жертвы на побережьях при ураганах и цунами, а также при разрушении плотин и дамб (более 93% утонувших). В качестве примера можно привести последствия наводнения 1970 г. в Бангладеш: на большинстве прибрежных островов погибло все население; из 72 тыс. рыбаков в прибрежных водах погибло 46 тыс. Более половины из числа погибших составили дети до 10 лет, хотя на них приходилось лишь 30% населения зоны бедствия. Высокой оказалась и смертность среди населения старше 50 лет, среди женщин и больных.

Частыми спутниками наводнений являются крупномасштабные отравления. Из-за разрушения очистных сооружений, складов с АХОВ и другими вредными веществами происходит отравление источников питьевой воды. Не исключено развитие обширных пожаров при разлиии ЛВГЖ по поверхности воды (бензин и другие горючие жидкости легче воды).

Наводнения успешно прогнозируются, и соответствующие службы дают предупреждения в опасные районы, что снижает ущерб. В местах наводнений строят плотины, дамбы, гидротехнические сооружения, регулирующие сток воды. В извилистых местах рек проводят работы по расширению и спрямлению их русла. В угрожаемый период организуется дежурство и поддержание в готовности формирований ГО. Проводится заблаговременная эвакуация населения, угон скота, вывоз техники.

Спасательные работы в районах затопления часто происходят в сложных погодных условиях (ливневые дожди, туманы, шквалистые ветры). Работу по спасению людей начинают с разведки, используя плавсредства и вертолеты, снабженные средствами связи.

Устанавливаются места скопления людей, и туда направляют средства для обеспечения их спасения. Работы на гидротехнических сооружениях выполняют формирования инженерной и аварийно-технической служб ГОЧС: это укрепление дамб, плотин, насыпей или их постройка.

Подтопление. Подтапливается до 75% всех городов, около 9 млн гектаров земель хозяйственного назначения. Площадь подтопления за последние 15 лет увеличилась на 50%. Различают два типа подтопления:



техногенное (как результат хозяйственной деятельности человека) и естественное (проявление природных процессов).

Техногенное подтопление имеет латентный (скрытый) характер и поэтому наиболее опасно, может привести к возникновению и развитию опасных процессов (оползней, карстовых явлений). Его провоцирует неграмотная деятельность людей:

- утечка из водонесущих коммуникаций, емкостей, возведенных водоемов и технологических накопителей воды;
- нарушение естественных условий поверхностного стока воды при развитии городского хозяйства, особенно ливневой канализации;
- ликвидация естественных систем дренажа, разрушение путей движения грунтовых вод заглубленными конструкциями, экранирование испаряющей поверхности территории непроницаемыми покрытиями;
- подпор грунтовых вод за счет подъема уровня воды в водохранилищах.

Естественное подтопление – результат паводков, разливов, нагонных явлений. Последствиями подтоплений могут быть:

- ухудшение санитарно-эпидемиологической обстановки;
- загрязнения подземных вод, источника водоснабжения;
- разрушение почв, ухудшение качества земель;
- угнетение и изменение видового состава флоры и фауны;
- затопление подвалов и технических подполий, что приводит к появлению сырости, комаров и грибковых образований в жилых помещениях, разрушению коммуникаций и повышенной заболеваемости людей;
- деформация зданий, провалы, набухания и просадки почвы;
- загрязнение подпочвенных вод тяжелыми металлами, нефтепродуктами и другими химическими элементами;
- разрушение емкостей, продуктопроводов и других заглубленных конструкций из-за усиления процессов коррозии;
- недопустимое увлажнение, заболачивание и засоление территорий в районе подтопления;
- вырождение растительности и лесов со всеми отрицательными последствиями для животного мира;
- нарушение герметичности скотомогильников, свалок.

В регионах, подверженных стихийным бедствиям, заранее проводятся мероприятия, снижающие вероятные отрицательные последствия. В районах возможных землетрясений строят сооружения с повышенной сейсмостойкостью, создают запас палаток, продовольствия, медикаментов; отрабатывают эвакуационные мероприятия и создают соответствующую группировку сил ГОЧС, обеспечивают четкую работу системы оповещения, пресекают возможность возникновения паники и мародерства.

### **1.11. Краткая характеристика крупных аварий и катастроф**

Крупные аварии и катастрофы на объектах могут возникать в результате стихийного бедствия, а также нарушения технологии производства, правил эксплуатации различных машин, оборудования и установленных мер безопасности. Их воздействия подобны стихийным бедствиям.

Под аварией понимают внезапную остановку работы или нарушение процесса производства на промышленном предприятии, транспорте, других объектах, приводящие к повреждению или уничтожению материальных ценностей.

Под катастрофой понимают внезапное бедствие; событие, влекущее за собой трагические последствия. Катастрофы сопровождаются разрушением зданий различных сооружений, уничтожением материальных ценностей и гибелью людей.

Наиболее опасным следствием крупных аварий и катастроф являются пожары и взрывы. В ряде случаев, особенно на предприятиях нефтяной, химической и газовой промышленности, аварии вызывают загазованность атмосферы, разлив нефтепродуктов, агрессивных жидкостей и сильнодействующих ядовитых веществ. Аварии и катастрофы могут быть на железнодорожном, воздушном и водном транспорте, а также в результате обрушения при строительстве и монтаже сооружений и конструкций различных объектов.

Основы использования формирований при стихийных бедствиях, крупных авариях и катастрофах. Для ликвидации последствий, вызванных стихийными бедствиями, могут привлекаться как формирования общего назначения, так и формирования служб ГО. В отдельных случаях помимо указанных формирований могут привлекаться воинские части ГО и Вооруженных Сил СССР.

Основная задача формирований при ликвидации последствий стихийных бедствий, крупных аварий и катастроф – спасение людей и материальных ценностей. Характер и порядок действий формирований при выполнении этой задачи зависят от вида стихийного бедствия, аварии или катастрофы, сложившейся обстановки, количества и подготовленности привлекаемых сил гражданской обороны, времени года и суток, погодных условий и других факторов.

Успех действий формирований во многом зависит от своевременной организации и проведения разведки и учета конкретных условий обстановки.

В районах стихийных бедствий разведка определяет: границы очага бедствия и направления его распространения, объекты и населенные пункты, которым угрожает непосредственная опасность, места скопления людей, пути подхода техники к местам работ, состояние поврежденных зданий и сооружений, а также наличие в них пораженных людей, места

аварий на коммунально-энергетических сетях, объем спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ.

При крупных авариях и катастрофах разведка уточняет степень и объем разрушений и возможность проведения работ без средств индивидуальной защиты, возможность обрушения зданий и сооружений, которые могут повлечь за собой увеличение размера аварии или катастрофы, места скопления людей и степень угрозы для их жизни, а также состояние коммунально-энергетических сетей и транспортных коммуникаций.

Разведку ведут разведывательные группы и звенья. В состав разведывательных формирований рекомендуется включать специалистов, знающих расположение объекта и специфику производства. Если в районе предстоящих действий могут быть сильнодействующие ядовитые вещества, то в состав разведывательных формирований необходимо включать специалистов-химиков и медицинских работников.

В связи с внезапностью возникновения стихийных бедствий, крупных аварий и катастроф оповещение личного состава формирований, их укомплектование, создание группировки проводятся в короткие сроки.

В первый эшелон группировки сил обычно включаются формирования объектов, где произошли бедствия, а во второй – формирования соседних объектов (районов). Выдвижение формирований из районов сбора в район действий осуществляется на максимально возможных скоростях.

В районах стихийных бедствий и местах крупных аварий спасательные работы в первую очередь проводят с целью предупреждения возникновения катастрофических последствий, бедствий (аварий), предотвращения возникновения вторичных причин, которые могут вызвать гибель людей и материальных ценностей.

Командиры формирований должны постоянно знать обстановку в районе работ и в соответствии с ее изменением уточнять или ставить новые задачи подразделениям. После выполнения поставленных задач формирования выводятся в район постоянного расквартирования.

#### **1.12. Спасательные и неотложные аварийно-восстановительные работы при ликвидации последствий стихийных бедствий, крупных аварий и катастроф**

При землетрясениях для проведения спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ привлекаются спасательные, сводные отряды (команды), отряды (команды) механизации работ, аварийно-технические команды, другие формирования, которые имеют на оснащении бульдозеры, экскаваторы, краны, механизированный инструмент и средства малой механизации (керосинорезы, бензорезы, тали, домкраты).

При проведении СНАВР в очаге землетрясения прежде всего извлекают из-под завалов, из полуразрушенных и горящих зданий людей, которым оказывают первую медицинскую помощь; устраивают в завалах проезды; локализируют и устраняют аварии на инженерных сетях, которые угрожают жизни людей или препятствуют проведению спасательных работ; обрушивают или укрепляют конструкции зданий и сооружений, находящихся в аварийном состоянии; оборудуют пункты сбора пострадавших и медицинские пункты; организуют водоснабжение.

Последовательность и сроки выполнения работ устанавливает начальник гражданской обороны объекта, оказавшегося в зоне землетрясения.

При наводнениях для проведения спасательных работ привлекают спасательные отряды, команды и группы, а также ведомственные специализированные команды и подразделения, оснащенные плавсредствами, санитарные дружины и посты, гидрометеорологические посты, разведывательные группы и звенья, сводные отряды (команды) механизации работ, формирования строительных, ремонтно-строительных организаций, охраны общественного порядка.

Спасательные работы при наводнениях направлены на поиск людей на затопленной территории (посадка их на плавсредства—лодки, плоты, баржи или вертолеты) и эвакуацию в безопасные места.

Разведывательные группы и звенья, действующие на быстроходных плавсредствах и вертолетах, определяют места скопления людей на затопленной территории, их состояние и периодически подают звуковые и световые сигналы. На основании полученных данных разведки начальник ГО уточняет задачи формированиям и выдвигает их к объектам спасательных работ.

Небольшим группам людей, находящимся в воде, выбрасывают спасательные круги, резиновые шары, доски, шесты, или другие плавательные предметы с учетом течения воды, направления ветра, извлекают их на плавсредства и эвакуируют в безопасные зоны. Для спасения и вывоза с затопленной территории большого числа людей используют теплоходы, баржи, баркасы, катера и другие плавсредства. Посадку людей на них осуществляют непосредственно с берега. В этом случае выбирают и обозначают места, удобные для подхода судов к берегу, или оборудуют причалы.

При спасении людей, находящихся в проломе льда, подают конец веревки, доски, лестницы, любой другой предмет и вытаскивают в безопасное место. Приближаться к людям, находящимся в полынье, следует ползком с раскинутыми руками и ногами, опираясь на доски или другие предметы.

Для снятия людей с полузатопленных зданий, сооружений, деревьев и местных предметов или спасения их из воды все плавсредства, исполь-

зубые для выполнения спасательных работ, обязательно оснащают необходимым оборудованием и приспособлениями.

Медицинскую помощь оказывают спасательные подразделения или санитарные дружины непосредственно в зоне затопления (первая медицинская помощь) и после доставки на причал (первая врачебная помощь).

Обстановка в районе наводнения может резко осложниться в результате разрушения гидротехнических сооружений. Работы в этом случае проводятся с целью повышения устойчивости защитных свойств существующих дамб, плотин и насыпей; предупреждения или ликвидации подмыва водой земляных сооружений и наращивания их высоты.

Борьбу с наводнением в период ледохода ведут путем устранения затон и заборов, образующихся на реках.

Проведение спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ при борьбе с наводнениями вызывает определенную опасность для жизни личного состава формирований. Поэтому личный состав формирований должен быть обучен правилам поведения на воде, приемам спасения людей и пользования спасательным инвентарем. При проведении работ запрещается пользоваться неисправным инвентарем, перегружать плавсредства, вести взрывные работы вблизи линий электропередач, подводных коммуникаций, промышленных и других объектов без предварительного согласования с соответствующими организациями.

При селевых потоках и оползнях непосредственное регулирование селей осуществляют гидротехнические сооружения. Основным способом борьбы с *селями* – закрепление стимулирование развития почвенного и растительного покрова на горных склонах, и особенно в местах зарождения селей, а также уменьшение поступления поверхностных вод, спуск талой воды, перекачка воды с помощью насосов, правильное размещение на склонах гор различных инженерных гидротехнических сооружений. Эффективный способ борьбы с селями – улавливание их специальными котлованами, а также искусственное разжижение селевого потока водой.

С началом образования селя противоселевая служба предупреждения оповещает население и формирования. Проводится сбор формирований и выдвижение их к угрожаемым участкам.

Спасательные и аварийно-технические группы спасают людей и эвакуируют их в безопасные районы, устраивают проезды, очищают смотровые колодцы и камеры на коммунально-энергетических сетях, восстанавливают дороги, гидротехнические и дорожные сооружения.

*При оползнях* о начавшейся подвижке пород склона штаб ГО оповещает объекты и население, проживающее в оползневом районе, организует эвакуацию населения и материальных ценностей, приводит в готовность формирования. В оползневый район (очаг) высылают разведку и оперативную группу во главе с ведущим специалистом оползневой станции.

На основании данных разведки и личного наблюдения начальник оперативной группы уточняет задачи формирования. В первую очередь проводят розыск пораженных людей и извлечение их из завалов и разрушенных зданий и сооружений, оказывают первую медицинскую помощь. Аварийно-технические группы устраивают проезды в завалах, локализируют и ликвидируют пожары. Формирования инженерной службы ликвидируют последствия оползня. После остановки оползня формирования дорожных и мостостроительных организаций приступают к работам по восстановлению дорог, мостов, линий и средств связи, сооружению водоотводных канав, очистке дорог и улиц от заносов и завалов.

При ликвидации оползней личный состав формирований и население должны строго соблюдать меры предосторожности. Опасные участки ограждают специальными знаками, обращают особое внимание на крен работающих машин. При работе в ночное время траншеи, канавы и другие опасные места ограждают и обозначают световыми сигналами.

При снежных лавинах, заносах и обледенениях. С возникновением угрозы снежных заносов и обледенении штаб ГО приводит в готовность службы и формирования, оповещает население. Для борьбы со снежными наносами и обледенением привлекаются формирования общего назначения и служб, а также все трудоспособное население данного района, а при необходимости и соседних районов.

Снегоочистительные работы в городах в первую очередь проводятся на основных транспортных магистралях, восстанавливается работа жизнеобеспечивающих объектов энерго-, тепло- и водоснабжения. Снег с дорожного полотна удаляют в подветренную сторону. Широко используют инженерную технику, находящуюся на оснащении формирований, а также снегоочистительную технику объектов. Для проведения работ привлекается весь наличный транспорт, погрузочная техника в население.

При обледенении наиболее подвержены разрушительному действию линии электропередач и связи, контактные сети электротранспорта. В борьбе с обледенением используют три способа – механический, тепловой и с применением антиобледенителей. Механический способ заключается в том, что намерзающий лед и снег сбивают с проводов шестами, скребками, укрепленными на шестах, веревками, перекинутыми через провода. На контактных сетях электрифицированного транспорта применяют специально оборудованные автодрезины и электровозы. При тепловом способе используют переменный и постоянный ток.

На дорогах лед скалывают или посыпают песком, шлаком, мелким гравиом и в первую очередь на участках с плохой видимостью и поворотах.

*Борьба со снежными лавинами* имеет долгосрочный характер и организуется противолавинными службами. В местах снегонакопления устанавливают щиты и заборы, благодаря чему снег накапливается в безопасных местах.

На склонах гор для удержания снега высаживают леса, устанавливают щиты и изгороди, проволочные сетки. На путях возможного схода лавин сооружают отбойные дамбы, лавинорезы, навесы, галереи.

Опасные участки, где снег накапливается и угрожает обвалом, обстреливают из артиллерийских орудий и минометов.

В районах постоянной угрозы организуют лавинные станции, они ведут наблюдение и предупреждают об опасности.

При использовании формирований для ликвидации последствий схода лавин учитывают низкую температуру окружающего воздуха, сильный ветер, снегопад и гололед. Эти факторы обуславливают необходимость обеспечивать людей теплой одеждой и проводить мероприятия, исключающие обморожение и несчастные случаи. Снегоочистительные и снегоуборочные машины оборудуют звуковой и световой сигнализацией, обеспечивают приборами оповещения.

При работах по ликвидации снежных заносов, обледенении и их последствий организуются места для обогрева и отдыха личного состава нормирования и привлекаемого населения.

При бурях и ураганах простятся предупредительные, спасательные и аварийно-восстановительные работы. В районах, где наиболее часто возникают ураганы, здания и сооружения строят из наиболее прочных материалов, с наименьшей парусностью, ставят наиболее прочные опоры линий электропередач и связи, для укрытия людей возводят заглубленные сооружения. О времени появления урагана оповещают штабы ГО объектов по информированию населения.

До подхода ураганного ветра закрепляют технику, отдельные строения, в производственных помещениях и жилых домах закрывают двери, окна, отключают электросети, газ, воду. Население укрывается в защитных или заглубленных сооружениях.

После урагана формирования совместно со всем трудоспособным населением объекта проводят спасательные и аварийно-восстановительные работы; спасают людей из заваленных защитных и других сооружений и оказывают им помощь, восстанавливают поврежденные здания, линии электропередач и связи, газо- и водопровода, ремонтируют технику, проводят другие аварийно-восстановительные работы.

При крупных авариях и катастрофах организация работ по ликвидации последствий проводится с учетом обстановки, сложившейся после аварии или катастрофы, степени разрушения и повреждения зданий и сооружений, технологического оборудования, агрегатов, характера аварий на коммунально-энергетических сетях и пожаров, особенностей застройки территории объекта и других условий.

Работы по организации ликвидации последствий аварий и катастроф проводятся в сжатые сроки: необходимо быстро спасти людей, находящихся под обломками зданий, в заваленных подвалах, и оказать им

экстренную медицинскую помощь, а также предотвратить другие катастрофические последствия, связанные с гибелью людей и потерей большого количества материальных ценностей.

С возникновением аварии или катастрофы начальник гражданской обороны на основании данных разведки и личного наблюдения принимает решение на ликвидацию последствий и ставит задачи формированиям.

Начальники участков руководят спасательными и неотложными аварийно-восстановительными работами. Они указывают командирам формирований наиболее целесообразные приемы и способы выполнения работ, определяют материально-техническое обеспечение, сроки окончания работ и представляют донесения об объеме выполненных работ, организуют питание, смену и отдых личного состава формирований.

Мероприятия по предупреждению крупных аварий и катастроф. Крупные производственные аварии и катастрофы наносят большой ущерб народному хозяйству, поэтому обеспечение безаварийной работы имеет исключительно большое государственное значение. Современное промышленное предприятие является сложным инженерно-техническим комплексом. Успех его работы во многом зависит от состояния других предприятий отрасли, объектов смежных отраслей, обеспечивающих поставки по кооперации, а также от состояния энергоснабжения, транспортных коммуникаций, связи и т.п. Мероприятия по предупреждению аварий и катастроф являются наиболее сложными и трудоемкими. Они представляют комплекс организационных и инженерно-технических мероприятий, направленных на выявление и устранение причин аварий и катастроф, максимальное снижение возможных разрушений и потерь в случае, если эти причины полностью не удастся устранить, а также на создание благоприятных условий для организации и проведения спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ.

Наиболее эффективным мероприятием является закладка в проекты вновь создаваемых объектов планировочных, технических и технологических решений, которые должны максимально уменьшить вероятность возникновения аварий или значительно снизить материальный ущерб в случае, если авария произойдет. Так, для снижения пожарной опасности предусматривается уменьшение удельного веса сгораемых материалов. При проектировании новых и реконструкции существующих систем водоснабжения учитывается потребность в воде не только для производственных целей, но и для случая возникновения пожара. Подобные решения разрабатываются и по другим элементам производства. Учитываются требования охраны труда, техники безопасности, правила эксплуатации энергетических установок, подъемно-кранового оборудования, емкостей под высоким давлением и т.д. Таким образом, эти мероприятия разрабатываются и внедряются комплексно, с охватом всех вопросов, от которых зависит безаварийная работа объектов, с учетом их производ-



ственных и территориальных особенностей, с привлечением всех звеньев управления производственной деятельностью.

**Борьба с пожарами.** Ликвидация пожара состоит из остановки пожара, его локализации, дотушивания и окарауливания.

Основные способы тушения лесных пожаров: захлестывание или забрасывание грунтом кромки пожара, устройство заградительных и минерализованных полос и канав, тушение пожара водой или раствором огнетушащих химикатов, отжиг (пуск встречного огня).

Тушение торфяных подземных пожаров чрезвычайно сложно и трудно, особенно больших пожаров, когда горит слой торфа значительной толщины. Торф может гореть во всех направлениях независимо от направления и силы ветра, а под почвенным горизонтом он горит и во время умеренного дождя и снегопада.

Главным способом тушения подземного торфяного пожара является окапывание горячей территории торфа оградительными канавами. Канавы рекомендуется копать шириной 0,7–1,0 м и глубиной до минерального грунта или грунтовых вод. При проведении земляных работ широко используется специальная техника: канавокопатели, экскаваторы, бульдозеры, грейдеры, другие машины, пригодные для этой работы. Окапывание начинается со стороны объектов и населенных пунктов, которые могут загореться от горящего торфа. Для тушения горящих штабелей, караванов торфа, а также тушения подземных торфяных пожаров используется вода в виде мощных струй. Водой заливают места горения торфа под землей и на поверхности земли.

Спасательные работы при пожарах. Успех борьбы с лесными и торфяными пожарами во многом зависит от их своевременного обнаружения и быстрого принятия мер по их ограничению и ликвидации. При обнаружении очага пожара начальник гражданской обороны объекта и его штаб принимают все меры к его ликвидации: на основании данных разведки и других полученных сведений оценивают пожарную обстановку, принимают решение и ставят задачи формированиям.

Командир формирования после получения и уяснения задачи организует выдвижение формирования к указанному участку пожара. Для уточнения обстановки на маршруте и в районе пожара он высылает разведку, которая выявляет: характер пожара и его границы; направление распространения огня и возможные места устройства заградительных опорных полос; наличие и состояние водоисточников, подъездные пути к ним; пути вывода и способы спасения людей, находящихся на участке пожара.

При подходе формирования к участку пожара его командир на основе полученной задачи, данных разведки, личного наблюдения определяет приемы, способы и порядок действия при тушении пожара, ставит задачу каждому подразделению. При постановке задачи он указывает направле-

ние распространения пожара, приемы, способы и порядок действий при тушении пожара, район отдыха, пункт питания, меры безопасности.

Формирования общего назначения при тушении и локализации пожара действуют самостоятельно или во взаимодействии с лесопожарными, противопожарными и другими формированиями.

Спасение людей – главная задача спасательных работ при пожарах. Из зон возможного распространения пожара эвакуируются люди и материальные ценности. В первую очередь разыскивают людей, оказавшихся в горящих районах, зданиях и сооружениях. Розыск людей осуществляют в целях безопасности парами: один разыскивает, а второй страхует его с помощью веревки, находясь в менее опасном месте. В условиях сильного задымления и скопления угарного газа спасателям следует работать в противогазах с использованием дополнительного патрона.

Меры безопасности при борьбе с пожарами. Весь личный состав, привлекаемый для тушения пожаров, изучает правила техники безопасности. Руководители тушения пожаров и личный состав, работающий на кромке огня, обеспечиваются противодымными масками или противогазами с дополнительными патронами. Командир формирования перед началом работ указывает личному составу места укрытий от огня и пути подхода к ним, характерные ориентиры на местности в противоположной стороне от очага пожара, выделяет в подразделениях проводников и наблюдателей, определяет порядок использования техники.

Техника используется группами (не менее двух машин). Ближе к фронту пожара направляют тракторы с коловратными насосами. Они в лесу более надежны, чем автомашины, – из опасной зоны их можно вывести без тягачей.

Особая осторожность должна соблюдаться при тушении подземных пожаров, так как можно провалиться в выгоревшую яму.

При взрывных работах следует строго соблюдать «Единые правила безопасности при ведении взрывных работ». Уходить с рабочего места на пожаре без разрешения руководителя тушения пожара или командира формирования запрещается. Запрещается в зоне действующего пожара устраивать ночлег.

## 2. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ПРОВЕДЕНИЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ И МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

➤ Обследование и мониторинг технического состояния зданий и сооружений проводятся специализированными организациями, оснащенными современной приборной базой и имеющими в своем составе высококвалифицированных и опытных специалистов. *Требования* к специализированным организациям, осуществляющим обследование и мониторинг технического состояния зданий и сооружений, определяются федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на ведение государственного строительного надзора. Федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на ведение государственного строительного надзора, также ведется реестр специализированных организаций.

➤ Обследование и мониторинг технического состояния зданий и сооружений проводят:

- не позднее чем через два года после их ввода в эксплуатацию. В дальнейшем – не реже одного раза в 10 лет и не реже одного раза в пять лет для зданий и сооружений или их отдельных элементов, работающих в неблагоприятных условиях (агрессивные среды, вибрации, повышенная влажность, сейсмичность района 7 баллов и более и др.). Для уникальных зданий и сооружений устанавливается постоянный режим мониторинга;

- по истечении нормативных сроков эксплуатации зданий и сооружений;

- при обнаружении значительных дефектов, повреждений и деформаций в процессе технического обслуживания, осуществляемого собственником здания (сооружения);

- по результатам последствий пожаров, стихийных бедствий, аварий, связанных с разрушением здания (сооружения);
- по инициативе собственника объекта;
- при изменении технологического назначения здания (сооружения);
- по предписанию органов, уполномоченных на ведение государственного строительного надзора.

➤ Результаты обследования и мониторинга технического состояния зданий и сооружений в виде соответствующих заключений должны содержать необходимые данные для принятия обоснованного решения по реализации целей проведения обследования или мониторинга.

➤ Средства испытаний, измерений и контроля, применяемые при обследовании и мониторинге технического состояния объектов, должны быть подвергнуты своевременной поверке (калибровке) в установленном порядке и соответствовать нормативным документам и технической документации по метрологическому обеспечению.

➤ *При выполнении работ по обследованию и мониторингу технического состояния объектов должны соблюдаться правила техники безопасности.*

➤ При обнаружении во время проведения работ повреждений конструкций, которые могут привести к резкому снижению их несущей способности, обрушению отдельных конструкций или серьезному нарушению нормальной работы оборудования, кранам, способным привести к потере устойчивости здания или сооружения, необходимо немедленно проинформировать об этом, в том числе в письменном виде, собственника объекта, эксплуатирующую организацию, местные органы исполнительной власти и органы, уполномоченные на ведение государственного строительного надзора.

➤ Заключение по итогам проведенного обследования технического состояния зданий и сооружений или этапа их мониторинга

подписывают непосредственно исполнители работ, руководители их подразделений и утверждают руководители организаций, проводивших обследование или этап мониторинга.

### 3. МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

✓ Мониторинг технического состояния зданий и сооружений проводят для:

- контроля технического состояния зданий и сооружений и своевременного принятия мер по устранению возникающих негативных факторов, ведущих к ухудшению этого состояния;

- выявления объектов, на которых произошли изменения напряженно-деформированного состояния несущих конструкций и для которых необходимо обследование их технического состояния;

- обеспечения безопасного функционирования зданий и сооружений за счет своевременного обнаружения на ранней стадии негативного изменения напряженно-деформированного состояния конструкций и грунтов оснований, которые могут повлечь переход объектов в ограниченно работоспособное или в аварийное состояние;

- отслеживания степени и скорости изменения технического состояния объекта и принятия в случае необходимости экстренных мер по предотвращению его обрушения.

✓ При выборе системы наблюдений необходимо учитывать цель проведения мониторинга, а также скорости протекания процессов и их изменение во времени, продолжительность измерений, ошибки измерений, в том числе за счет изменения состояния окружающей среды, а также влияния помех и аномалий природно-техногенного характера. Программу проведения мониторинга согласовывают с заказчиком. В ней, наряду с перечислением видов работ, устанавливают периодичность наблюдений с учетом технического состояния объекта и общую продолжительность мониторинга.

✓ Методика и объем системы наблюдений при мониторинге, включая измерения, должны обеспечивать достоверность и полноту получаемой информации для подготовки исполнителем обоснованного заключения о текущем техническом состоянии объекта (объектов).

✓ В ходе длительных наблюдений и при изменении внешних условий необходимо обеспечить учет изменения условий и компенсационные поправки (температурные, влажностные и т.п.) для измерительных устройств.

✓ Используемые для наблюдений средства измерений и оборудование должны быть сертифицированы, поверены (калиброваны) и аттестованы уполномоченными органами.

✓ В результате проведения каждого этапа мониторинга должна быть получена информация, достаточная для подготовки обоснованного заключения о текущем техническом состоянии здания или сооружения и выдачи краткосрочного прогноза о его состоянии на ближайший период.

✓ Первоначальным этапом мониторинга технического состояния зданий и сооружений (за исключением общего мониторинга технического состояния зданий и сооружений) является обследование технического состояния этих зданий и сооружений. На этом этапе устанавливают категории технического состояния зданий и сооружений, фиксируют дефекты конструкций, за изменением состояния которых (а также за возникновением новых дефектов) будут осуществляться наблюдения при мониторинге.

✓ В случае получения на каком-либо этапе мониторинга данных, указывающих на ухудшение технического состояния всей конструкции или ее элементов, которое может привести к обрушению здания или сооружения, организация, проводящая мониторинг, должна немедленно проинформировать об этом, в том числе в письменном виде, собственника объекта, эксплуатирующую организацию, местные органы

исполнительной власти, территориальные органы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, а на объектах, поднадзорных Ростехнадзору, - также территориальные органы Ростехнадзора.

#### 4. ОБЩИЙ МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

- Общий мониторинг технического состояния зданий и сооружений проводят для выявления объектов, изменение напряженно-деформированного состояния которых требует обследования их технического состояния.

- При общем мониторинге, как правило, не проводят обследование технического состояния зданий и сооружений в полном объеме, а проводят визуальный осмотр конструкций с целью приблизительной оценки категории технического состояния, измеряют динамические параметры конкретных зданий и сооружений (приложение I.) и составляют паспорт здания или сооружения (приложение II).

- Если по результатам приблизительной оценки категория технического состояния здания или сооружения соответствует нормативному или работоспособному техническому состоянию, то повторные измерения динамических параметров проводят через два года.

- Если по результатам повторных измерений динамических параметров их изменения не превышают 10 %, то следующие измерения проводят еще через два года.

- Если по результатам приблизительной оценки категория технического состояния здания или сооружения соответствует



ограниченно работоспособному или аварийному состоянию или если при повторном измерении динамических параметров здания или сооружения результаты измерений различаются более чем на 10 %, то техническое состояние такого здания или сооружения подлежит обязательному внеплановому обследованию.

- По результатам общего мониторинга технического состояния зданий и сооружений исполнитель составляет заключение (приложение III) по этапу общего мониторинга технического состояния зданий и сооружений и заключения о техническом состоянии каждого здания и сооружения, по которым проводился общий мониторинг технического состояния (приложение I).

## **5. МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ, НАХОДЯЩИХСЯ В ОГРАНИЧЕННО РАБОТОСПОСОБНОМ ИЛИ АВАРИЙНОМ СОСТОЯНИИ**

➤ При мониторинге технического состояния зданий и сооружений, категория технического состояния которых соответствует ограниченно работоспособному или аварийному состоянию, контролируют процессы, протекающие в конструкциях зданий и сооружений и грунте до выполнения работ по восстановлению или усилению объектов и во время проведения таких работ.

➤ На каждой стадии мониторинга технического состояния конструкций зданий и сооружений и грунта проводят следующие работы:

- определяют текущие динамические параметры объекта и сравнивают их с параметрами, измеренными на предыдущем этапе;

- фиксируют степень изменения ранее выявленных дефектов и повреждений конструкций объекта и выявляют вновь появившиеся дефекты и повреждения;

- проводят повторные измерения деформаций, кренов, прогибов и т.п. и сравнивают их со значениями аналогичных величин, полученными на предыдущем этапе;

- анализируют полученную на данном этапе мониторинга информацию и делают заключение о текущем техническом состоянии объекта.

➤ По результатам технического состояния зданий и сооружений, находящихся в ограниченно работоспособном или аварийном состоянии составляется заключение в установленной форме (приложение IV).

## **6. МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ, ПОПАДАЮЩИХ В ЗОНУ ВЛИЯНИЯ НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА, РЕКОНСТРУКЦИИ ИЛИ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ**

- Реализация целей мониторинга технического состояния зданий и сооружений, попадающих в зону влияния нового строительства и природно-техногенных воздействий, осуществляется на основе:

- определения абсолютных и относительных значений деформаций конструкций зданий и сооружений и сравнения их с расчетными и допустимыми значениями;

- выявления причин возникновения и степени опасности деформаций для нормальной эксплуатации объектов;

- принятия своевременных мер по борьбе с возникающими деформациями или по устранению их последствий;

- уточнения расчетных данных и физико-механических характеристик грунтов;

- уточнения расчетных схем для различных типов зданий, сооружений и коммуникаций;

- установления эффективности принимаемых профилактических и защитных мероприятий;

- уточнения закономерностей процесса сдвижения грунтовых пород и зависимости его параметров от основных влияющих факторов.

- Мониторинг технического состояния зданий и сооружений, попадающих в зону влияния нового строительства и природно-техногенных воздействий, планируют до начала строительства или ожидаемого природно-техногенного воздействия.

- *Научно-техническое сопровождение и мониторинг нового строительства или реконструкции объектов допускается осуществлять в соответствии с МРДС 02-2008 «Пособие по научно-техническому сопровождению и мониторингу строящихся зданий и сооружений, в том числе большепролетных, высотных и уникальных».*

- *При мониторинге технического состояния зданий и сооружений, попадающих в зону влияния нового строительства или реконструкции объектов, устраиваемых открытым способом, используют данные (радиус зоны влияния, дополнительные деформации и др.) в соответствии с МГСН 2.07-2001 «Основания, фундаменты и подземные сооружения».*

- *Оценку зоны влияния динамических воздействий на окружающие здания и сооружения при погружении свайных элементов строящихся зданий проводят в соответствии со СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты».*

- *Внешние границы мульды сдвижения на земной поверхности при подземном способе возведения объекта определяют по граничным*

углам, а внешние границы опасной ее части – по углам сдвижения. Значения этих углов зависят от свойств горных пород и определяются опытным путем. При отсутствии опытных данных значения граничных углов и углов сдвижения определяют в соответствии с нормативной документацией [3]. Углы разрывов принимают на  $10^\circ$  более углов сдвижения.

- Определение значений ожидаемых максимальных сдвижений и деформаций земной поверхности и ожидаемых сдвижений и деформаций в точках мульды сдвижений при подземном способе возведения объекта проводят в соответствии с ГОСТ [3].

- Общую продолжительность процесса сдвижения земной поверхности над производимой подземной выработкой и период опасных деформаций определяют в соответствии с ГОСТ [3].

- При мониторинге технического состояния зданий и сооружений, попадающих в зону влияния строительства или реконструкции объектов при подземном способе их возведения, проводят геодезическо-маркшейдерские работы, которые выполняются в процессе всего производственного цикла строительства объекта до затухания процесса деформирования как самого объекта, так и массива грунтовых пород в соответствии с согласованной в установленном порядке проектной документацией.

- Составлению программы наблюдений должны предшествовать оценка и прогноз геомеханического состояния породного массива в районе крупного строительства и зоне его влияния на объекты, расположенные на земной поверхности.

- Оценку геомеханического состояния до начала строительных работ проводят на основании геологических данных и инженерных изысканий. При этом особое внимание уделяют определению природного поля напряжений, характеристике тектонических нарушений,

трещиноватости, слоистости, водообильности, карстообразованию и другим особенностям массива.

- Прогноз изменения геомеханического состояния породного массива под влиянием горных работ проводят как для типовых условий строительства и эксплуатации объекта, так и для аварийных ситуаций (разрушение крепи котлованов, прорыв в них плывунов, развитие карстовых образований, активизация древних оползней и т.д.). Прогноз состоит из определения ожидаемых параметров развития геомеханических процессов, основными из которых являются:

- размеры и местоположения зон сдвижения;
- значения максимальных сдвижений и деформаций;
- характер распределения деформаций в мульде сдвижения;
- общая продолжительность процесса сдвижения и периода опасных деформаций.

- Инструментальные наблюдения за сдвижением земной поверхности и расположенными на ней объектами проводят с целью получения информации об изменении геомеханического состояния породного массива, на основании которой можно своевременно принимать необходимые профилактические и защитные меры.

- Инструментальные наблюдения за сдвижением земной поверхности и сооружений проводят с помощью системы реперов, закладываемых в грунт и конструкции зданий и сооружений, а за сдвижением толщи горных пород – с помощью глубинных реперов, закладываемых в скважины. На застроенных территориях, для исключения возможности повреждений подземных коммуникаций, места закладки реперов должны согласовываться с органами местной исполнительной власти. Закладка реперов и начальные наблюдения на них должны проводиться до начала строительства. Порядок разбивки наблюдательной сети реперов представлен в *ГОСТ [3]*.

- Одновременно с разбивкой наблюдательной сети реперов должны намечаться места для закладки трех исходных реперов, с помощью которых в дальнейшем будет определяться положение опорных реперов профильной линии по высоте и контролироваться их неподвижность.

- Для наблюдения за отдельными зданиями и сооружениями, попадающими в зону влияния нового строительства и природно-техногенных воздействий, закладываются стенные и грунтовые реперы. До начала наблюдений осуществляется обследование их технического состояния, регистрация динамических параметров, составление паспортов.

- Наблюдения за сдвижением земной поверхности, а также за деформациями зданий и сооружений, попадающих в зону влияния строительства подземного сооружения, заключаются в периодическом инструментальном определении положения реперов с фиксированием видимых нарушений, а также всех факторов, влияющих на значения и характер сдвижений и деформаций. Для зданий и сооружений также проводят измерения их динамических параметров.

- Наблюдения за деформациями оснований зданий и сооружений проводят по ГОСТ 24846. При наблюдениях за зданиями определяют неравномерность оседаний фундаментов, фиксируют трещины и другие повреждения конструкций, надежность узлов их опирания, наличие необходимых зазоров в швах и шарнирных опорах. Для промышленных зданий определяют также относительные горизонтальные перемещения отдельно стоящих фундаментов колонн, крены фундаментов технологического оборудования, а при наличии мостовых кранов – отклонения от проектного положения подкрановых путей: поперечный и продольный уклоны, изменения ширины колеи и приближение крана к строениям.

- Определение точности измерения вертикальных и горизонтальных деформаций проводят в зависимости от ожидаемого расчетного значения перемещения. При отсутствии данных по расчетным значениям деформаций оснований и фундаментов допускается устанавливать класс точности измерений вертикальных и горизонтальных перемещений:

I – для зданий и сооружений: уникальных, находящихся в эксплуатации более 50 лет, возводимых на скальных и полускальных грунтах;

II – для зданий и сооружений, возводимых на песчаных, глинистых и других сжимаемых грунтах;

III – для зданий и сооружений, возводимых на насыпных, просадочных, заторфованных и других сильно сжатых грунтах;

IV – для земляных сооружений.

- Предельные погрешности измерения крена в зависимости от высоты  $H$  здания или сооружения не должны превышать следующих значений, мм:

- для гражданских зданий и сооружений  $0,0001H$ ;

- для промышленных зданий и сооружений  $0,0005H$ ;

- для фундаментов под машины и агрегаты  $0,00001H$ .

- Геодезическими методами и приборами по наблюдательным реперам измеряют вертикальные и горизонтальные перемещения земной поверхности и, при необходимости, дна котлована. При появлении трещин на земной поверхности в пределах приоткосной зоны организуют дополнительные систематические наблюдения за их развитием по протяженности, ширине и глубине.

- Одновременно с инструментальными наблюдениями на земной поверхности проводят маркшейдерские наблюдения непосредственно в подземном сооружении.

- По материалам измерений, вычислений и геолого-маркшейдерской документации составляют заключение (приложение V), содержащее необходимую информацию о состоянии зданий и сооружений, попадающих в зону влияния крупного нового строительства и природно-техногенных воздействий, изменении геомеханического состояния породного массива; степени опасности и скорости развития негативных процессов (если требуется). К заключению прикладывают документацию, подтверждающую сделанные в нем выводы.

## 7. МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

✓ Мониторинг технического состояния оснований и строительных конструкций уникальных зданий и сооружений проводят с целью обеспечения их безопасного функционирования, его результаты являются основой эксплуатационных работ на этих объектах. При мониторинге осуществляют контроль за процессами, протекающими в конструкциях объектов и грунте, для своевременного обнаружения на ранней стадии тенденции негативного изменения напряженно-деформированного состояния конструкций и оснований, которое может повлечь переход объекта в ограниченно работоспособное или аварийное состояние, а также получения необходимых данных для разработки мероприятий по устранению возникших негативных процессов.

✓ Состав работ по мониторингу технического состояния оснований и строительных конструкций уникальных зданий и сооружений регламентируется индивидуальными программами проведения измерений



и анализа состояния несущих конструкций в зависимости от технического решения здания или сооружения и его деформационного состояния.

✓ В эксплуатируемом уникальном здании или сооружении, как правило, доступ к большей части несущих конструкций существенно ограничен, а работы по традиционному обследованию технического состояния конструкций трудоемки и дороги. Для таких объектов применяют специальные методы и технические средства раннего выявления и локализации мест изменения напряженно-деформированного состояния конструкций с последующим обследованием технического состояния выявленных опасных участков конструкций.

✓ Для проведения контроля и ранней диагностики технического состояния оснований и строительных конструкций уникального здания или сооружения устанавливают автоматизированную стационарную систему мониторинга технического состояния (в соответствии с заранее разработанным проектом), которая должна обеспечивать в автоматизированном режиме выявление изменения напряженно-деформированного состояния конструкций с локализацией их опасных участков, определение уровня крена здания или сооружения, а в случае необходимости - и других параметров (деформации, давление и др.). Настройку автоматизированной стационарной системы мониторинга осуществляют, как правило, с использованием заранее разработанной математической модели для проведения комплексных инженерных расчетов по оценке возникновения и развития дефектов в строительных конструкциях, в том числе и в кризисных ситуациях.

✓ Автоматизированная стационарная система мониторинга технического состояния оснований и строительных конструкций должна:

- проводить комплексную обработку результатов проводимых измерений;

- проводить анализ различных измеренных параметров строительных конструкций (динамических, деформационных, геодезических и др.) и сравнение с их предельными допустимыми значениями;

- предоставлять достаточную информацию для выявления на ранней стадии тенденции негативного изменения напряженно-деформированного состояния конструкций, которое может привести к переходу объекта в ограниченно работоспособное или аварийное состояние.

- ✓ При выявлении мест изменения напряженно-деформированного состояния конструкций проводят обследование этих частей, и по его результатам делают выводы о техническом состоянии конструкций, причинах изменения их напряженно-деформированного состояния и необходимости принятия мер по восстановлению или усилению конструкций.

- ✓ По результатам мониторинга технического состояния оснований и строительных конструкций уникальных зданий и сооружений выдают заключение, форма которого должна быть разработана по результатам проектирования автоматизированной стационарной системы мониторинга технического состояния оснований и строительных конструкций.

- ✓ Мониторинг системы инженерно-технического обеспечения уникальных зданий и сооружений проводят с целью обеспечения ее безопасного функционирования. Его результаты являются основой работ по обеспечению безопасной эксплуатации этих объектов. При мониторинге осуществляется контроль за работоспособностью и результатами работы системы инженерно-технического обеспечения для своевременного обнаружения на ранней стадии негативных факторов, угрожающих безопасности уникальных зданий и сооружений.

- ✓ Для проведения контроля и ранней диагностики технического состояния системы инженерно-технического обеспечения конкретного

уникального здания (сооружения) устанавливают систему мониторинга инженерно-технического обеспечения (в соответствии с заранее разработанным проектом).

✓ При мониторинге технического состояния уникальных зданий и сооружений по решению местных органов исполнительной власти, органов, уполномоченных на ведение государственного строительного надзора, или собственника объекта проводят мониторинг общей безопасности этих объектов (с комплексной оценкой риска) на случай возникновения аварийных воздействий природного и техногенного характера.

✓ *Требования к мониторингу общей безопасности объектов (с комплексной оценкой риска) на случай возникновения аварийных воздействий природного и техногенного характера представлены в ГОСТ [3].*

## **8. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ И РАЗРАБОТКЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СТАЦИОНАРНЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ (СООРУЖЕНИЙ)**

Разработка автоматизированных стационарных систем мониторинга технического состояния оснований и строительных конструкций включает в себя следующие этапы:

1. на основе анализа возможных природно-техногенных воздействий, возможных неквалифицированных действий или отсутствия необходимых действий обслуживающего персонала, конструктивных особенностей объекта разрабатываются модели опасности для объекта;

2. на основе моделей опасности, знаний в области строительной механики (в том числе математического и физического моделирования) и работы строительных конструкций проводят анализ поведения конструкций объекта при реализации таких опасностей и составляют методику проведения мониторинга, а также перечень частей и элементов конструкций объекта, которые необходимо контролировать. Для каждой части и каждого элемента конструкций составляют перечень контролируемых параметров;

3. на основе известных или специально разрабатываемых способов и методов контроля параметров конструкций, аппаратуры и оборудования для контроля составляют технологию проведения мониторинга технического состояния упомянутых выше частей и элементов конструкций объекта;

4. на основе опыта обследования и анализа поведения строительных конструкций, учета скоростей развития негативных процессов в конструкциях и степени возможного допущения изменения их напряженно-деформированного состояния разрабатывают регламент проведения мониторинга.

На основе вышеописанных этапов разрабатывают проект автоматизированной стационарной системы мониторинга технического состояния оснований и строительных конструкций, в котором отражают следующие разделы:

- общие данные;
- основные сведения о конструктивных особенностях объекта;
- методика проведения мониторинга;
- технология проведения мониторинга;
- регламент проведения мониторинга;
- состав и технические характеристики комплекса мониторинга;
- формы заключений по этапу мониторинга;

- схемы размещения аппаратуры, оборудования, каналов связи системы мониторинга объекта;

- перечень автоматизированных или выполняемых автоматически процедур мониторинга;

- спецификация приборов и оборудования системы мониторинга.

В рамках проектирования системы мониторинга системы инженерно-технического обеспечения должны быть определены:

- перечень контролируемых параметров работы системы инженерно-технического обеспечения объекта;

- расчетные (проектные) значения контролируемых параметров работы системы инженерно-технического обеспечения объекта;

- состав и технические характеристики аппаратного и программного обеспечения системы мониторинга;

- месторасположение программно-аппаратного обеспечения системы мониторинга;

- алгоритм и критерии принятия управленческих решений по оценке работоспособности системы инженерно-технического обеспечения объекта, угрозы нарушения нормальной эксплуатации и передаче сообщений в единую систему оперативно-диспетчерского управления конкретного города;

- технические решения по взаимодействию системы мониторинга с системой инженерно-технического обеспечения объекта.

## **9. ТРЕБОВАНИЯ К МОНИТОРИНГУ ОБЩЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ (С КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКОЙ РИСКА ОТ АВАРИЙНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА)**

Мониторинг общей безопасности зданий и сооружений заключается в периодическом (на основе наблюдений и обследований) определении риска и скорости его роста до допустимого значения, устанавливаемого для конкретного объекта.

Под риском понимается вероятностная мера опасности или совокупности опасностей, устанавливаемая для объекта в виде возможных потерь за заданное время.

Оценка риска – это определение его значения количественным и качественным способами. Процесс последовательно выполняемых действий по идентификации и прогнозированию опасностей, оценке уязвимости объекта для этих опасностей и установлению возможных потерь объекта и его составляющих для всех случаев реализации опасностей с определенной интенсивностью, повторяемостью и длительностью воздействия за заданное время.

Для оценки риска анализируют следующие исходные данные:

- основные опасности, характерные для данного объекта и их различные сочетания;
- характер и условия эксплуатации объекта;
- характеристики, используемых на объекте веществ, материалов и продуктов;
- генеральный план, тип конструкции объекта, расположение прочих построек и объектов, способных повлиять на возникновение и развитие аварии;
- сведения об авариях и опасных инцидентах, происходивших ранее на объекте;
- зоны, представляющие повышенную опасность для возникновения взрывов при аварийных ситуациях;
- последствия аварий в виде степени повреждения объекта, и ожидаемого числа пострадавших;

- частоту, последствия аварий и приемлемый уровень риска;
- зоны индивидуального риска;
- возможности снижения риска и тяжести последствия аварий.

Уровень риска здания (сооружения) проверяют по формуле:

$$P \leq [P],$$

где  $P$  – риск нанесения зданию (сооружению) ущерба определенного уровня при опасном воздействии данной интенсивности за срок службы объекта;

$[P]$  – допустимый уровень риска (фоновый уровень для Российской Федерации), который принимается равным  $5 \cdot 10^{-6}$ .

Значение риска  $P$  определяют по формуле:

$$P = P(H) \times P(A/H) \times P(T/H) \times P(D/H) \times C,$$

где  $P(H)$  – вероятность возникновения опасности;

$P(A/H)$  и  $P(T/H)$  – вероятности встречи опасности с рассматриваемым объектом в пространстве и времени соответственно;

$P(D/H)$  – вероятность нанесения ущерба данного уровня;

$C$  – относительный ущерб (отношение стоимости ущерба к стоимости объекта).

Риск ниже фонового уровня, равного  $5 \cdot 10^{-6}$ , является приемлемым (не требует мероприятий по его снижению); свыше  $5 \cdot 10^{-5}$  – является недопустимым (требует срочной системы мер для его снижения); риск в интервале от  $5 \cdot 10^{-6}$  до  $5 \cdot 10^{-5}$  - для снижения уровня риска требуется система мер, полнота и сроки реализации которой устанавливаются с учетом экономических и социальных аспектов.

## 10. ГЕОТЕХНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ (ВКЛЮЧАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ)

Основной задачей геотехнического мониторинга является своевременное выявление и прогнозирование развития опасных геологических процессов, влияющих на безопасное состояние зданий и сооружений, в целях разработки и реализации мер по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Система геотехнического мониторинга является одной из составных частей системы безопасности любых проектируемых зданий и сооружений высокого уровня ответственности и должна входить в состав стационарной станции мониторинга. Наблюдения должны осуществляться как в период строительства, так и в период последующей эксплуатации. Система геотехнического мониторинга должна быть построена в соответствии с блок-схемой, показанной на рисунке.

**Геотехнический мониторинг** подразделяется на 3 основных: мониторинг подземных вод и проявлений опасных геологических процессов; мониторинг напряженно-деформированного состояния грунтового массива на контакте с фундаментом и конструкций проектируемого здания; геодезический мониторинг существующих зданий и сооружений в зоне влияния проектируемого строительства.

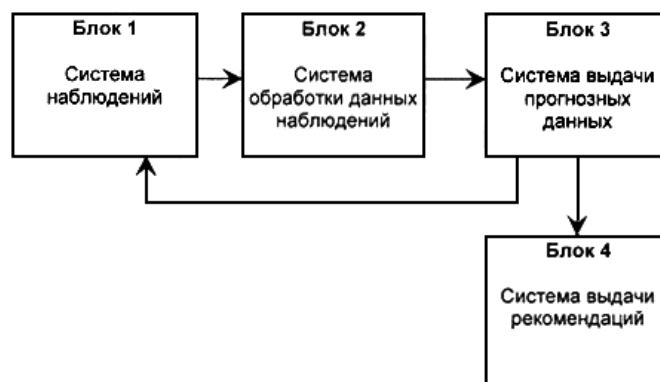




Рис. 1. Блок-схема. Принцип построения системы геотехнического мониторинга.

Наблюдения за подземными водами включают измерения уровней, температуры, определение химического состава, режим водоотлива (в период строительства) и дренажа (в период эксплуатации). Наблюдения за проявлениями опасных геологических процессов включают мониторинг вертикальных и горизонтальных перемещений грунтов, вызванных опасными геологическими процессами (оползни, карстово-суффозионные процессы, суффозия, неравномерные деформации). Наблюдения за грунтовым массивом на контакте со зданием включают мониторинг напряженно-деформированного состояния на контакте фундамента с основанием, ограждающих конструкций с окружающим грунтовым массивом. Наблюдения за строящимися зданиями и сооружениями включают наблюдения за осадками зданий по настенным реперам, напряжениями в фундаменте и несущих конструкциях подземной части, креном, колебаниями зданий, регулярные визуальные обследования поверхностей фасадов и несущих конструкций, описание и замеры трещин. Наблюдения за внешними воздействиями на объект включают замеры ветровых нагрузок, вибрационных и сейсмических воздействий, температуры воздуха, атмосферного давления, атмосферных осадков.

Наблюдения и сбор данных мониторинга необходимо проводить с использованием автоматизированных средств наблюдения (датчиков) во всех случаях, когда частота замеров не менее чем 1 раз в квартал или на труднодоступных участках наблюдаемого объекта. Беспроводные технологии связи обеспечивают экономичность строительства, повсеместную доступность пунктов наблюдения и оперативность доступа к данным. Измерительные комплексы позволяют осуществлять мониторинг уровней и температур на обширных территориях. Сбор

данных производится с использованием беспроводных технологий - по радиоканалу, либо по GSM-сетям. Аппаратура этих систем может длительное время работать автономно без замен источников питания и технического обслуживания.

Система сбора данных наблюдений предусматривает считывание наблюдаемых параметров с датчиков в автоматическом режиме и ручной ввод данных, получаемых при ручном замере параметров и получаемых из сторонних источников (например, атмосферных осадков и давления, температуры воздуха - с ближайшей станции Госкомгидромета). Система выдачи прогнозных данных построена на использовании математических моделей наблюдаемых процессов и явлений. Регулярно по данным мониторинга производится калибровка моделей и расчет прогнозного состояния наблюдаемых параметров объекта и среды. Для каждого измеряемого параметра устанавливаются предельно допустимые изменения и возможные наиболее опасные сочетания изменений наблюдаемых параметров. При выявлении тенденции приближения какого-либо параметра к предельно допустимому значению система прогнозирования формирует сигнал, предупреждающий о возможном наступлении опасного явления через вычисленный на модели промежуток времени. Система выдачи рекомендаций включает в себя формирование последовательности действий, необходимых для предотвращения развития опасных процессов. Рекомендации должны формироваться системой мониторинга в автоматическом режиме, на основе правил заложенных в программе, и выдаваться оператору. Информация об ожидаемом негативном явлении, которое может вызвать чрезвычайную ситуацию, должна направляться в автоматическом режиме в Городской центр по предупреждению чрезвычайных ситуаций. Система геотехнического мониторинга должна разрабатываться с включением нескольких локальных подсистем, частично контролирующих и дублирующих друг друга.

Мониторинг напряженно-деформированного состояния (НДС) грунтового массива:

В соответствии с "Инструкцией по проектированию зданий и сооружений в районах г. Москвы с проявлением карстово-суффозионных процессов" при проектировании в районах с проявлением карстово-суффозионных процессов необходимо предусматривать в проектах оснащение зданий и сооружений автоматической системой сигнализации о возможных деформациях в связи с проявлениями карстово-суффозионных процессов.

Геодезический мониторинг окружающих зданий и сооружений:

Все здания, попадающие в зону влияния проектируемого котлована, должны быть обследованы и их мониторинг должен быть начат до начала строительных работ. С момента начала вскрытия котлована необходимо проводить постоянные наблюдения за состоянием "стены в грунте".

Мониторинг НДС в подземной части здания:

Прямые измерения характеристик напряженно-деформированного состояния на контактах "фундамент-основание", вертикальных контактах со "стеной в грунте" в несущих конструкциях в фундаментной плите, перекрытиях и несущих стенах (колоннах) подземной частях комплекса.

Мониторинг наземной части здания:

Измерение характеристик напряженно-деформированного состояния в перекрытиях и несущих стенах (колоннах) наземной частях комплекса, собственных колебаний, крена здания.

Мониторинг динамических воздействий:

Включает измерение вибраций, ветровых воздействий (направление и силы ветра), сейсмометрические наблюдения.

## **11. ОРГАНИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В ГОРОДАХ**

Особую роль мониторинг технического состояния зданий и сооружений имеет для таких крупных мегаполисов, как Москва. Масштабное строительство надземных и подземных зданий и сооружений, особенно в стесненных условиях центра города, жизнедеятельность самого мегаполиса оказывают существенное влияние на уже построенные здания и сооружения, приводят к ухудшению строительных свойств грунтов, что в свою очередь создает дополнительные нагрузки в ранее построенных зданиях и увеличивает риск потери их несущей способности.

В настоящее время в г.Москва различные научно-исследовательские и учебные заведения, проектные организации и частные фирмы проводят несогласованные работы по обследованию технического состояния отдельных зданий и сооружений города, в основном, как правило, либо объектов уже находящихся в аварийном состоянии, либо при новом строительстве, реконструкциях, перестройках и др. Однако большое количество зданий и сооружений не охвачено вообще никаким контролем, хотя жизнедеятельность города динамично приводит как к ухудшению свойств грунтов, так и к негативным воздействиям силового и не силового характера на наземные конструкции зданий и сооружений. Все это в условиях истощения нормативных сроков эксплуатации большого количества объектов не допустимо и требует системно организованных наблюдений, т.е. необходима служба мониторинга деформационного состояния зданий и сооружений существующей застройки города.

Московская система мониторинга деформационного состояния сооружений (МСМС) должна создаваться как общегородская система, предназначенная для целенаправленного сбора, накопления, обобщения, хранения и многоаспектного использования информации о

деформационном состоянии (остаточном ресурсе) сооружений различного назначения, включая жилые и общественные здания, промышленные сооружения, исторические памятники и т.п. Ее информация необходима для многоаспектного информационного обеспечения процесса принятия долгосрочных и оперативных решений административно-управленческого и проектно-строительного характера, связанных с использованием информации об остаточных ресурсах сооружений города и опасности их разрушения.

Создание такой системы определяется необходимостью получения новых и эффективного использования существующих экспертных заключений о техническом состоянии, результатов обследования и испытаний, мониторинга технического состояния сооружений города для информационного обслуживания компетентных органов города, выполняющих решения задачи обеспечения безопасности сооружений существующей застройки г. Москвы при изменении инженерно-геологических свойств грунтов, изменении природно-техногенных и возникновении новых техногенных воздействий, изменении несущей способности сооружений во времени, а также из-за изменения условий эксплуатации, реконструкции, перестроек и т.п.

МСМС города как информационная система о техническом состоянии его сооружений кроме осуществления планового мониторинга должна аккумулировать вновь получаемую различными проектными и научными организациями информацию (в результате экспертиз, обследований, испытаний и научно-исследовательских работ) для повышения надежности прогнозируемого состояния сооружений и обеспечения их безопасности. В своей деятельности МСМС должна использовать данные других организаций и служб города, связанных с проблемами изменения условий силового и не силового воздействия на сооружения.

Функциональными задачами МСМС должны быть:

- Организация планового системного мониторинга технического состояния зданий и сооружений города.
- Организация, методическое руководство и выполнение работ по накоплению, хранению, защите и представлению пользователям информационных ресурсов по мониторингу технического состояния зданий и сооружений города.
- Информационное обслуживание процесса долгосрочного и оперативного решения административно-управленческих и строительных задач общегородского уровня по обеспечению безопасности зданий и сооружений города.
- Координация работ по созданию, эксплуатации и развитию МСМС, интеграция ее информационной базы в общегородскую информационную систему.
- Выполнение научно-исследовательских и проектных работ, связанных с развитием и эксплуатацией МСМС.
- Разработка и внедрение системы стандартизации и сертификации в организациях участвующих в МСМС, а также использующих ее информацию.
- Организация разработки и разработка технологий мониторинга технического состояния зданий и сооружений, прикладных информационных технологий, технических средств наблюдений, согласования систем связи с другими смежными информационными системами.
- Обеспечение сохранности государственной и коммерческой тайны, содержащейся в базах данных МСМС, защита информации МСМС от несанкционированного доступа, разрушения, организация регламентного использования информационных ресурсов МСМС.
- Обучение обслуживающего персонала и пользователей МСМС.

➤ Посредническая и рекламно-издательская деятельность в области предоставления услуг по использованию информации МСМС при условии соблюдения прав собственника информации.

Особое значение такая система имеет для мониторинга технического состояния уникальных, в том числе высотных, и экспериментальных зданий и сооружений. Важнейшей проблемой безопасной эксплуатации таких зданий является контроль напряженно-деформированного состояния их несущих конструкций.

В последнее время, особенно после трагедии с комплексом «Трансвааль-Парк», появилось много предложений по использованию для контроля технического состояния несущих конструкций зданий и сооружений автоматических станций, работающих непрерывно (круглосуточно) в режиме реального времени. Однако контроль технического состояния зданий в настоящее время нельзя осуществить автоматически, так как это состояние в соответствии с СП-13-102-2003 и разработанными, находящимися на утверждении МГСН 2.1004, определяется на основе поверочных расчетов с уточненными по результатам обследования расчетной схемой объекта и реальными прочностными характеристиками материала конструкций, что пока не поддается автоматизации. Контроль отдельных параметров ограниченного числа несущих элементов, часто мало говорит о реальном техническом состоянии здания. Режим же круглосуточного мониторинга вообще малоэффективен, а потому и нецелесообразен. Действительно обрушение сооружений может происходить по двум схемам: либо с постепенным накоплением напряжений и деформаций и последующим обрушением несущих конструкций, либо быстротечно (прогрессирующее обрушение) при возможно даже кратковременном, но существенном перегрузе важного несущего элемента конструкций, при разрушении которого и возможно последующее прогрессирующее обрушение.

При первом способе обрушения, как показывает многолетний опыт обследований и мониторинга зданий и сооружений, нет необходимости вести непрерывный контроль деформаций конструкций, достаточно его вести регулярно периодически, например, один раз в год. Защитой от второго способа обрушения в настоящее время может быть только надежный расчет несущих элементов конструкций и соответствующие конструктивные мероприятия, обеспечивающие недопустимость прогрессирующего обрушения, поскольку при такой схеме обрушения не могут помочь какие-либо системы контроля деформаций строительных конструкций, так как если процесс начался, то в силу его быстротечности равносильной взрыву даже предварительное обнаружение не дает возможности предпринять какие-либо действия для его предотвращения или спасения людей и оборудования.

В этой связи возникает необходимость ранней диагностики изменений напряженно-деформированного состояния конструкций и локализации мест такого изменения. Разработана методика диагностики изменения напряженно-деформированного состояния конструкций зданий и сооружений, основанная на их динамическом зондировании, и позволяющая достаточно недорого на ранней стадии выявлять такие изменения, своевременно проводить обследование технического состояния конструкций и предпринимать превентивные меры по не допущению аварийных ситуаций.

## ***12. ПРИМЕРЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СХЕМ МОНИТОРИНГА КОНСТРУКЦИЙ И ОСНОВАНИЙ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ***



Высотные здания (более 75 м) становятся особенностью современного силуэта крупного города. Обеспечение безопасности при их строительстве и эксплуатации требует постоянного контроля состояния (мониторинга) объекта. Вслед за промышленными и специальными сооружениями, такие работы в настоящее время предпринимаются для зданий гражданского назначения. Учитывая, что высотное здание является очень сложным инженерным сооружением, необходимо контролировать техническое состояние и функционирование разнообразных компонентов - инженерных сетей, конструкций в целом и отдельных узлов, поведения грунтового массива и пр. Все эти элементы взаимосвязаны и составляют единую систему мониторинга здания, объединяющую набор отдельных технических решений. Важными вопросами создания системы являются проблемы подбора оборудования и методик, их объединения для мониторинга состояний конструкций надземной и подземной частей высотного здания и грунтов основания.

Существенно, что требования проведения инструментального мониторинга содержатся в Московских Городских Строительных Нормах (МГСН-4.19-2005), которыми руководствуются не только при возведении высотных зданий и многофункциональных комплексов в Москве, но и в других городах России (например, в г. Казани). Нормативы США и Европы предусматривают наблюдение за состоянием конструкций и грунтов основания, но не содержат конкретных указания по методам проведения инструментального мониторинга. Благодаря развитию методик и средств измерений, цифровой обработки сигналов, в настоящее время для мониторинга существует широкий набор возможностей выбора инструментов и методик. Тут важно для конкретного объекта и заданных технико-экономических показателей подобрать оптимальный вариант схемы мониторинга, наиболее полно контролирующей его состояние. Ниже представлены примеры создания различных вариантов схем на

основании опыта мониторинга высотных зданий в России (с 2003 г.) и обобщения практики строительства за рубежом.

Инструментальный мониторинг конструкций и оснований зданий опирается, в основном, на четыре класса методик:

- ✓ геодезические измерения; выполняются как с помощью традиционной нивелировки, так и с использованием современных цифровых датчиков, спутниковых GPS-технологий, возможно лазерное сканирование объекта. Данные методики позволяют определять перемещение объекта (здания или отдельных его частей) в пространстве, в том числе, измерять осадки и крены. Получаемые данные соответствуют состоянию на момент измерений, т.е. при достаточно редких по времени замерах методики не дают подробной динамики поведения объекта;

- ✓ инженерно-геологические наблюдения состояния грунтового массива в основании и в окрестности здания. Существует набор схем как разной трудоемкости и стоимости, так и разной разрешающей способности и информативности - от измерений в отдельных скважинах до межскважинного просвечивания (вплоть до получения 3-мерного томографического изображения). В зависимости от выбора датчиков, можно вести мониторинг дифференциальных (послойных) или суммарных осадок грунтов основания, уровня воды, порового давления в породах (параметра, используемого в расчетах за рубежом). Помимо скважин, важную информацию получают при размещении под фундаментной плитой сети датчиков давления на грунт, в сваях - вертикальных нагрузок. Наблюдения могут вестись непрерывно или достаточно часто по времени, т.е. есть возможность следить за особенностями динамики объекта;

- ✓ измерения нагрузок и деформаций в конструкциях фундамента и надземной части. Тут также существует набор инструментов, ниже рассмотрены схемы с использованием вибрационных датчиков напряжений, монтируемых по 1-, 2- и 3-м пространственным координатам

X, Y, Z в точке и размещаемых в фундаментной плите, а также в стенах, пилонах и колонах здания. Наблюдения могут вестись в автоматическом режиме и, в том числе, непрерывно;

✓ сейсмометрические методики; могут выполняться различными измерительными устройствами - деформографами, наклономерами и сейсмометрами (велосиметрами, акселерометрами). Схемы наблюдений разнообразны, включают варианты возбуждения колебаний здания как искусственными (удары, вибраторы), так и естественными (ветер, микросейсмы) источниками. Сейсмометрические измерения дают "мгновенную" картину состояния объекта, наблюдая которую во времени можно получить разнообразную информацию об особенностях динамики сооружения.

Следует отметить, что если первые три типа наблюдений дают в основном "прямую" информацию (величины осадок, нагрузок и пр.), то регистрация колебаний требует как достаточно сложной предварительной обработки, так и создания моделей динамики сооружения. Особенностью сейсмометрических методик является то, что схемы наблюдений могут быть достаточно простыми (вплоть до одной точки). Кроме того, они дают возможность контролировать не только величины ускорений, но и, как показано ниже, позволяют судить о совместной работе здания и грунтов основания, в том числе выявить неизвестные ранее явления.

Комплексирование первых трех типов мониторинга с сейсмометрическими наблюдениями позволяет связать между собой все получаемые данные. На рис. 2 представлен пример схемы мониторинга, разработанной для высотного комплекса "Континенталь" с плитным фундаментом в Москве на пр. Маршала Жукова. Схема мониторинга включает инструментальную (аппаратурную) часть и программное обеспечение, собирающее данные, их обрабатывающее и оценивающее состояние здания.

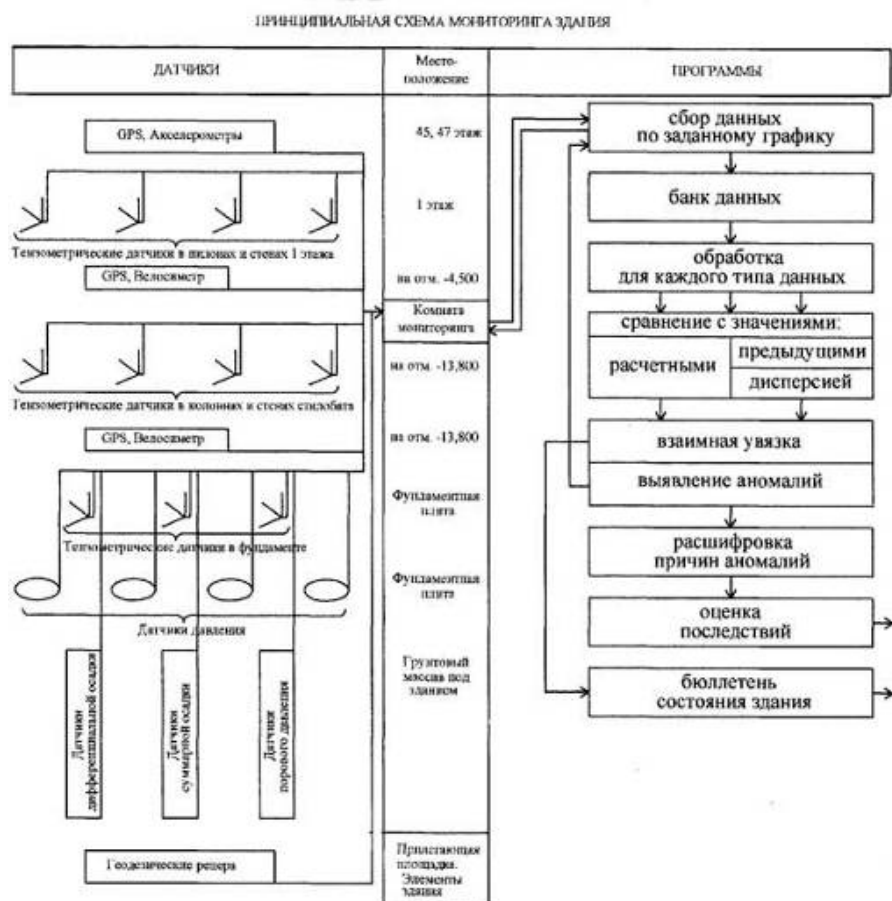


Рис. 2. Блок-схема инструментального мониторинга высотного комплекса “Континенталь” в Москве.

На рис. 3 показаны примеры инструментального оснащения схем мониторинга для плитного фундамента (Москва), а также для плитно-свайного (Казань). Инструментальное оснащение мониторинга может варьироваться, но основными элементами являются:

- скважинные измерения осадок в грунтах, при малом числе скважин
- дополняются измерениями наклонов;
- измерения порового давления и вариации уровня грунтовых вод;
- определения нагрузок на грунт и напряжений в фундаментной плите и сваях;
- измерение напряжений в конструкциях: стенах, пилонах и колонах;
- наблюдение колебаний здания.

Рассмотрим принципы проектирования размещения оборудования. Определяющим для подбора конкретных измерительных средств является объемно-планировочное и конструктивное решения объекта, результаты инженерно-геологических изысканий. Основу геометрии размещения составляют результаты расчетов статики и динамики сооружения, важную роль играют результаты аэродинамических испытаний макетов. Проиллюстрируем конкретными примерами.

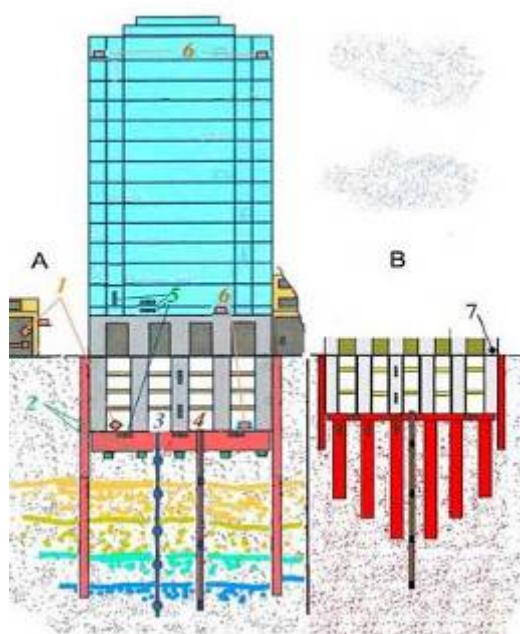


Рис. 3. Схема расстановки оборудования инструментального мониторинга высотных зданий в Москве (А) и в Казани (В): 1 - геодезические измерения осадок, 2 – датчики давления на грунт, 3 – скважинные измерения осадок (послойных и суммарных), 4 - датчики порового давления, 5 – тензодатчики, 6 - сейсмометрические измерения колебаний, 7 – двухкоординатный инклинометр (измерение крена).

На рис. 4 и 5 представлены результаты расчетов осадок, нагрузок и моментов для коробчатой фундаментной плиты высотного корпуса жилого комплекса "Континенталь" в Москве. Сопоставление расчетов показывает,

что зоне наибольших осадок в центральной части плана соответствует область растяжений, что в значительной мере определяет конфигурацию расстановки датчиков разных типов. На плане показаны места установки скважинных датчиков осадок (суммарных и послойных), порового давления, а также датчиков давления на грунт и напряжений в плите (по 3 направлениям X, Y, Z). Видно, что скважины для измерения осадок (5 шт.) позволяют контролировать состояние объекта по основным осям плана, причем для зон разной нагруженности. Достаточно "спокойная" инженерно-геологическая ситуация и устойчивость здания по соотношению ширина-высота позволили здесь "сэкономить" на датчиках крена. Датчики давления на грунт и напряжений в плите образуют своеобразные поля, геометрия их расположения определяется расчетными полями осадок и нагрузок, причем контролируются участки разного нагружения и осадки.

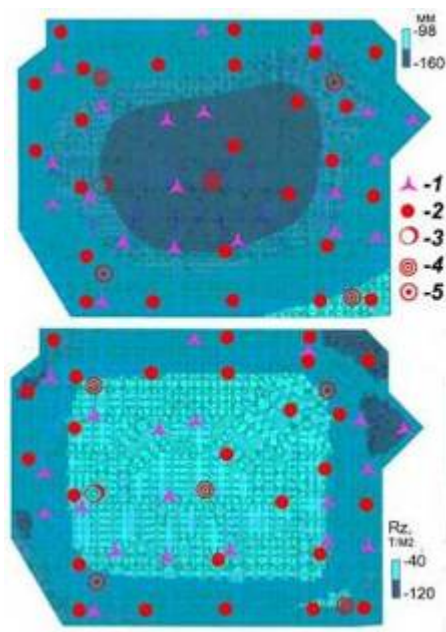


Рис. 4. Проектирование схемы мониторинга фундаментной плиты высотного здания "Континенталь" в Москве - расположение датчиков на результатах расчетов: вверху - осадок, внизу - вертикальной нагрузки;

датчики: 1- 3D тензометры, 2 - давления на грунт, скважинные измерения: 3 - порового давления, 4 - послойных и 5 - суммарных осадок.

Таким образом, данная схема позволяет не только вести мониторинг объекта, но и сопоставлять расчетные и реальные величины, получаемые на натурном объекте. Приведенные примеры и опыт мониторинга комбинированных плитно-свайных фундаментов в Германии демонстрируют, что применение схем мониторинга грунтового массива и фундаментов позволяет не только следить за состоянием здания, но и на основании анализа натурных и расчетных данных применять в последующих зданиях более эффективные конструктивные решения.

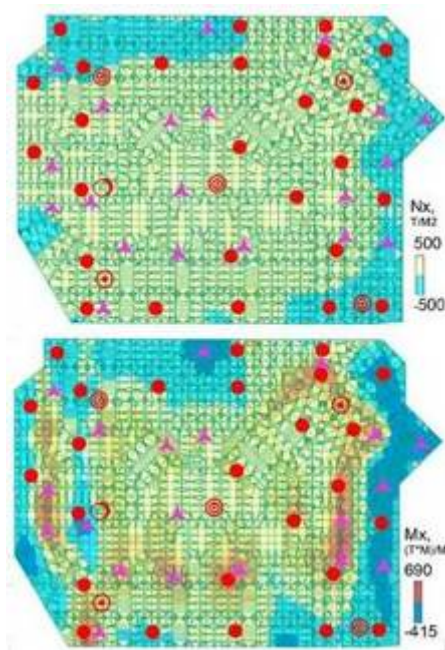


Рис. 5. Проектирование схемы мониторинга фундаментной плиты высотного здания "Континенталь" в Москве - расположение датчиков на результатах расчетов: сверху - горизонтальной (по оси X) нагрузки, внизу - моментов относительно оси X; датчики - те же, что на рис. 4.

Датчики в элементах конструкций здания. В зарубежной практике принято устанавливать поля 1-мерных датчиков напряжений по системе взаимно-перпендикулярных линий. Результаты измерений легко визуализировать в поля деформаций. При более экономной схеме в ключевых точках монтируются 3D-датчики по осям X, Y, Z. Датчики крепятся на арматуру в процессе строительства. Сигнальные кабели от датчиков сводятся в комнату мониторинга, откуда идет автоматический опрос показаний (рис. 1)

На рис. 6 на примере результатов расчетов сил и моментов для колонн стилобата высотного жилого комплекса "Континенталь" в Москве показано размещение 3D-датчиков. Контролируется напряженно-деформированное состояние участков наибольших нагрузок и моментов. На данном объекте мониторинг напряжений ведется в фундаментной плите, в стенах и колонах стилобата и на уровне 1-го этажа. Особое внимание уделяется пилонам и колонам. Существенно, что датчики расположены таким образом, что образуют объемную схему мониторинга в нижней части здания.

Сейсмометрический мониторинг. Для возможности обследования здания в целом используются датчики в диапазоне частот от 0,2 Гц и выше, причем низкочастотный край диапазона ориентирован на выявление изменений в состоянии конструкций и может применяться для оценки физических характеристик грунтов оснований в условиях естественного залегания (модулей упругости, параметров нелинейности, флюидонасыщенности и пр.).

Остановимся на основных способах сейсмометрического мониторинга зданий. Для отслеживания изменений необходимо повторение наблюдений при сравнении регистрируемых волновых полей. Исходя из способов получения волновых полей и схем обработки, можно выделить три группы методик мониторинга конструкций зданий:



➤ с возбуждением колебаний зданий искусственными источниками - ударами разной силы по зданию или в не его. Основные недостатки - требуется создание идентичного воздействующего сигнала для накопления отклика и подавление микросейсм; доступны лишь отдельные части здания, т.к. достаточно сложно возбудить колебания ниже 1 Гц - частоты, характерные для основного тона собственных колебаний высотных зданий.

➤ при воздействии на здание микросейсм и их регистрации на коротких профилях в здании с последующей корреляционной обработкой. Например, при анализе функции когерентности каналов выявляют собственные колебания зданий, проводится построение амплитудных и фазовых распределений по объему сооружения. В это способе возможно, при условии подходящего соотношения частот, ошибочное включение в обработку колебаний, наведенных на здание от других объектов.

➤ источником, возбуждающим собственные колебания здания, являются постоянно присутствующие пульсации атмосферного давления, регистрируют одновременно пульсации давления (микробарографом) и микросейсм по 3 компонентам (X, Y, Z), наблюдения могут вестись в одной точке, в том числе вне здания. При обработке выделяют тонкие линии в спектре, анализируют временной ход их амплитуд в сравнении с ходом вариаций атмосферного давления, что позволяет отсеять наведенные колебания от соседних сооружений. Мониторинг по этому способу может вестись в одной точке, обследования целостности здания - в нескольких ключевых точках.

Последний способ представляется наиболее технологичным и экономичным. Кроме того, модификация этой методики может применяться для изучения свойств оснований сооружений, а также для задач сейсмического просвечивания. В настоящее время по способу оборудована станция стационарного мониторинга высотного жилого

здания "Эдельвейс" в Москве (ул. Давыдовская), измерения проводятся с интервалом в 10 суток в течение около 3 лет.

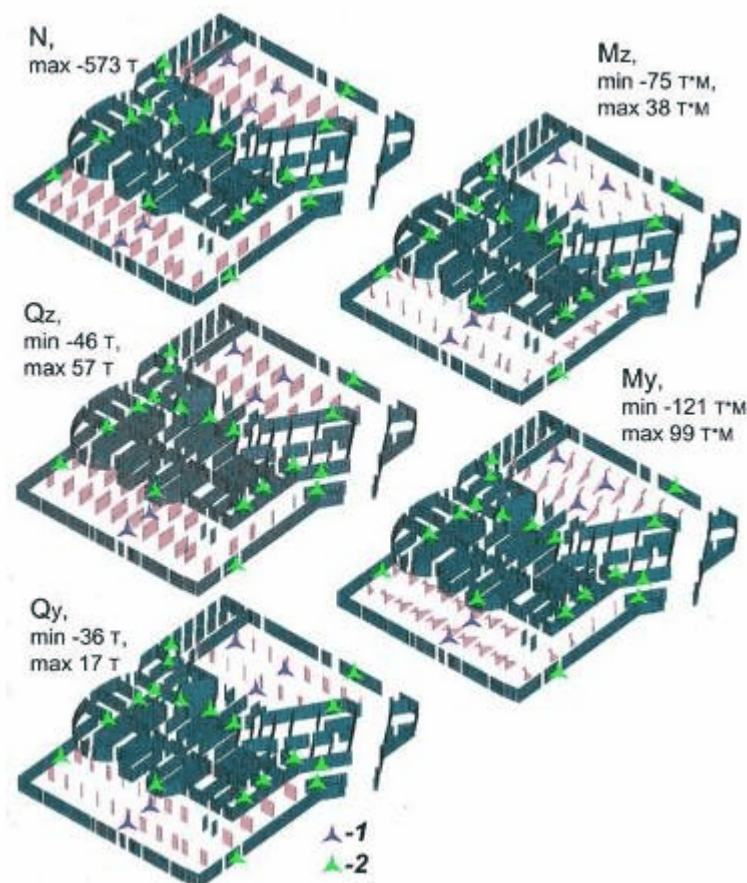


Рис. 6. Пример размещения 3D-тензометров на схеме результатов расчетов сил и моментов для колонн стилобата высотного жилого комплекса "Континенталь" в Москве: 1- датчики в колоннах, 2 - в стенах.

Опыт мониторинга высотного жилого дома "Эдельвейс" показывает, что схема наблюдений, использующая для возбуждения колебаний здания ветровые пульсации, позволяет определить собственные частоты и следить за изменением их во времени. На рис. 7 показано изменение во времени (временной ход) значений собственных частот основного тона для высотного 44-эт. жилого дома "Эдельвейс" (0,54 и 0,72 Гц в направлениях разных осей плана X, Y). После ввода в эксплуатацию наблюдается

тенденция к систематическому уменьшению значений - за год на 0,015 Гц, что связано, по-видимому, с "загрузкой" здания;

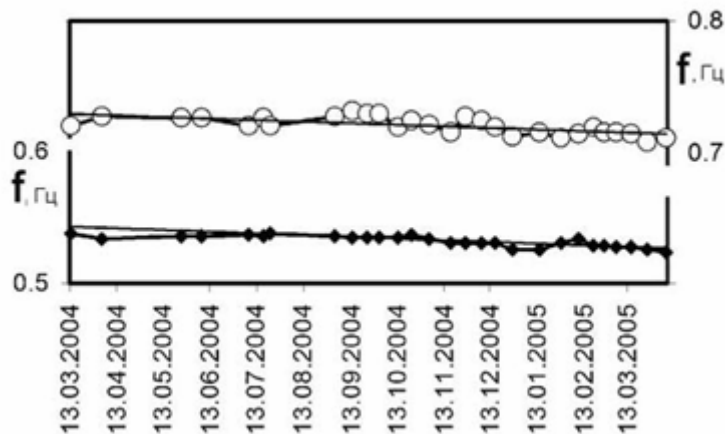


Рис. 7. Изменение во времени собственных частот основного тона колебаний здания "Эдельвейс" в горизонтальной плоскости (по осям X, Y).

Построение в разных точках траекторий движения собственных колебаний, на этой базе - получение картины деформаций. На рис. 8 на фундаментной плите наиболее выразительны траектории в вертикальной плоскости поперек корпуса - видны различия траекторий в противоположных точках плана, свидетельствующих о деформировании плиты. Оценка значений дает добавочные напряжения при нормативном ветре 0,5% от расчетных статических, при сильном ветре - до 2%. Существенно, что это многоцикловое динамическое воздействие, которое следует иметь в виду при армировании;

Выявление нарушений в конструктивных связях. В высотном здании присутствует деформационный шов, на рис. 8 видны различия в траекториях по разные стороны деформационного шва - в горизонтальной плоскости амплитуды колебаний поперек корпуса совпадают, а вдоль - для крайней точки амплитуда больше, чем для центральной. Данные позволяют оценить расхождение блоков здания по шву;

Наблюдением особенностей совместной работы здания с грунтами основания, в том числе появление так называемой присоединенной массы грунта к фундаменту после возведения здания. Эффект проявляется в том, что в период замерзания и оттаивания грунта появляется еще один пик в спектре - для здания "Эдельвейс" на частоте 0,18 Гц. Явление создания присоединенной массы к колеблющемуся штампу на грунте хорошо известен в вибрационной сейсморазведке, аналогичный эффект возможен тут как результат постоянных слабых колебаний здания при нежестком закреплении.

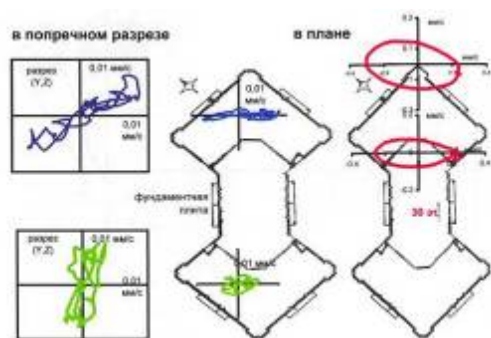


Рис. 8. Траектории движения точек при ветровых колебаниях высотного здания в г. Москва: на 30 этаже и на фундаментной плите (положение точек показано на плане).

Существенно, что этот эффект отмечен нами для двух обследованных зданий в Москве - "Эдельвейс" и высотного главного корпуса МГУ. В качестве опорных для МГУ использовались результаты сейсмометрических работ, выполненных И.Л. Корчинским в 1950-х гг.

Важным вопросом организации сейсмометрического мониторинга является подбор датчиков и их размещение. Основные параметры для выбора типа датчика - частотный диапазон и чувствительность. Несомненно, что сейсмометр должен регистрировать собственные колебания основного тона и нескольких более высоких гармоник. Для

высотных зданий основной тон лежит в диапазоне менее 1 Гц (обычно 0,2-0,8 Гц), частоты выше 25-30 Гц регистрировать нецелесообразно (полезный сигнал маскируется промышленными помехами). Таким образом, мониторинг должен вестись датчиками, ориентированными на сейсмологические наблюдения. В настоящее время нами опробованы различные типы датчиков:

- велосиметры - российские С-5-С, СМ-3, КМВ (конструкции ИФЗ РАН), и зарубежные - фирмы Guralp CMG-3ESPC (трехкомпонентный широкополосный с частотным диапазоном от 100 сек (0,01Гц) до 50 Гц и чувствительностью  $2 \cdot 10^4$  В/м/с);

- акселерометры - конструкции ИФЗ РАН и фирмы Guralp CMG-5T (трехкомпонентный форс-балансный).

Проведены испытания, в том числе с установкой на одном постаменте. По результатам испытаний для обследований зданий и сооружений приняты датчики фирмы Guralp CMG-5T или отечественные СМ-3 (трехкомпонентная расстановка). Для стационарного мониторинга в соответствии с требованиями метрологии приняты датчики фирмы Guralp CMG-3ESPC и CMG-5T, укомплектованные датчиками GPS для наблюдений в едином мировом времени и с автономной регистрацией на флеш-памяти устройством GSR-24 (фирмы GeoSIG). Такой подход позволяет оборудовать систему мониторинга не только датчиками по международному стандарту, но и в случае чрезвычайных ситуаций иметь сейсмический «черный ящик», содержащий информацию о происшествии. Размещение датчиков по зданию определяется его архитектурно-планировочным решением. Тут также существенную роль играют результаты аэродинамических испытаний макетов. На рис. 9 приведена схема статических (средних) ветровых нагрузок на фасад высотного корпуса на пр. Маршала Жукова в Москве. Видна явная неравномерность нагрузки, что создает предпосылку для дополнительных деформаций

объекта. Для таких сложных зданий целесообразно устанавливать 4 датчика - по 2 на верхних этажах и на фундаментной плите, причем располагать их в противоположных концах плана для возможности выявления крутильных колебаний. Существенно, что датчики должны вести наблюдения в едином времени, что возможно путем синхронизации их по GPS-временным маркам. Для зданий более простой формы количество датчиков может быть уменьшено, вплоть до 1 шт., с размещением на верхнем этаже.

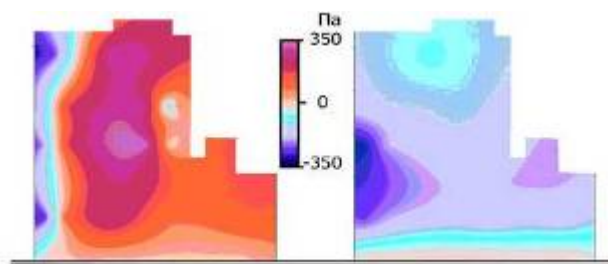


Рис. 9. Нагрузки на фасад высотного здания "Континенталь" в Москве по результатам аэродинамических испытаний макета (слева - наветренный, справа - подветренный фасады)

Опыт проектирования схем мониторинга, их монтажа и проведения наблюдений показывает эффективность использования в едином комплексе цифровых измерительных устройств различных типов, дающих сведения о состоянии конструкций и грунтов основания зданий. Инструменты мониторинга объединяются в единую схему с помощью программного комплекса, управляющего сбором, обработкой и анализом информации. Подбор и размещение датчиков определяется путем анализа материалов инженерно-геологических изысканий, расчетов статики и динамики сооружения, результатов аэродинамических испытаний макетов высотных зданий.

### 13. Приборы для мониторинга зданий и сооружений

✓ Датчики напряжений серии BR-BT позволяют непосредственно измерять напряжения в бетоне, а не получать значения путём определения деформации. С помощью функции измерения температуры можно одновременно измерять напряжения и температуру.

✓ Датчики грунтового давления серии GTI-E201-S созданы для спуска в скважину, проделанную в точке измерения. Это не только избавляет от необходимости проведения широкомасштабных земляных, восстановительных и насыпных работ, но и позволяет выполнять измерения, не нарушая структуры места измерения.

✓ Тензометрические датчики серии BS-25AT/BS-25BT предназначены для измерения деформации, возникающей внутри бетона со сравнительно большой долей заполнителей. Так как данные датчики имеют функцию измерения температуры, с их помощью можно одновременно измерять температуру и деформацию.

✓ Датчики напряжения серии BFD-A-TS созданы для измерения напряжения арматурных стержней, чьи номинальные диаметры больше диаметров при измерениях датчиками серии BF-CT. Датчики серии BFD-A-TS также монтируются путём приваривания обоих концов к арматурному стержню. Существует несколько моделей датчиков на выбор в соответствии с диаметром арматурных стержней. Каждая модель имеет функцию измерения температуры для одновременного измерения напряжения и температуры.

✓ Датчики серии BT-100B встраиваются в бетон или устанавливаются в грунте и предназначены для измерения распределения температуры конструкций или измерения температуры для компенсации коэффициента линейного расширения бетона.

✓ Комбинированные датчики серии VJ-AT вставляются на стыке примыкающих друг к другу бетонных блоков и предназначены для

измерения зазора между блоками. Функция измерения температуры позволяет выполнять одновременное измерение смещения и температуры. Кроме того, для измерения трещин в бетоне или скалистом основании благодаря специализированному приёмнику можно заделывать датчики в бетон, а монтажные ножки или крепления позволяют устанавливать датчик на поверхности.

✓ Датчики смещения серий VJB-C-S, VJB-D-S и VJB-E-S используются для измерения смещения скального основания и осадки грунта. Доступны различные модели на выбор в соответствии с диапазоном измерения, размерами и условиями проведения исследований.

✓ Датчики серии VJC-AT созданы для измерения трещин внутри бетона, в который они заделаны. С помощью комбинированного датчика серии VJ-AT проводится измерение трещин, образующиеся между комбинированным датчиком и наконечником соединенного с ним удлиняющего стержня.

✓ Датчики серии VEM-A - датчики подземного грунтового давления с диаметром чувствительной поверхности 80мм. Конструкция из нержавеющей стали позволяет применять датчики на море.

✓ Датчики линейного перемещения серии DT-A имеют в основе тезометрический принцип преобразования и предназначены для долговременных стабильных измерений. Позволяют проводить измерения относительных и абсолютных перемещений от нулевой точки.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. «Гражданская оборона» Акимов, Ширшиев, Атаманюк.
2. Гроздов, В.Т. Техническое обследование зданий и сооружений [Текст] / В.Т. Гроздов. – СПб., 1998.
3. Алексеев, В.К. Дефекты несущих конструкций зданий и сооружений, способы их устранения [Текст] / В.К. Алексеев, В.Т. Гроздов, В.А. Тарасов. – М., 1982.
4. Бойко, М.Д. Диагностика повреждений и методы восстановления эксплуатационных качеств зданий [Текст] / М.Д. Бойко. – Л.: Стройиздат, 1975.
5. Коломеец, А.В. Эксплуатация жилых зданий [Текст]: справочное пособие / А.В. Коломеец, Э.М. Ариеевич. – М.: Стройиздат, 1985.
6. Комиссарчик, Р.Г. Методы технического обследования реконструируемого здания [Текст] / Р.Г. Комиссарчик. – М.: Стройиздат, 1975.
7. Неразрушающие методы испытания бетона / Сов. изд. СССР – ГДР [Текст] / под ред. О.В. Лужина. – М.: Стройиздат. 1985.
8. Основания и фундаменты [Текст]: справочник / Г.И. Швецов [и др.]. – М.: Стройиздат, 1986.
9. Попов, Г.Т. Техническая экспертиза жилых зданий старой застройки [Текст] / Г.Т. Попов, Л.Я. Бурак. – Л.: Стройиздат, 1986.
- 1) Айме К.А. Мониторинг зданий и котлованов, ч. 2 //Строительные материалы, оборудование, технологии века, № 11, 2005, С. 37-39.
- 2) Временные нормы и правила проектирования многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в г. Москве МГСН 4.19-2005. М., 2005. - 129 с.
- 3) ГОСТ Р 53778-2010 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния».
- 4) Корчинский И.Л. Колебания высотных зданий, Науч. сообщ. вып. 11, ЦНИПС, М., 1953, 44 с.
- 5) Селезнев В.С., Еманов А.Ф., Барышев В.Г., Кузьменко А.П. Способ определения физического состояния зданий и сооружений. Патент РФ 2140625 С1, 17.02.98, Бюлл. № 30, 27.10.99.

6) Технический регламент о безопасности зданий и сооружений, введенный в действие Федеральным законом Российской Федерации от 30.12.2009 года N 384 – ФЗ

7) Шахраманьян М.А., Нигметов Г.М. и др. Способ динамических испытаний зданий. Патент РФ № 2141635, G01M7/00, 1999.

Интернет-источники:

1) [www.dom6.ru](http://www.dom6.ru)

2) [www.geodin.ru](http://www.geodin.ru)

3) <http://www.kyowa.ru/products/civil/index.htm>

4) <http://www.ingil.ru/scientific-activities/16-monitoring.html>

