

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
аграрный университет имени И. Т. Трубилина»**

**Архитектурно-строительный факультет
Кафедра строительных материалов и конструкций**

ГЕОТЕХНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по дисциплине

и для самостоятельной работы

для аспирантов по направлению подготовки

08.06.01 Техника и технологии строительства

(уровень подготовки кадров высшей квалификации)

Краснодар

КубГАУ

2019

Составители: Маций С.И., Рябухин А.К.

Геотехнический мониторинг : метод. указания по дисциплине и для самостоятельной работы / сост. С. И. Маций, А. К. Рябухин – Краснодар : КубГАУ, 2019. – 51 с.

Метод. указания предназначен для аспирантов по направлению подготовки 08.06.01 - Техника и технология строительства

Рассмотрено и одобрено методической комиссией архитектурно-строительного факультета Кубанского государственного аграрного университета, протокол № 2 от 22.10.2019.

Председатель
методической комиссии



А. М. Блягоз

© Маций С.И., Рябухин А.К.,
составление, 2019

© ФГБОУ ВО «Кубанский
государственный аграрный
университет имени
И. Т. Трубиллина», 2019

ЛЕКЦИЯ 1

ОБСЛЕДОВАНИЕ ПОДПОРНЫХ СТЕН И УДЕРЖИВАЮЩИХ СООРУЖЕНИЙ. ЦЕЛИ И ВИДЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ

Целью обследования подпорных стен и удерживающих сооружений является определение технического состояния, выявление дефектов, разработка рекомендаций по их устранению и предупреждению, рекомендаций по дальнейшей эксплуатации, ремонту или реконструкции.

Обследования проводятся в рамках эксплуатационного обслуживания подпорных стен и удерживающих сооружений на автомобильных дорогах.

Обследование включает в себя комплекс мероприятий по определению и оценке фактических значений контролируемых параметров, характеризующих техническое состояние объектов обследования.

В зависимости от характера выполняемых работ различают визуальное и инструментальное обследования.

В зависимости от поставленных целей выполняют первичное обследование, периодический осмотр, геодезическое обследование, периодическое обследование и внеочередное обследование

Т а б л и ц а 1 – Виды и периодичность проведения мероприятий по обследованию подпорных стен и удерживающих сооружений

Вид мероприятий	Периодичность	Исполнитель	Форма учета
Первичное обследование	Перед приемкой сооружения в эксплуатацию	Организация, осуществляющая строительство	Заключение о соответствии проектным решениям и ведомость технического состояния подпорной стены
Периодический осмотр	1 раз в месяц (при отсутствии видимых изменений – 1 раз в полгода)	Организация, осуществляющая эксплуатацию	Записи в ведомость технического состояния подпорной стены
Геодетическое обследование	1 раз в год (после стабилизации получаемой информа-	«	«
Периоди-	1 раз в 10	Подрядная	Отчет и запи-

ческое обследование	лет	организация, осуществляющая обследование	си в ведомость технического состояния подпорной стены
Внеочередное обследование	В особых случаях (см. 4.1.11)	«	«

Первичное обследование проводится перед приемкой сооружения в эксплуатацию для установления его соответствия проектным решениям и нормативным документам. По результатам обследования составляется заключение о соответствии проектным решениям и ведомость технического состояния подпорных стенок на автомобильной дороге.

Периодический осмотр подпорных стен и удерживающих сооружений выполняется с целью определения признаков, характеризующих техническое состояние, и для предотвращения нарушений нормального режима эксплуатации. Производится через установленные промежутки времени:

- 1 раз в месяц при вводе в эксплуатацию;
- при отсутствии видимых изменений – 1 раз в полгода и после событий, способных повли-

ять на устойчивость сооружения (землетрясений, интенсивных ливней и т. п.).

Геодезическое обследование производится для выявления изменений геометрических параметров удерживающего сооружения и проверки их соответствия установленным требованиям. Выполняется 1 раз в год при вводе в эксплуатацию; после стабилизации получаемой информации – 1 раз в 5 лет. В случае появления быстроразвивающихся деформаций, необходимо увеличение частоты проведения геодезических измерений (до 1 раза в неделю).

Периодическое обследование проводится через установленные промежутки времени (средняя периодичность – 1 раз в 10 лет) с целью определения состояния материалов конструкций удерживающих сооружений и проверки их соответствия установленным требованиям.

В случаях, когда решение вопросов, связанных с эксплуатацией, не может быть получено по данным обследований, проводятся испытания элементов сооружения. Решение о проведении испытаний принимается организацией, осуществляющей эксплуатацию сооружения, на основании рекомендаций выданных организацией, выполняющей обследование.

Внеочередное обследование подпорных стен и удерживающих сооружений следует производить в следующих случаях:

- истечение расчетного срока службы;

- до и после реконструкции (капитального) ремонта;
- при смене балансодержателя;
- при отсутствии проектной документации с целью установления конструктивных особенностей сооружения;
- значительное изменение условий эксплуатации и нагрузок (увеличение количества полос движения автомобильной дороги, строительства новых сооружений на прилегающем склоне и т. п.);
- появление дефектов, значительно влияющих на эксплуатационные характеристики сооружения;
- при проверке эксплуатационной пригодности сооружения после воздействия на него экстремальных инженерно-геологических факторов (землетрясений силой 5 баллов и выше, прохождения интенсивных ливней и т. п.).

Необходимость проведения, цели и задачи устанавливаются индивидуально для каждого конкретного случая.

Для определения динамики развития деформаций подпорных стен и удерживающих сооружений и вызывающих их причин проводят геотехнический мониторинг.

ЛЕКЦИЯ 2

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО ОБСЛЕДОВАНИЮ. ВИЗУАЛЬНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ

К проведению работ по обследованию привлекаются организации, оснащенные необходимой приборной и инструментальной базой, имеющие в своем составе квалифицированных специалистов.

Организация, осуществляющая обследование, должна иметь соответствующие разрешающие документы на выполнение обследований подпорных стен и удерживающих сооружений (допуски СРО, сертификаты на применяемое оборудование и т. п.).

В состав подразделения, осуществляющего обследование, входят:

- инспектор – осуществляет руководство работами, отвечает за качество обследования;
- инженерно-технические работники – выполняют работы по обследованию сооружений, владеют методами технического контроля, выполняют камеральную обработку результатов;
- специалисты – операторы специального оборудования.

Работы по натурному обследованию проводятся группой не менее чем из двух человек.

Обследования проводятся с соблюдением требований нормативных документов, а также условий, оговоренных в техническом задании.

Порядок проведения работ:

- ознакомление с проектно-технической документацией;
- визуальное обследование;
- при необходимости составление программы инструментального обследования;
- выполнение полевых работ по инструментальному обследованию (необходимые измерения, отбор образцов материалов и др.);
- камеральная обработка полученных результатов;
- записи в журнал технического надзора и/или составление отчета.

Объем работ по обследованию зависит от поставленных задач и особенностей сооружения (типа конструкции, специфики материалов и т. п.).

Изучение технической документации осуществляется в целях:

- ознакомления с объектом обследования;
- установления ее комплектности и качества;
- выявления отступлений от утвержденного проекта и действующих нормативных документов;

- определения соответствия физических, механических и химических характеристик примененных строительных материалов требованиям проекта и нормативных документов;
- изучения материалов, касающихся выполнения работ по текущему содержанию;
- ознакомления с результатами ранее проведенных обследований и ремонтных работ.

Документальное обеспечение эксплуатации удерживающего сооружения систематизируется по типам:

- проектная документация и материалы инженерно-геологических изысканий;
- исполнительная документация;
- ведомость технического состояния;
- отчеты о проведенных обследованиях.

Предоставление необходимой технической документации для ознакомления осуществляется:

- на вновь построенных сооружениях – генподрядчиком строительства или строительной организацией, выполнявшей строительство;
- на эксплуатируемых сооружениях – организацией, в ведении которой находится объект.

По результатам анализа проектно-технической документации для каждого конкретного защитного соору-

жения индивидуально определяются критерии по оценке его технического состояния.

Инструментальные обследования подпорных стен и удерживающих сооружений следует проводить по разработанным программам, составленным исполнителями работ с учетом предложений заинтересованных организаций и утвержденных Заказчиком.

Программа проведения работ должна учитывать особенности обследуемого сооружения и разрабатываться в соответствии с данным методическим документом, техническим заданием Заказчика. В программе указывают:

- наименование обследуемых сооружений;
- причины, вызвавшие необходимость проведения обследования;
- цели и задачи обследования;
- критерии по оценке технического состояния;
- перечень оборудования, необходимого для проведения обследования;
- объемы работ по обследованию;
- точность проводимых измерений;
- участки и методы отбора проб для проведения лабораторных испытаний;
- места отрывки контрольных шурфов для обследования основания и фундаментов;
- мероприятия по обеспечению доступа к элементам сооружения;

- мероприятия по обеспечению безопасности рабочих при выполнении полевых работ;
- перечень отчетных документов;
- и др.

При обследовании следует применять систему обозначений и счета элементов сооружения, принятую в технической документации. Эта система должна использоваться как в полевых, так и в отчетных документах по обследованию.

Состав и объемы работ по инструментальному обследованию в каждом конкретном случае определяются на основе данных, полученных при ознакомлении с проектно-технической документацией и визуальном обследовании, а также технического задания заказчика с учетом требований действующих нормативных документов.

Обследование следует проводить, как правило, совместно с представителями организации, выполнявшей проектирование (при осуществлении авторского надзора) или осуществляющей эксплуатацию исследуемого объекта.

Приготовление к полевым работам (устройство временных подмостей, смотровых приспособлений с выделением необходимых материалов и рабочей силы и др.), должно выполняться:

- на вновь построенных сооружениях – строительной организацией, возводившей объект;
- на эксплуатируемых сооружениях – организацией, в ведении которой находится объект.

Все применяемые инструменты и приборы при обследовании должны быть поверены в установленном порядке.

Обследование удерживающих сооружений необходимо проводить при благоприятных погодных условиях, когда имеется возможность осмотра всех частей сооружения, не нарушается работа устанавливаемых измерительных приборов, выполняются требования по технике безопасности работ и охране труда персонала, занятого на работах.

При проведении работ соблюдают требования техники безопасности и охраны труда ГОСТ Р 52289.

При обследовании подпорных стен и удерживающих сооружений фиксируются следующие виды деформаций и повреждений, а также изменение свойств материалов и конструкций:

- перемещения, прогибы и осадки;
- прочность материалов конструкции;
- трещины в бетонных и железобетонных конструкциях;
- повреждения защитного слоя бетона;
- состояние стыков или узлов сборных конструкций;
- повреждения арматуры, закладных деталей, сварных швов;
- степень и глубина коррозии;

- повреждения сетки в габионных конструкциях;
- повреждения и разрыв армирующей панели в армогрунтовых сооружениях;
- продавливание грунта между свайными элементами;
- ослабление натяжений анкеров и анкерных свай;
- переползание оползневого грунта через конструкцию;
- дефекты гидроизоляции;
- засорение и повреждения водоотводящей и/или дренажной системы;
- трещины отрыва и подвижки склона (откоса);
- повреждения защищаемой автомобильной дороги;
- и др.

В течение работ ведется полевая документация, включающая в себя результаты рекогносцировок, визуального и инструментального контроля с их предварительной обработкой.

Камеральные и лабораторные работы по обследованию удерживающих сооружений могут включать следующие виды:

- обработка данных полевых работ и составление дефектных ведомостей;

- лабораторные испытания образцов грунтов и строительных материалов, отобранных из конструкций;
- поверочные расчеты;
- определение технического состояния сооружения;
- разработка рекомендаций по дальнейшей эксплуатации.

Обнаруженные при обследовании дефекты и повреждения конструкций фиксируются и оцениваются с точки зрения их влияния на несущую способность, долговечность и эксплуатационные качества сооружения.

При проведении поверочных расчетов свойства материалов и величины нагрузок должны соответствовать фактической ситуации. В случае если имеется проектная документация, и в результате обследования не зафиксированы изменения свойств материалов, допускается использовать расчетные значения, принятые в проекте. В сомнительных случаях необходимо выполнять оценку несущей способности элементов сооружения на основе полученных при обследовании данных.

На основании поверочных расчетов и анализа полученных результатов делается вывод о категории технического состояния сооружения и принимается решение о его дальнейшей эксплуатации. В зависимости от характера, значимости и распространения обнаруженных дефектов и повреждений могут предусматриваться

проведение различных видов ремонтных работ, усиление отдельных элементов и др.

Результаты инструментального обследования оформляются в виде отчета в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105, ГОСТ 7.32 и ГОСТ 2.109. Структура отчета включает:

- техническое задание;
- введение (информация о заказчике и исполнителе; даты проведения обследования; цели, задачи и причины проведения обследования);
- описание сооружения (параметры, конструктивные решения, материалы конструкций с указанием имеющихся отступлений, а также дефектов, возникших на стадии строительства и т. п.);
- сведения о ранее проводимых обследованиях, капитальных ремонтах и реконструкциях;
- данные о методическом и приборном оснащении (порядок и способы проведения обследования; критерии оценки технического состояния; перечень приборов и методов измерений; координаты мест вскрытия конструкций и отрывки шурфов; количество отбираемых образцов и т. д.);
- ведомость дефектов;

- результаты измерений и испытаний в виде схем, чертежей, графиков и таблиц;
- при необходимости включают результаты поверочных расчетов (цель расчетов; используемые методы, расчетные схемы и их обоснование; анализ результатов и т. д.);
- выводы и рекомендации (оценка технического состояния сооружения; рекомендации по устранению обнаруженных дефектов и повреждений; рекомендации по условиям дальнейшей эксплуатации и т. д.).
- Техническое заключение служит исходным материалом для принятия решений о продолжении эксплуатации удерживающего сооружения или проведения ремонтных работ.

ЛЕКЦИЯ 3

ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ КАТЕГОРИИ УДЕРЖИВАЮЩЕГО СООРУЖЕНИЯ

Инструментальное обследование проводится для определения контролируемых параметров подпорных стен и удерживающих сооружений и данных, необходимых для выполнения полного комплекса расчетов конструкций.

Состав работ (геодезические измерения, обследование материалов сооружения, испытание анкеров и т. п.) и их характер (сплошные или выборочные) определяются в зависимости от поставленных задач и вида обследования (первичное, внеочередное и т. д.).

Целью геодезического обследования является определение геометрических параметров, высотного и планового положения подпорных стен и удерживающих сооружений, а также оценка их соответствия проекту.

В результате проведения геодезического обследования должны быть получены данные по деформациям сооружения в виде сводных ведомостей и графических материалов (планов, схем).

Определение деформаций подпорных стен и удерживающих сооружений проводится в соответствии с ГОСТ 24846.

При обнаружении осадок, наклонов, смещений, развития трещин эксплуатирующие организации долж-

ны устанавливать специальные долговременные марки для ведения длительных наблюдений.

В зависимости от состояния сооружения и поставленных задач, выполняются обследования материалов конструкции с помощью разрушающих и неразрушающих методов.

При помощи разрушающих методов контроля качества материалов определяют:

- прочность бетона по ГОСТ 22783, ГОСТ 28570 и ГОСТ 10180;
- плотность, влажность, водопоглощение, пористость и водонепроницаемость бетона по ГОСТ 12730.0;
- морозостойкость бетона по ГОСТ 10060.0;
- прочность арматуры по ГОСТ 12004;
- контрольное вскрытие бетона с обнажением арматуры для непосредственного замера диаметра и определения остаточного сечения стержней, подвергшихся коррозии;
- и др.

При помощи неразрушающих методов контроля качества материалов определяют:

- прочность бетона по ГОСТ 17624 и ГОСТ 22690;
- морозостойкость бетона по ГОСТ 26134;
- диаметр арматуры, ее положение, толщина защитного слоя бетона по ГОСТ 17625 и ГОСТ 22904;

- качество сварных соединений арматуры и закладных деталей по ГОСТ 23858;
- и др.

Участки определения прочности материалов должны располагаться в расчетных сечениях и в местах, имеющих дефекты или повреждения, которые свидетельствуют о пониженной прочности. Местоположение и количество участков определяются программой обследования и принимаются не менее трех для бетона и не менее двух для арматуры.

Обследование грунтов основания для определения его физико-механических характеристик и прогнозирования осадок проводится в соответствии с ГОСТ 5180, ГОСТ 12248, ГОСТ 20276.

Обследование грунтов основания включает следующий комплекс работ:

- проходку шурфов (преимущественно вблизи фундаментов);
- бурение скважин с отбором образцов грунта и воды с определением уровня грунтовых вод;
- зондирование грунтов;
- полевые испытания грунтов в критически важных местах (при необходимости);
- исследования грунтов геофизическими методами;

- лабораторные исследования физико-механических свойств грунтов и химический анализ грунтовых вод.

Расположение и общее число выработок, необходимость применения геофизических методов зависят от размеров удерживающего сооружения и сложности инженерно-геологического строения участка.

При обследовании фундаментов фиксируются:

- размеры и глубина заложения;
- осадки, крены и прогибы по ГОСТ 24846;
- материалы фундаментов и его прочностные характеристики;
- дефекты бетона (трещины, каверны, раковины, повреждения защитного слоя и др.);
- оголения и повреждения арматуры, закладных деталей, сварных швов (в том числе в результате коррозии);
- влажность материалов фундамента;
- состояние гидроизоляции.

В результате проведенных обследований грунтов оснований и фундаментов должно быть установлено соответствие полученных данных архивным, если таковые имеются. Выявленные различия в инженерно-геологической и гидрогеологической обстановке используются для разработки прогнозов технического состояния сооружения и учитываются при выборе способов усиления конструкции.

Обследование склонов (откосов) должно обеспечивать получение необходимого количества материалов и данных о состоянии инженерно-геологических условий исследуемого участка. Состав и объемы работ устанавливаются в программе с учетом текущего состояния склона (откоса), в соответствии с техническим заданием.

Обследование склона (откоса) следует проводить на всей площади опасного участка и прилегающих к его бровке зон.

При обследовании устанавливают:

- наличие и распространение границ зон развития склоновых процессов, а также их интенсивность и глубину;
- причины, факторы и условия возникновения или активизации склоновых процессов;
- приуроченность процессов к определенным формам рельефа, геоморфологическим элементам, гидрогеологическим условиям, типам грунтов, видам и зонам техногенного воздействия;
- фазы развития оползневого процесса;
- возможность возникновения склоновых процессов под воздействием природных и техногенных факторов.

При исследовании грунтов, слагающих оползневые массы, рекомендуется производить отбор монолитов из ослабленных и разуплотненных зон с нарушенными структурными связями, области поверхности

скольжения. Количество образцов, отбираемых для лабораторных исследований, устанавливается в программе, исходя из количества литолого-генетических слоев, зон ослабления в массивах оползневых склонов, степени неоднородности грунтов.

На оползневых территориях в фазах начального периода и временной стабилизации оползневых явлений необходимо проводить мониторинг за развитием трещин отрыва, динамикой смещения оползневых масс, изменением состояния и свойств грунтов, гидрогеологических условий, геоморфологии, устойчивости оползневого склона и др.

Оценка технического состояния удерживающего сооружения производится на основе оценки состояния элементов конструкций и проверочных расчетов.

По техническому состоянию сооружения в соответствии с СП 13-102-2003 подразделяются на: находящиеся в исправном, работоспособном, ограниченно работоспособном, неработоспособном и аварийном состоянии.

Несущую способность подпорных стен и удерживающих сооружений оценивают с учетом следующих показателей:

- наличия повреждений и степень их влияния;
- соответствия геометрических параметров сооружения проектным решениям;

- соответствия физико-механических характеристик материалов конструкций проектным решениям;
- состояния грунтов основания и обратной засыпки;
- наличия дополнительных воздействующих нагрузок, не предусмотренных проектом;
- и т. п.

Определение технического состояния производится на основании общего износа сооружения или появления (устранения) дефекта соответствующей категории:

- дефект I категории – незначительный, не влияет на основные показатели;
- дефект II категории – малозначительный, определяет работоспособное состояние элемента;
- дефект III категории – значительный, определяет ограничено работоспособное состояние элемента;
- дефект IV категории – опасный, определяет неработоспособное состояние элемента;
- дефект V категории – критический, определяет аварийное состояние элемента.

При определении категории дефектов следует рассматривать их совокупное влияние как на отдельные элементы конструкции, так и на сооружение в целом.

ЛЕКЦИЯ 4

МОНИТОРИНГ ПОДПОРНЫХ СТЕН И УДЕРЖИВАЮЩИХ СООРУЖЕНИЙ. ЦЕЛИ И ВИДЫ МОНИТОРИНГА

Целью проведения мониторинга подпорных стен и удерживающих сооружений является:

- обеспечение безопасной эксплуатации защищаемых и прилегающих объектов;
- обеспечение безопасности населения;
- своевременное выявление отклонений в строящихся или существующих сооружениях от проектных данных;
- своевременное выявление, предупреждение и прогнозирования развития опасных геологических процессов;
- управление природными рисками;
- оценка эффективности принятых методов расчета и проектных решений.

Мониторинг за оползнеопасными склонами и защитными сооружениями проводится совместно с их обследованием.

Виды мониторинга классифицируются:

- по наблюдаемому объекту (мониторинг склоновых процессов и технический мониторинг);

- по форме предоставления информации в течение времени (периодический и непрерывный).

Технический мониторинг включает в себя все виды наблюдений за состоянием конструкций удерживающего сооружения, а также зданий и сооружений, находящихся в зоне его влияния: измерение деформаций сооружений (осадки, крены, горизонтальные смещения и др.); фиксация и наблюдение за образованием и раскрытием трещин; измерение усилий в анкерных конструкциях и т. п.

Мониторинг склоновых процессов включает в себя системы режимных наблюдений за изменением состояния грунтов, уровня грунтовых вод и развитием опасных геологических процессов (эрозии, оползней, карстово-суффозионных явлений и т. п.).

Объектами мониторинга преимущественно являются:

- подпорные стены и удерживающие сооружения на основе сложных или новых конструктивно-технологических решений;
- подпорные стены и удерживающие сооружения после ремонта или реконструкции, осуществленных с использованием новых технологий, конструкций и материалов;
- промышленные и гражданские строения, находящиеся в зоне влияния оползневых процессов;

- оползневые и оползнеопасные склоны или откосы, в том числе, на которых прогнозируется ухудшение инженерно-геологических условий в период строительства и/или эксплуатации автомобильной дороги.

При периодическом мониторинге измерения необходимых параметров осуществляются специалистами непосредственно на участке через определенные промежутки времени. Периодичность измерений устанавливается программой и может изменяться в процессе ведения мониторинга.

При непрерывном мониторинге в автономном режиме выполняется сбор, обработка, накопление и передача информации о состоянии склона и сооружения в исполнительную организацию непрерывно или с минимальными интервалами времени для принятия оперативных решений.

При проведении мониторинга определяют:

- динамику перемещений и деформаций удерживающего сооружения, а также окружающих зданий и сооружений, расположенных в зоне его влияния;
- напряженно-деформированное состояние удерживающего сооружения (значения усилий в анкерных конструкциях, величину оползневого давления на сооружение и т. д.) и оползневых масс;

- величину и скорость перемещения поверхностных слоев грунта;
- динамику оползневых деформаций на различных глубинах;
- режим грунтовых вод и поровое давление в оползневом массиве;
- величину и характер распределения осадков;
- и т. д.

ЛЕКЦИЯ 5

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО МОНИТОРИНГУ. ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ МОНИТОРИНГА

Мониторинг удерживающих сооружений и оползненноопасных склонов проводится по требованиям проектных и эксплуатационных организаций, а также организаций, выполняющих работы по обследованию.

Необходимость проведения мониторинга вновь возводимых удерживающих сооружений рассматривается на стадиях предпроектного и проектного обеспечения строительства.

При наличии на склоне (в зоне влияния) дополнительных инженерных сооружений (жилых и промышленных зданий, противоэрозионной защиты, дренажной системы и т. п.) за ними также требуется вести регулярные наблюдения.

Порядок проведения мониторинга:

- сбор, систематизация и анализ литературных и фондовых материалов;
- визуальное обследование оползневых участков;
- составление программы мониторинга с обоснованием дополнительных изыскательских работ;
- дополнительные инженерные изыскания и оползневая топографическая съемка (при необходимости);

- составление проекта мониторинга (состав работ, количество и расположение оборудования, периодичность измерений и т. д.);
- создание опорной и съемочной геодезических сетей (репера, деформационные марки и т. п.);
- устройство наблюдательных скважин и установка специального оборудования (инклинометров, пьезометров, датчиков нагрузки, деформометров и т. п.);
- регулярные измерения и снятие показаний с установленного оборудования;
- анализ полученных данных и проведение поверочных расчетов (при необходимости);
- составление отчетов с прогнозами (краткосрочными, среднесрочными и/или долгосрочными) оползневых процессов и изменения состояния сооружений, оценка риска, разработка рекомендаций по дальнейшим мероприятиям.

Документация по мониторингу включает в себя:

- техническое задание на проведение мониторинга;
- программу мониторинга, утвержденную Заказчиком;
- проект мониторинга с чертежами и схемами установки оборудования;

- сертификаты, паспорта используемых измерительных средств;
- акты установки и опроса геотехнического оборудования;
- отчет.

К проведению мониторинга должны привлекаться организации, обладающие научно-техническими кадрами с профильным образованием и квалификацией, необходимой приборно-инструментальной базой, испытательной лабораторией и имеющие соответствующие разрешающие документы.

Точность систем наблюдений и методов контроля должны обеспечивать достоверность получаемой информации и результатов измерений, согласованность между отдельными системами наблюдений, а также с расчетными прогнозами.

Мониторинг производится на всех этапах освоения территории: инженерных изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации удерживающего сооружения. В зависимости от стадийности, работы по мониторингу реализуются в объемах, представленных в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 – Зависимость объемов работ по мониторингу от стадии строительства

Стадии ОИ и ТЭО	Инженерные изыскания и стадия П	Стадия РД, строительство и эксплуатация сооружения
Подготовка и согласование программы проведения мониторинга	Реализация до 40 % работ по утвержденной программе	Реализация работ в полном объеме

На стадии инженерных изысканий рекомендуется проводить наблюдения за наиболее важными элементами геотехнической системы для обеспечения принятия верных конструктивных решений при проектировании защитных сооружений и определения начальных показаний измерительного оборудования.

Наблюдение на этапе строительно-монтажных работ позволяет предотвратить опасные геологические явления, вызванные техногенным воздействием.

Для вновь возводимых сооружений рекомендуется продолжать мониторинг после сдачи объекта в эксплуатацию организацией, проводившей наблюдения на стадии строительства.

При отсутствии рабочих чертежей, информации о свойствах материалов и других необходимых данных с

Заказчиком согласовывается проведение работ по обследованию существующего сооружения.

Подготовка к проведению мониторинга включает в себя ознакомление с данными инженерных изысканий, проектной, исполнительной и эксплуатационной документацией, а также предварительное визуальное обследование участка наблюдения.

На основании анализа имеющихся материалов и визуального обследования в соответствии ГОСТ Р 22.0.03, ГОСТ Р 22.1.01 и ГОСТ Р 22.1.06 создается программа мониторинга, включающая:

- цель и задачи мониторинга;
- основные характеристики объекта мониторинга;
- перечень наблюдаемых параметров и периодичность проведения измерений;
- предполагаемое измерительное оборудование;
- обоснование и определение объемов дополнительных изыскательских работ;
- методику снятия показаний с геотехнического оборудования;
- перечень отчетных документов.

При необходимости выполняют специальную оползневую съемку в масштабах 1:500 – 1:1000, с целью выявления границ потенциально неустойчивых склонов и получения сведений об их геологическом строении,

геоморфологических условиях и характеристиках проявления оползневых процессов.

По результатам проведенных подготовительных работ при необходимости создается паспорт оползнеопасного участка с описанием следующих параметров:

- местоположение участка;
- форма оползня (циркообразная, глетчеровидная, фронтальная и т. п.);
- инженерно геологические и гидрогеологические условия (кратко);
- площадь пораженной территории;
- предполагаемая мощность смещающихся масс;
- предполагаемая скорость смещения;
- ширина, глубина и взаимное расположение трещин;
- коэффициент устойчивости склона;
- величина возможного ущерба при оползневом смещении.

На основании утвержденной Заказчиком программы и проведенных дополнительных изысканий создается проект, включающий в себя:

- цель и задачи мониторинга;
- характеристику объекта мониторинга;
- перечень наблюдаемых параметров;
- состав работ и периодичность проведения измерений;

- перечень применяемого оборудования, порядок и места его установки, используемое программное обеспечение;
- методику обработки данных измерений и анализа результатов;
- мероприятия по обеспечению сохранности установленного оборудования;
- мероприятия по обеспечению безопасности рабочих при выполнении полевых работ;
- сроки предоставления отчетных документов.

При разработке системы наблюдений необходимо учитывать уровень ответственности защищаемой автомобильной дороги в соответствии и особенности удерживающих конструкций (протяженность, изменчивость геологических условий по длине сооружения, удаленность от источников электроснабжения, строительство в стесненных условиях и т. п.).

В зависимости от состава выполняемых работ различают следующие виды мониторинга: 1 – непрерывные инструментальные наблюдения; 2 – периодические инструментальные наблюдения; 3 – геодезическое и геофизическое наблюдения; 4 – маршрутные наблюдения.

При описании методов наблюдения и контроля указываются значения параметров, принятых в качестве нормальных (допустимых, критических), и необходимая точность измерений.

В зависимости от особенностей участка и сооружения (геологического строения, типа удерживающего сооружения, категории защищаемой автомобильной дороги и т. п.) выбираются места размещения измерительного оборудования. Различные виды оборудования рекомендуется располагать в одном створе для возможности проведения поверочного расчета.

Продолжительность, частота наблюдений и тип прогноза (долгосрочный, среднесрочный, краткосрочный) устанавливаются с учетом скорости изменения напряженно-деформированного состояния сооружения и склона, а также с учетом факторов, активизирующих оползневые процессы (после весеннего таяния снегов, сильных ливневых дождей и т. п.).

Для долгосрочного прогноза рекомендуется производить наблюдения до 4 раз в год, для среднесрочного прогноза – 1 раз в месяц, для краткосрочного – 1 раз в неделю или сутки (в зависимости от критичности ситуации). При активизации оползневых явлений или большой вероятности смещения (коэффициент устойчивости равен или близок к единице) частоту наблюдений увеличивают. После землетрясений силой выше 5 баллов или прохождения интенсивных ливней рекомендуется выполнять внеочередной цикл измерений.

При разработке проекта непрерывного мониторинга система сбора данных должна обеспечивать централизованное управление, получение и обработку данных измерений по каналам проводной или беспроводной связи, хранение результатов измерений, проверку работоспособности и калибровку датчиков и оборудования.

При составлении проекта мониторинга необходимо учитывать требования следующих нормативных документов по охране труда и технике безопасности: ГОСТ Р 52289, ГОСТ 12.0.004.

В случае возникновения деформаций или других явлений, отличающихся от прогнозируемых и представляющих опасность для защищаемой автомобильной дороги и прилегающих сооружений, необходимо немедленно информировать об этом заинтересованные организации.

.

ЛЕКЦИЯ 6

МОНИТОРИНГ ПОДПОРНЫХ СТЕН И УДЕРЖИВАЮЩИХ СООРУЖЕНИЙ. МОНИТОРИНГ СКЛОНОВЫХ ПРОЦЕССОВ

При техническом мониторинге определяется напряженно-деформированное состояние конструкции, и выполняется прогноз его изменения.

Задачи проведения технического мониторинга подпорных стен и удерживающих сооружений:

- проверка соответствия показателей состояния конструкции установленным требованиям;
- контроль нагрузок на сооружение;
- своевременное выявление дефектов и вызвавших их причин;
- прогноз изменения состояния сооружения и рекомендации по дальнейшим мероприятиям.

По результатам технического мониторинга в процессе строительства и эксплуатации своевременно выявляются и контролируются:

- перемещения элементов сооружения;
- деформации и напряжения в элементах сооружения;
- состояние грунтов основания и обратной засыпки;
- оползневое давление грунта;

- и др.

При создании базы инструментальных измерений оформляют исполнительные чертежи и схемы размещения оборудования с геометрической привязкой к элементам конструкции.

Измерительное оборудование размещают в характерных местах, где проявляется специфика работы элементов конструкции, а также в местах, где ожидаются максимальные деформации.

С целью определения величин и скорости развития перемещений элементов сооружения во времени, определения их соответствия проектным значениям, используют деформационные марки, датчики линейных и угловых перемещений.

Для планово-высотных наблюдений устанавливают деформационные марки. Рекомендуется их следующее размещение:

- расстояние от реперов до ближайших деформационных марок должно быть меньше 50 м;
- на сооружение в пределах деформационной секции устанавливается не менее двух марок;
- марки для определения плановых и высотных перемещений закладываются на одной линии с шагом от 15 до 25 м;

- марки для определения крена должны закладываться парами в одной вертикальной плоскости с шагом 3 м;
- марки располагают на расстоянии не менее 50 мм от края конструкции;
- марки располагают по обеим сторонам от деформационного шва.

Для наблюдения за перемещениями элементов удерживающего сооружения в непрерывном режиме применяют стационарные базы системы глобального спутникового позиционирования GPS или ГЛОНАСС.

Для определения напряженного состояния сооружения и оползневого давления на конструкцию устанавливаются датчики нагрузки и давления (рисунок 1).

Для определения усилий в анкерах устанавливают датчики нагрузки в количестве не менее 10 % от общего числа анкеров (но не менее трех на сооружение), таким образом, чтобы вести наблюдения за всеми ярусами анкеров.

При установке датчиков нагрузки в буронабивные сваи для измерения оползневого давления их размещают по всей длине сваи, в том числе и ниже прогнозируемой поверхности скольжения, таким образом, чтобы на каждый инженерно-геологический элемент приходился минимум один датчик.

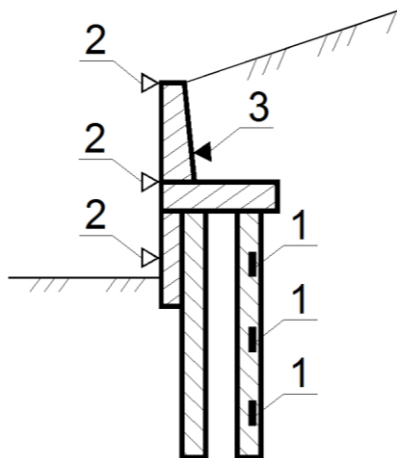
При мониторинге противооползневых дренажных сооружений основные наблюдения ведутся за динамикой изменения уровней депрессионной поверхности

фильтрационного потока, величиной фильтрационного расхода, а также скоростью фильтрационного потока вблизи фильтров дренажных элементов.

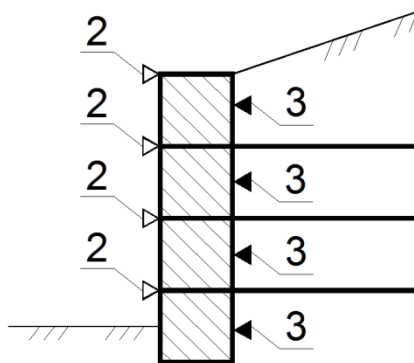
Для сохранности постоянно установленных измерительных приборов их закрывают защитным кожухом.

При проведении наблюдения в непрерывном режиме полученная информация интегрируется в программно-аппаратную систему. Значение каждого измеренного параметра сравнивается с допуском путем обработки данных с использованием программного обеспечения.

а) свайное

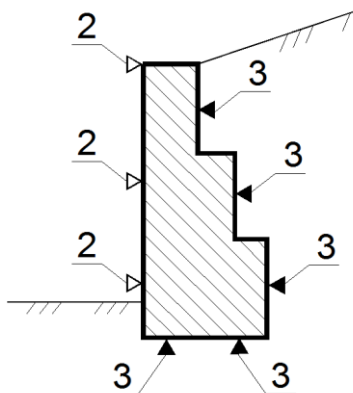
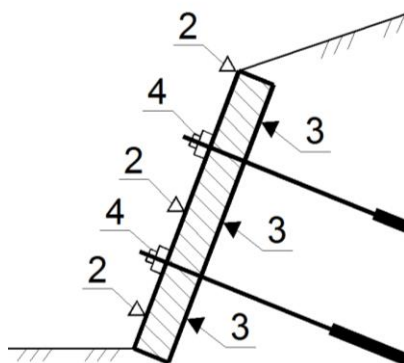


б) армогрунтовое

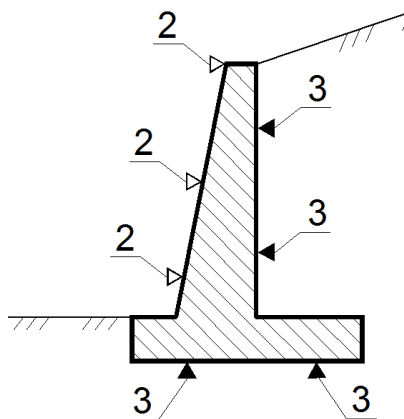


в) анкерное

г) гравитационное



д) уголкового типа



- 1 – тензометрические датчики;
- 2 – датчики измерения перемещений или деформационные марки;
- 3 – датчики давления грунта;
- 4 – анкерный датчик нагрузки

Рисунок 1 – Схемы расположения измерительного оборудования в зависимости от типа удерживающего сооружения

Мониторинг склоновых процессов

Задачи проведения мониторинга склоновых процессов:

- выявление и прогнозирование активизации оползневых явлений;
- определение площади и мощности оползня;
- определение величины, направления и скорости смещения;
- выявление закономерностей изменения подвижек во времени и их связи с различными оползнеобразующими факторами.

Основные виды мониторинга склоновых процессов представляются аэрофотосъемкой, маршрутными, геодезическими, геотехническими, геофизическими и метеорологическими наблюдениями.

Обработка аэроматериалов, полученных в результате разновременных съемок, производится для установления:

- развития и распространения склоновых, эрозионных и абразионных процессов во времени и в пространстве;
- интенсивности и характера техногенной нагрузки;
- наличия деформаций зданий и сооружений, находящихся на склоне.

Маршрутные наблюдения за склоном проводятся с целью выявления текущих изменений в структуре и динамике оползневого процесса, обнаружения опасных зон напряжений и участков, находящихся в предельном состоянии.

В задачи маршрутных наблюдений входят:

- описание и оценка состояния поверхности склона и его характерных особенностей;
- выявление визуальных проявлений оползневых и эрозионных процессов на поверхности склона;
- установление пространственных закономерностей оползневых деформаций (границ участков активных оползней, оползней второго порядка и др.).

При наблюдениях за процессами выветривания, с целью установления характера, условий и интенсивности изменения свойств пород, устраивают специальные наблюдательные пункты (расчищенные участки, неглубокие шурфы и т. п.), обнажающие невыветрелую или слабо выветрелую породу. Пункты наблюдений следует размещать на различных элементах рельефа (несмещенный участок склона, оползневой уступ и др.).

Маршрутные наблюдения проводят с периодичностью, установленной программой, а также после прохождения интенсивных дождей, снеготаяния, землетрясения (5 баллов и выше), а также дополнительных техногенных воздействий (подрезка, пригрузка склона и т. п.).

Геодезические наблюдения ведутся с использованием стандартного и лазерного оборудования или с применением систем глобального спутникового позиционирования (GPS, ГЛОНАСС) с целью определения величин и скорости смещения поверхностных слоев грунтов, границ склоновых процессов, величин раскрытия трещин и прогнозирования дальнейшего поведения склона.

Схема расположения деформационных пунктов на оползневом участке должна соответствовать типу оползня и характеру его смещения. Рекомендуется размещать марки по продольным и поперечным створам. По краям, за пределами оползневого тела, должны располагаться опорные репера. Количество деформационных марок в створе и расстояния между ними рекомендуется принимать от 5 до 20 м, в зависимости от размеров оползня и его морфологии (рисунок 2).

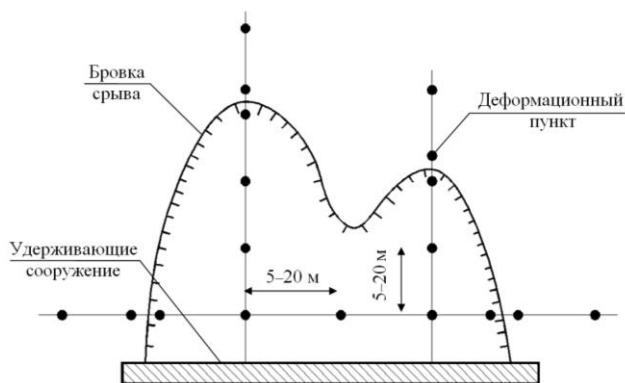


Рисунок 2 – Схема расположения пунктов геодезической сети на оползнеопасном склоне

При недоступности исследуемого склона для установки измерительного оборудования применяются геофизические методы наблюдения.

В задачи геофизических работ входят наблюдения за геологическими и гидрогеологическими условиями, а также оценка влияния изменений свойств и влажности грунтов на устойчивость склона.

Геофизические наблюдения рекомендуется выполнять с учетом типа существующих или прогнозируемых процессов, по створам, проходящим через разведочные выработки.

Метеорологические наблюдения ведутся за гидрометеорологическими факторами, влияющими на оползнеобразующие процессы, с целью установления зависимости изменения напряженно-деформированного состояния склона от климатических явлений.

Метеорологические данные получают как с ближайших станций, так и со специально установленного оборудования на самом склоне (плювиометр и т. п.) при значительной удаленности исследуемого участка от ближайшей метеостанции или если он расположен в иных микроклиматических условиях (изменение количества и режима атмосферных осадков, величины испарения и др.).

При геотехнических наблюдениях за напряженно-деформированным состоянием грунтов количество и места установки оборудования следует определять с учетом строения и типа оползня.

Для наблюдения за развитием трещин отрыва по бровке срыва устанавливаются экстензометры, ориентированные по направлению смещения. Одна стойка экстензометра устанавливается выше трещины, другая – ниже.

Для наблюдения за раскрытием трещин в скальных грунтах используют щелемеры, также допускается установка марок.

При вращательном характере движения оползня рекомендуется устанавливать в оползневое тело наклонмеры.

Скважины инклинометров располагают группами на продольных и поперечных створах. Количество створов зависит от размеров оползня и его формы (циркообразной, глетчеровидной, фронтальной). Рекомендуемое общее количество створов: от 1–4 для небольших по размерам оползней (объем около 1000 м^3) и до 4–8 для больших (объем около $100\,000 \text{ м}^3$). При этом минимальное количество створов принимается для глетчеровидных оползней, максимальное – для фронтальных, а расстояния между створами – в пределах от 25 до 100 м в зависимости от размеров оползней. Расстояния между скважинами инклинометров на поперечниках следует принимать от 25 до 50 м.

Канавки в инклинометрической трубе располагают по направлению смещения оползневых масс.

При необходимости вести наблюдения в непрерывном режиме в скважине необходимо устанавливать

группу стационарных инклинометрических зондов. Их подключают к автоматической системе сбора данных, имеющей функцию аварийного оповещения.

С целью определения степени обводненности оползнеопасных склонов, порового давления и уровня грунтовых вод устанавливают поропьезометры. Данные наблюдения совместно с метеорологическими наблюдениями позволяют установить закономерности развития оползневых явлений и определить степень влияния грунтовых вод на устойчивость склонов и откосов.

Наблюдения за режимом грунтовых вод как фактора оползнеобразования следует осуществлять как в самом теле оползня, так и в прилегающей устойчивой части склона.

Количество наблюдательных скважин устанавливается, исходя из размеров исследуемой территории, типа оползня и числа подлежащих наблюдению водоносных горизонтов. На каждом участке рекомендуется оборудовать от 1 до 3 створов, расположенных параллельно бровке срыва (на коренном склоне, на теле оползня и ниже оползня) из трех-четырех скважин.

В течение первого года наблюдения за грунтовыми водами рекомендуется проводить ежемесячно, а в периоды активизации оползневых смещений, паводков, снеготаяния, ливневых или продолжительных дождей — не реже, чем раз в 3 дня или в режиме реального времени. В последующие годы периодичность наблюдений корректируется в соответствии с выявленными законо-

мерностями и динамикой перемещений оползневых масс.

При устройстве инклинометров и поропьезометров необходимо соблюдать следующие требования:

- для учета деформаций, вызванных оползневым смещениями, производится планово-высотная привязка устья скважины;
- устье обсадной трубы необходимо защищать специальным оголовком;
- глубина скважины инклинометра должна быть как минимум на 2 м ниже поверхности скольжения;
- скважина инклинометра размещается не ближе 10 м от скважины поропьезометра;
- бурение скважин производится с отбором образцов для лабораторного анализа физико-механических свойств грунтов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] ВСН 1-83 Типовая инструкция по техническому учету и паспортизации автомобильных дорог общего пользования
- [2] СП 13-102-2003 Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений
- [3] СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования
- [4] СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство
- [5] СНиП 3.01.03-84 Геодезические работы в строительстве
- [6] Руководство по наблюдениям за деформациями оснований и фундаментов зданий и сооружений – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1975
- [7] СНиП 2.02.01-83* Основания зданий и сооружений
- [8] СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения
- [9] СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть. I. Общие правила производства работ
- [10] СП 11-105- Инженерно-геологические изыска-

- 97 ния для строительства. Часть II.
Правила производства работ в рай-
онах развития опасных геологиче-
ских и инженерно-геологических
процессов
- [11] СП 11-104- Инженерно-геодезические изыска-
97 ния для строительства
- [12] СНиП Автомобильные дороги
2.05.02-85*
- [13] ГКИНП 09- Основные положения по аэрофото-
32-80 съемке, выполняемой для создания
и обновления топографических карт
и планов
- [16] СП 11-105- Инженерно-геологические изыска-
97 ния для строительства. Часть VI.
Правила производства геофизиче-
ских исследований
- [17] СП 11-103- Инженерно-
97 гидрометеорологические изыскания
для строительства
- [18] СНиП 52- Бетонные и железобетонные кон-
01-2003 струкции.
Основные положения
- [19] СНиП II-7- Строительство в сейсмических рай-
81* онах
- [20] СП 11-102- Инженерно-экологические изыска-
97 ния для строительства