

Геотехнический мониторинг

**(дата занятия 26.11.2020, 1-я пара,
группа СУС-17)**

Требования, предъявляемые к геотехническому мониторингу объектов строительства, зависят от уровня их ответственности и их геотехнической категории.

Уровень ответственности сооружения устанавливается в соответствии с:

- 1. Градостроительным кодексом Российской Федерации;**
- 2. Техническим регламентом о безопасности зданий и сооружений;**
- 3. ГОСТ 27751 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения.**

Геотехническая категория: Категория сложности объекта строительства с точки зрения проектирования оснований и фундаментов, определяемая в зависимости от уровня ответственности и сложности инженерно-геологических условий площадки строительства.

Категория сложности инженерно-геологических условий строительства определяется в соответствии с СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96.

Для назначения требований к геотехническому мониторингу объектов строительства должна быть установлена

геотехническая категория сооружения.

Геотехнические категории подразделяются на: 1 (простая), 2 (средняя), 3 (сложная).

Геотехническая категория сооружения устанавливается в соответствии с таблицей 1.

Геотехническая категория сооружения устанавливается до начала изысканий на основе анализа материалов изысканий прошлых лет и уровня ответственности сооружения.

Эта категория может быть уточнена на стадии инженерных изысканий, либо на стадии проектирования.

Таблица 1. Геотехнические категории сооружений

Категория сложности инженерно-геологических условий (в соответствии с СП 47.13330)	Уровень ответственности сооружений (в соответствии с ГОСТ 27751)		
	КС-3 (повышенный)	КС-2 (нормальный)	КС-1 (пониженный)
I (простая)	3	2	1
II (средняя)	3	2	1
III (сложная)	3	3	2

Геотехнический мониторинг - комплекс работ, основанный на **натурных наблюдениях за поведением конструкций** вновь возводимого или реконструируемого сооружения, его **основания**, в т.ч. **грунтового массива, окружающего** (вмещающего) сооружение, и **конструкций сооружений** окружающей застройки.

Геотехнический мониторинг осуществляется в **период строительства** (в т.ч. в период сноса до начала строительства) и на **начальном этапе эксплуатации** вновь возводимых или реконструируемых объектов.

Цель геотехнического мониторинга - **обеспечение безопасности** строительства и

эксплуатационной надежности вновь возводимых (реконструируемых) объектов и сооружений окружающей застройки и сохранности экологической обстановки.

При проведении геотехнического мониторинга решаются следующие задачи:

- систематическая фиксация изменений контролируемых параметров конструкций сооружений и геологической среды;**
- своевременное выявление отклонений контролируемых параметров (в т.ч. их изменений, нарушающих ожидаемые тенденции) конструкций строящегося (реконструируемого) объекта и его основания от заданных проектных значений, параметров грунтового массива и**

окружающей застройки – от значений, полученных в результате геотехнического прогноза;

- анализ степени опасности выявленных отклонений контролируемых параметров и установление причин их возникновения;

- разработка мероприятий, предупреждающих и устраняющих выявленные негативные процессы или причины, которыми они обусловлены.

При выполнении **геотехнического мониторинга** применяются следующие **методы:**

- визуально-инструментальные (наблюдения за **уровнем подземных вод, состоянием конструкций, в т.ч. поврежденных, с фиксацией**

дефектов маяками или аналогичными устройствами, фотофиксация и др.);

- геодезические (фиксация перемещений марок и др.) с применением нивелиров, теодолитов, тахеометров, сканеров (в т.ч. оптических, электронных, лазерных и др.) и навигационных спутниковых систем;**
- параметрические (фиксация напряжений в основании под подошвой фундамента, под пятой сваи, в несущих конструкциях и др.) с применением комплекса датчиков напряжений и деформации (в том числе струнных, тензометрических, оптоволоконных, инклинометрических и др.);**

- **виброметрические** (измерение кинематических параметров колебаний: виброперемещений, виброскоростей, виброускорений);

- **геофизические** (электромагнитные, сейсмические и др.).

Для объектов нового строительства и реконструкции геотехнических категорий 2 и 3 необходимо проводить **геотехнический мониторинг:**

- **оснований, фундаментов и конструкций сооружений;**
- **ограждающих конструкций котлованов;**
- **массива грунта, окружающего подземную часть сооружения, расположенного на**

застроенной территории.

Геотехнический мониторинг сооружений окружающей застройки, в т.ч. подземных инженерных коммуникаций, необходимо проводить при их расположении в зоне влияния нового строительства или реконструкции (в т.ч. прокладки подземных инженерных коммуникаций), размеры которой определяются по результатам геотехнического прогноза.

Геотехнический мониторинг осуществляется в соответствии с программой, которая разрабатывается в процессе проектирования и является разделом утверждаемой части проектной документации. Программа геотехнического мониторинга должна учитывать

рекомендации, полученные в ходе работ по научно-техническому сопровождению строительства.

При разработке программы геотехнического мониторинга должны быть определены состав, объемы, периодичность, сроки и методы работ, которые назначаются применительно к рассматриваемому объекту строительства (реконструкции) с учетом его специфики, включающей результаты инженерных изысканий на площадке строительства, особенностей проектируемого или реконструируемого сооружения и сооружений окружающей застройки и т.п.

В программе геотехнического мониторинга следует учитывать факторы, которые будут оказывать влияние на вновь возводимое (реконструируемое) сооружение, его основание, окружающий грунтовый массив и сооружения окружающей застройки в процессе строительства и эксплуатации, в т.ч. расположение площадки строительства на территории с распространением специфических грунтов и возможностью проявления *опасных геологических процессов* (карст, суффозия, оползневые процессы, оседание поверхности и др.), а также динамические воздействия от строительных работ и внешних источников.

Программа работ по геотехническому мониторингу должна отвечать следующим требованиям:

- фиксация контролируемых параметров должна выполняться как для наиболее опасных, так и характерных участков конструкций вновь возводимых (реконструируемых) сооружений, их оснований и окружающей застройки;**
- выбранные методы и точность измерений должны обеспечивать достоверность получаемых результатов и быть согласованы с точностью заданных проектных значений и результатами геотехнического прогноза;**
- все проводимые наблюдения и измерения должны быть увязаны между собой во**

времени и привязаны к этапам выполнения строительных работ;

- периодичность наблюдений следует определять интенсивностью (скоростью) и длительностью протекания процессов деформирования конструкций сооружений и их оснований.

В программе геотехнического мониторинга необходимо указывать:

- особенности вновь возводимого или реконструируемого объекта (уровень ответственности, конструктивная схема, проектные решения по устройству основания, фундаментов и подземной части сооружения, особенности возведения, эксплуатации и др.);

- проектные (расчетные) параметры, характеризующие взаимодействие сооружения или его конструкций с основанием, в т.ч. временные, с учетом последовательности возведения (давление на основание, деформации основания фундаментов, напряжения в сваях и конструкциях подземной части сооружения, горизонтальные перемещения ограждающей конструкции котлована и усилия в конструкциях, обеспечивающих его устойчивость и др.);

- инженерно-геологические и гидрогеологические условия, включая характеристики грунтов основания, прогнозируемые изменения уровня подземных

вод, прогнозируемые величины перемещений грунтового массива, окружающего сооружение и др.;

- сведения о сооружениях окружающей застройки (уровень ответственности сооружений, прогнозируемые и предельные значения дополнительных деформаций оснований и фундаментов, предполагаемые защитные мероприятия и др.);

- контролируемые параметры (в т.ч. предполагаемое количество и участки фиксации их изменений) конструкций строящегося (реконструируемого) объекта, его основания, в т.ч. окружающего грунтового массива и уровня подземных вод,

и окружающей застройки и этапы их первоначальной фиксации;

- методы фиксации изменений контролируемых параметров и требования к точности измерений (в т.ч. класс точности геодезических измерений по ГОСТ 24846 и др.);**
- этапы, периодичность и сроки проведения наблюдений за контролируемыми параметрами с учетом последовательности возведения (реконструкции) сооружения;**
- требования к структуре, составу и периодичности подготовки отчетной документации.**

На основе программы при геотехническом мониторинге сооружений геотехнической

категории 3 или по специальному заданию в других случаях **разрабатывается проект мониторинга (наблюдательной станции).**

В проекте геотехнического мониторинга, помимо сведений, содержащихся в программе мониторинга, должны быть представлены:

- схемы установки наблюдательных марок, скважин, маяков, датчиков и др.;**
- конструкции и характеристика оборудования для проведения наблюдений;**
- методика измерений, оценка точности измерений и др.;**
- требования к визуально-инструментальному обследованию сооружений окружающей застройки.**

Сроки выполнения геотехнического мониторинга необходимо продлевать при отсутствии стабилизации изменений контролируемых параметров.

Периодичность фиксации контролируемых параметров должна увязываться с графиком проведения строительно-монтажных работ и может корректироваться (т.е. выполняться чаще чем это указано в программе геотехнического мониторинга) при превышении значений контролируемых параметров ожидаемых величин (в т.ч. их изменений, превышающих ожидаемые тенденции) или выявлении прочих опасных отклонений.

Для уникальных вновь возводимых и реконструируемых сооружений, а также при реконструкции памятников истории, архитектуры и культуры геотехнический мониторинг следует продолжать не менее двух лет после завершения строительства.

Фиксацию контролируемых параметров при геотехническом мониторинге ограждающей конструкции котлована глубиной более 10 м, а также при меньшей глубине котлована в случае превышения контролируемыми параметрами расчетных значений, необходимо выполнять не реже одного раза в неделю.

Геотехнический мониторинг массива грунта, окружающего вновь возводимое или

реконструируемое сооружение, после завершения устройства его подземной части и **при стабилизации изменений** контролируемых параметров **массива грунта** и окружающей застройки допускается вести **один раз в три месяца**.

При наличии **динамических воздействий** следует проводить **измерение уровня колебаний оснований и конструкций** вновь возводимых (реконструируемых) **сооружений** и окружающей застройки.

Ф **иксация** изменения контролируемых параметров **состояния строительных конструкций**, в т.ч. поврежденных, при **геотехническом мониторинге сооружений**

окружающей застройки должна проводиться, в т.ч. по результатам периодических визуально-инструментальных обследований.

Геотехнический мониторинг вновь возводимых или реконструируемых сооружений на участках опасной категории в карстово-суффозионном отношении необходимо проводить в течение всего периода строительства и эксплуатации сооружений.

Срок выполнения геотехнического мониторинга вновь возводимых или реконструируемых сооружений на участках потенциально опасной категории в карстово-суффозионном отношении следует определять в программе геотехнического мониторинга, но

составлять не менее пяти лет после завершения строительства.

Начальный этап геотехнического мониторинга в соответствии с разработанной программой и проектом должен включать:

- установку устройств для наблюдений за изменениями контролируемых параметров (знаков, марок, маяков, датчиков и др.);**
- фиксацию первоначального положения (состояния, значения и т.д.) контролируемых параметров основания, фундаментов и конструкций вновь возводимых сооружений и конструкций сооружений окружающей застройки;**
- подготовку начальной отчетной документации.**

Ф икса́ция первоначального состояния конструкций сооружений окружающей застройки, в т.ч. подземных инженерных коммуникаций, выполняется путем их **визуально-инструментального обследования**, которое проводится **до начала подготовки строительной площадки**, в т.ч. до сноса существующих строений, или до подготовки реконструируемого сооружения к **строительно-монтажным работам**.

В результате обследования **фиксируются выявленные дефекты** (при необходимости, **составляется акт обследования технического состояния сооружений** с участием заинтересованных сторон).

При выполнении работ по геотехническому мониторингу необходимо проводить регулярные визуальные обследования состояния конструкций сооружений окружающей застройки.

Техническое обследование сооружений окружающей застройки для определения категории их технического состояния должно проводиться на этапе выполнения инженерных изысканий и разработки проектной документации по основаниям, фундаментам и конструкциям подземной части, в т.ч. выполнение геотехнического прогноза.

Результаты геотехнического мониторинга должны отражаться в отчетной документации, для которой рекомендуется следующий состав:

а) начальный отчет, включающий методы наблюдения за изменениями контролируемых параметров, характеристики применяемого оборудования, результаты оценки точности измерений, схемы фактического расположения участков измерений контролируемых параметров, результаты фиксации их первоначального положения, состояния и др.;

б) промежуточные отчеты, включающие оперативную информацию по изменениям контролируемых параметров, анализ

результатов измерений в привязке к составу и технологии выполнения строительных работ и их **сопоставление с прогнозируемыми и предельными величинами** и рекомендации о необходимых дополнительных защитных, компенсационных или противоаварийных мероприятиях (при выявлении отклонений контролируемых параметров от ожидаемых величин) и др.;

в) **итоговый (заключительный) отчет**, включающий **окончательные результаты фиксации изменений контролируемых параметров**, подтверждающие их стабилизацию, **анализ результатов измерений**

и их сопоставление с ожидаемыми величинами, последствия влияния на окружающую застройку, рекомендации по необходимым ремонтно-восстановительным мероприятиям и др.

В процессе геотехнического мониторинга, а также после завершения сроков выполнения работ, отсутствием стабилизации изменений контролируемых параметров считается превышение их величин по сравнению с предыдущими циклами более чем на величину точности изменений.

При отсутствии стабилизации изменений контролируемых параметров геотехнический мониторинг необходимо продолжать.

Оценку стабилизации изменений контролируемых параметров проводит специализированная организация, осуществляющая геотехнический мониторинг или ведущая научно-техническое сопровождение строительства (реконструкции).

При наблюдениях за изменением уровня подземных вод стабилизацией считается достижение амплитуды его колебаний, не превышающей сезонные и ежегодные значения в соответствии с результатами инженерно-геологических изысканий (с учетом гидрогеологического прогноза).

В процессе геотехнического мониторинга при выявлении отклонений значений

контролируемых параметров от ожидаемых величин (в т.ч. их изменений, нарушающих ожидаемые тенденции) или выявлении прочих опасных отклонений необходимо разработать комплекс мероприятий, обеспечивающий безопасность строительства и эксплуатационную надежность вновь возводимых объектов, эксплуатационную пригодность окружающей застройки и сохранность экологической обстановки.

В процессе геотехнического мониторинга необходимо обеспечить своевременность информирования заинтересованных сторон о выявленных отклонениях контролируемых параметров (в т.ч. тенденции их изменений,

превышающие ожидаемые) от проектных значений и результатов геотехнического прогноза.

Разработку программы и проекта геотехнического мониторинга, а также его проведение должны выполнять специализированные организации.

Таблица 2 - Контролируемые параметры при геотехническом мониторинге оснований (без учета массива грунта, окружающего сооружение), фундаментов и конструкций вновь возводимых сооружений

Контролируемые параметры	Вновь возводимые сооружения при высоте H , м		
	$H < 75$	$75 \leq H < 150$	$H > 150$
	Геотехническая категория		
	2-3	3	3
1 Осадки фундаментов и относительная разность осадок	+	+	+

Продолжение таблицы 2

Контролируемые параметры	Вновь возводимые сооружения при высоте H , м		
	$H < 75$	$75 \leq H < 150$	$H > 150$
	Геотехническая категория		
	2-3	3	3
2 Крен	+ 4)	+	+
3 Напряжения под подошвой фундаментов	-	+1)	+2)

Продолжение таблицы 2

Контролируемые параметры	Вновь возводимые сооружения при высоте H , м		
	$H < 75$	$75 \leq H < 150$	$H > 150$
	Геотехническая категория		
	2-3	3	3
4 Послойные осадки грунтов основания	-	+1)	+
5 Напряжения в основании под пятой свай и в стволе свай	-	+3)	+

Продолжение таблицы 2

Контролируемые параметры	Вновь возводимые сооружения при высоте H , м		
	$H < 75$	$75 \leq H < 150$	$H > 150$
	Геотехническая категория		
	2-3	3	3
6 Напряжения в конструкциях подземной части (фундаменты, колонны, перекрытия)	-	-	+

Примечания к таблице 2:

- 1) Выполняется для **плитных и плитно-свайных фундаментов при высоте сооружения более 100 м.**
 - 2) Выполняется **для плитных и плитно-свайных фундаментов.**
 - 3) Выполняется **при высоте сооружения более 100 м.**
 - 4) Выполняется для сооружений **геотехнической категории 3.**
- В пункте 1 таблицы 2 к **фундаментам относятся также несущие ограждающие конструкции котлованов, изготовленные из монолитного или сборно-монолитного железобетона (по технологии "стена в грунте", буронабивные сваи и т.п.).**

Таблица 3 - Контролируемые параметры при геотехническом мониторинге конструкций ограждения котлована вновь возводимых и реконструируемых сооружений

Контролируемые параметры	При глубине котлована H_K , м				
	$5 \leq H_K < 10$		$10 \leq H_K < 15$		$H_K \geq 15$
	Геотехническая категория				
	2	3	2	3	-
1 Горизонтальные перемещения верха ограждающей конструкции	+	+	+	+	+

Продолжение таблицы 3

Контролируемые параметры	При глубине котлована H_K , м				
	$5 \leq H_K < 10$		$10 \leq H_K < 15$		$H_K \geq 15$
	Геотехническая категория				
	2	3	2	3	-
2 Горизонтальные перемещения ограждающей конструкции по высоте	-	+	+	+	+
3 Напряжения в стальных распорках	-	-	+1)	+1)	+

Продолжение таблицы 3

Контролируемые параметры	При глубине котлована H_K , м				
	$5 \leq H_K < 10$		$10 \leq H_K < 15$		$H_K \geq 15$
	Геотехническая категория				
	2	3	2	3	-
4 Напряжения в тягах анкерных устройств	-	-	-	+	+
5 Напряжения в арматуре и бетоне ограждающей конструкции	-	-	-	-	+ 2)

Продолжение таблицы 3

Контролируемые параметры	При глубине котлована H_K , м				
	$5 \leq H_K < 10$		$10 \leq H_K < 15$		$H_K \geq 15$
	Геотехническая категория				
	2	3	2	3	-
6 Напряжения в арматуре и бетоне перекрытий при разработке котлована под их защитой	-	-	-	-	+2)
7 Температура и глубина промерзания грунтов за ограждающей конструкцией	+3)	+3)	+3)	+3)	+3)

Примечания к таблице 3:

- 1) Выполняется при общей **длине распорки более 25 м.**
- 2) Выполняется при **глубине котлована более 20 м.**
- 3) Выполняется при наличии **пучинистых грунтов** за пределами ограждающей конструкции и **выполнении работ в зимнее время.**

Таблица 4 - Контролируемые параметры при геотехническом мониторинге массива грунта, окружающего вновь возводимые и реконструируемые сооружения

Контролируемые параметры	При глубине котлована H_K , м				
	$5 \leq H_K < 10$		$10 \leq H_K < 15$		$H_K \geq 15$
	Геотехническая категория				
	2	3	2	3	-
1 Вертикальные перемещения поверхностных грунтовых марок	+	+	+	+	+

Продолжение таблицы 4

Контролируемые параметры	При глубине котлована H_K , м				
	$5 \leq H_K < 10$		$10 \leq H_K < 15$		$H_K \geq 15$
	Геотехническая категория				
	2	3	2	3	-
2 Горизонтальные перемещения поверхностных грунтовых марок	-	+	+	+	+
3 Уровень подземных вод	-	+1)	+1)	+	+

Продолжение таблицы 4

Контролируемые параметры	При глубине котлована H_K , м				
	$5 \leq H_K < 10$		$10 \leq H_K < 15$		$H_K \geq 15$
	Геотехническая категория				
	2	3	2	3	-
4 Вертикальные перемещения массива грунта по глубине	-	-	-	+ 2)	+ 2)
5 Горизонтальные перемещения массива грунта по глубине	-	-	-	+ 2)	+ 2)

Продолжение таблицы 4

Контролируемые параметры	При глубине котлована H_K , м				
	$5 \leq H_K < 10$		$10 \leq H_K < 15$		$H_K \geq 15$
	Геотехническая категория				
	2	3	2	3	-
6 Температура и химический состав подземных вод	+3)	+3)	+3)	+3)	+3)

Примечания к таблице 4:

- 1) Выполняется при прогнозируемом уровне подземных вод **выше дна котлована**.
- 2) Выполняется по **специальному заданию**.
- 3) Выполняется по **специальному заданию**.