

## Роль геотехнического мониторинга в управлении рисками и прогнозировании

Геотехнический мониторинг (ГТМ) – это система наблюдения за состоянием грунтовых и геологических условий на период как строительства, так и эксплуатации инженерных сооружений. Такой контроль актуален в связи с увеличением сложности и объема строительства, включая плотность застройки. И особо актуален для зданий и конструкций, расположенных на нестабильных грунтах, включая иные специфики местных геологических условий, в частности нахождение на мерзлых грунтах в зоне арктического пояса, который занимает более 22 % территории РФ.

Задачей геотехнического мониторинга является наблюдение за деформационными процессами, внутри грунтов, такими как смещения грунтов, просадки, подвижки и деформации, появление трещин или кренов.

По результатам геотехнического мониторинга разрабатывается комплексное заключение с выявлением причин возникновения дефектов, их анализом и разработкой методов устранения.

СП 305.1325800.2017 описывает ГТМ как комплекс работ, основу которого составляют натурные наблюдения за поведением:

- конструкций сооружения (возводимого или реконструируемого);
- основания сооружения, в том числе грунтового массива, который его окружает или вмещает;
- а также конструкций, относящихся к окружающей застройке.

### Актуальность ГТМ

Геотехнический мониторинг актуален в любой отрасли, где точность расположения возводимого объекта в пространстве имеет решающее значение:

- во всех видах строительства: жилом, коммерческом и промышленном, где наблюдения ведутся за состоянием фундаментов и расположенных под ним грунтов;
- в автомобильном строительстве наблюдения ведутся за насыпями, эстакадами, тоннелями;
- в нефте- и газодобывающей отрасли контролируется и отслеживается положение трубопроводов и возможное смещение осей скважин;
- в горной промышленности фиксируется смещение карьерных откосов;
- также ручной или автоматический геотехнический мониторинг дает возможность контролировать оползневые процессы, как природные, так и техногенные и т.д.

Широкий диапазон отраслей требует и множества параметров, нуждающихся в контроле.

### Контролируемые параметры:

- осадки фундаментов, их относительная разность, крен;
- послойные осадки грунта;
- перемещения конструкций и фундаментов в горизонтальном направлении;
- напряжения, возникающие в грунте под действием нагрузок, непосредственно под фундаментом под сваями и в их стволе;
- напряжения конструкций в подземной части объекта - фундаменте, колоннах, перекрытиях;
- образование карстов, пучение грунта, сеймика;
- параметры подземных вод - уровень, температура, химический состав, поровое давление;
- температура и глубина промерзания грунта;
- перемещения грунта по глубине (в вертикальном и горизонтальном направлении);
- деформации строительных конструкций фундаментов, включая глубину образования трещин;
- интенсивность вибрации;
- температура и влажность воздуха в подземной части объекта.

Состав контролируемых параметров определяется согласно СП 22.13330.2016, и зависит от инженерно-геологических условий площадки строительства и конструктивных особенностей сооружения.

Необходимость проведения ГТМ регулируется на законодательном уровне (ФЗ-384).

**В целом по требованиям нормативов необходимо исследовать:**

- наземные и подземные конструкции сооружений, находящихся в процессе строительства или реконструкции, а также попадающих в зону их влияния;
- грунтовые воды и массивы грунта, расположенные в непосредственной близости от объектов геотехнического мониторинга и т.д.

Для правильного выполнения геотехнического мониторинга следует учитывать особенности самого объекта обследования, место его расположения, а также выбрать наиболее подходящие методики.

При составлении плана проведения ГТМ используются несколько видов исследований. При этом их количество может варьироваться в зависимости от вида объекта и сложности основания сооружения.

**Наиболее часто использующиеся виды измерений:**

- визуальный мониторинг деформаций с осмотром объекта и установкой маяков на обнаруженные дефекты;

- вибродинамический анализ, связанный с работой строительной техники, или, например, расположенной рядом с объектом линии метро, автострады с плотным трафиком;
- геодезический мониторинг - измерение просадок, сдвигов и уклонов объектов, как тех, которые строятся, так и тех, что входят в окружающую застройку;
- геофизические измерения включают в себя измерения сейсмоактивности и интенсивности электромагнитных полей;
- тензометрический анализ позволяет получить данные об уровнях напряжения в основаниях и несущих конструкциях и т.д.

## Особенности методик геотехнического мониторинга

Контролируемые параметры должны находиться как на наиболее опасных, так и на «штатных» - обычных участках сооружений.

Методы измерения должны быть настолько точными, чтобы обеспечивать достоверные результаты. Они затем согласовываются с проектными значениями.

Наблюдения и измерения связываются по времени как между собой, так и с этапами строительных, реконструкционных работ, периодом эксплуатации.

Периодичность наблюдений определяется скоростью и длительностью деформационных процессов, а также требованием технического задания заказчика.

## Ручной и автоматизированный ГТМ

В зависимости от способа сбора, анализа и обработки информации геотехнический мониторинг может быть ручным и автоматизированным. Для последнего разрабатывается соответствующее программное обеспечение, позволяющее задействовать автоматический режим наблюдений.

Преимущества ручного мониторинга: возможность визуального осмотра и невысокие первоначальные затраты. Он наиболее актуален на стадии строительства объекта.

У автоматизированного геотехнического мониторинга (АГТМ) первоначальные затраты выше, однако больше и преимуществ.

Вместо визуального (ручного) обследования, периодичность проведения которого зачастую регламентирована внутренними документами строительной или эксплуатирующей организации, производится **непрерывный** съем показаний с цифровых датчиков. Это позволяет существенно снизить трудозатраты и повысить точность наблюдений. Следовательно, имеет место намного больший объем собранных данных для анализа и их большая точность, дающая возможность более раннего обнаружения проблем.

Также, в качестве преимуществ автоматизированного геотехнического мониторинга следует назвать возможность внедрения ГТМ в труднодоступных для ручного мониторинга местах.

## Автоматизированный ГТМ

Автоматизированный геотехнический мониторинг (АГТМ) применяется для объектов повышенного и нормального уровня ответственности (КС-3 и КС-2). Его системы могут быть задействованы при подземном строительстве, при выполнении защитных мероприятий (например, компенсационное нагнетание).

При создании систем АГТМ применяется диагностика и непрерывный автоматизированный контроль параметров конструкций и сооружений, грунтового массива. Используются параметры, дающие максимум информации для оценки технического состояния.

### Задачи автоматизированного геотехнического мониторинга:

- сбор данных от датчиков, которые установлены в наиболее важных точках грунтового массива и несущих конструкций здания производится в непрерывном режиме;
- обработка полученных данных с определением их объединенных характеристик;
- проверка и настройка сигналов оборудования, использующегося при мониторинге;
- информирование о критическом изменении состояния конструкций.

### Принципы системы автоматизированного геотехнического мониторинга:

- **Комплексность.** Учитываются все факторы, от технологических процессов, проходящих на самом объекте или рядом с ним, до изменений в окружающей среде. Полноценный контроль включает в себя различные типы измерений: геодезические, гидрологические, температурные, вибрационные, и другие.
- **Непрерывность.** АГТМ позволяет оперативно реагировать на изменения.
- **Получение максимально полной картины.** Вся информация собирается воедино.
- **Гибкость системы.** АГТМ адаптируется к изменяющимся условиям на объекте или вокруг него.
- **Возможность ранней диагностики проблем.** Принимаются своевременные меры, в том числе в части оптимизации проведения плановых ремонтов.
- **Экономическая эффективность.** Применение АГТМ сокращает расходы на обслуживание, за счет более рационального использования ресурсов, и оперативного определения угрозы безопасности.

## Плюсы и применение АГТМ

Автоматизированный геотехнический мониторинг — инструмент, контролирующий состояние объекта **в режиме реального времени** и выявляющий любые отклонения от проектных данных. Такая информация полезна не только при строительстве, но главным образом в процессе дальнейшей эксплуатации.

Он может использоваться для регулярного и периодического контроля, а также обнаружения изменений с течением времени. Это наиболее актуально для зданий и сооружений, находящихся в зоне повышенного риска, или после их продолжительной

эксплуатации. Использовать систему АГТМ можно в любых областях, где нужно следить за безопасностью и устойчивостью конструкций. Контроль и предотвращение опасных сдвигов особенно важны при обустройстве инфраструктурных объектов.

Затраты на строительство и обслуживание объекта действительно можно значительно сократить, благодаря принятию своевременных решений о его усилении или модернизации, или же оптимизации эксплуатации. Полученная информация минимизирует вероятность возникновения аварийных ситуаций.

Компания НТЦ «Комплексные системы мониторинга» оказывает услуги полного цикла от разработки проектов систем автоматизированного мониторинга для объектов различного масштаба и назначения до их внедрения, в том числе - услуги по содержанию и эксплуатации систем с выдачей регулярных отчетов с рекомендациями по содержанию объектов, в том числе научным сопровождением.