ОДМ 218.2.091-2017

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
РОСАВТОДОР

ГЕОТЕХНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СООРУЖЕНИЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
(РОСАВТОДОР)

МОСКВА 2017

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН обществом с ограниченной ответственностью «НТЦ ГеоПроект» (ООО «НТЦ ГеоПроект»).

Коллектив авторов: руководитель работ – д-р техн. наук, проф. С. И. Маций, д-р геол.-минерал. наук Е. В. Безуглова, канд. техн. наук О. Ю. Ещенко, канд. техн. наук Н. Н. Любарский, канд. техн. наук Д. В. Плешаков, канд. техн. наук А. К. Рябухин, инж. В. А. Лесной, инж. В. Ю. Тимошенко.

2 ВНЕСЕН Управлением научно-технических исследований и информационного обеспечения, Управлением проектирования и строительства автомобильных дорог Федерального дорожного агентства.

3 ИЗДАН на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 28.06.2017 № 1326-р.

4 ИМЕЕТ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ.

Содержание

1 Область применения ... 1
2 Нормативные ссылки ... 2
3 Термины и определения ... 4
4 Общие положения ... 8
5 Виды наблюдений и состав работ по геотехническому мониторингу ... 12
5.1 Общие рекомендации по определению видов наблюдений и состава работ геотехнического мониторинга ... 12
5.2 Визуальные наблюдения ... 13
5.3 Геодезические наблюдения ... 15
5.4 Гидрогеологические наблюдения ... 16
5.5 Гидрологические наблюдения ... 17
5.6 Геофизические наблюдения ... 17
5.7 Тензометрические наблюдения ... 21
5.8 Виброметрические наблюдения ... 21
6 Оборудование для геотехнического мониторинга ... 23
6.1 Общие принципы использования приборов для геотехнического мониторинга ... 23
6.2 Наклономеры ... 24
6.3 Гидросистемы контроля осадки ... 26
6.4 Ленточные экстензометры ... 27
6.5 Электронные трещиномеры, струнные деформометры ... 28
6.6 Скважинные экстензометры ... 30
6.7 Поверхностные экстензометры ... 32
6.8 Скважинные инклинометры ... 33
6.9 Скважинные пьезометры ... 35
6.10 Индикаторы уровня грунтовых вод ... 37
6.11 Системы мониторинга влажности грунтов ... 38
6.12 Датчики уровня воды ... 39

6.13 Анкерные датчики нагрузки 40
6.14 Датчики давления 42
6.15 Датчики деформации 43
6.16 Измерительные проводные системы 44
6.17 Автоматические системы регистрации, сбора, хранения и передачи данных 45
7 Организация работ по геотехническому мониторингу 47
8 Рекомендации по проведению геотехнического мониторинга опасных природных процессов 58
8.1 Оползнеопасные участки автомобильных дорог 58
8.2 Селеопасные и подтопляемые участки автомобильных дорог 67
8.3 Обвалоопасные участки автомобильных дорог 71
9 Рекомендации по проведению геотехнического мониторинга сооружений инженерной защиты 76
9.1 Общие сведения 76
9.2 Целостность конструкций 77
9.3 Деформации и смещение конструкций 79
9.4 Состояние грунтов основания 85
9.5 Напряжения в несущих конструкциях 85
9.6 Колебания конструкций от сейсмических и техногенных воздействий 88
Библиография 89

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

Геотехнический мониторинг сооружений инженерной защиты автомобильных дорог

1 Область применения

1.1 Настоящий отраслевой дорожный методический документ «Геотехнический мониторинг сооружений инженерной защиты автомобильных дорог» (далее – методический документ) является документом рекомендательного характера.

1.2 Настоящий методический документ подготовлен в целях обеспечения нормативной базы для проведения геотехнического мониторинга на автомобильных дорогах общего пользования федерального, регионального, местного, и частного значения, а также дорожных сооружений на них, в частности сооружений инженерной защиты.

1.3 Настоящий методический документ рекомендуется применять при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте и эксплуатации автомобильных дорог и дорожных сооружений на них, в частности сооружений инженерной защиты.

1.4 Методический документ рекомендован к применению изыскательскими, проектными, строительными и эксплуатирующими организациями, а также государственными исполнительными органами управления дорожным хозяйством.

2 Нормативные ссылки

В настоящем методическом документе использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ТР ТС 014/2011 Безопасность автомобильных дорог

ГОСТ 22.2.04–2012 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные аварии и катастрофы. Метрологическое обеспечение контроля состояния сложных технических систем. Основные положения и правила

ГОСТ 24846–2012 Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений

ГОСТ 31937–2011 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния

ГОСТ 32836–2014 Межгосударственный стандарт. Дороги автомобильные общего пользования. Изыскания автомобильных дорог. Общие требования

ГОСТ 32868–2014 Межгосударственный стандарт. Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению инженерно-геологических изысканий

ГОСТ 32869–2014 Межгосударственный стандарт. Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению топографо-геодезических изысканий

ГОСТ 33063–2014 Межгосударственный стандарт. Дороги автомобильные общего пользования. Классификация типов местности и грунтов

ГОСТ 33149–2014 Межгосударственный стандарт. Дороги автомобильные общего пользования. Правила проектирования автомобильных дорог в сложных условиях

ГОСТ 33161–2014 Межгосударственный стандарт. Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению диагностики и паспортизации искусственных сооружений на автомобильных дорогах

ГОСТ 33177–2014 Межгосударственный стандарт. Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению инженерно-гидрологических изысканий

ГОСТ 33179–2014 Межгосударственный стандарт. Дороги автомобильные общего пользования. Изыскания мостов и путепроводов. Общие требования

ГОСТ 33220–2015 Межгосударственный стандарт. Дороги автомобильные общего пользования. Требования к эксплуатационному состоянию

ГОСТ Р 52398–2005 Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования

ГОСТ Р 54523–2011 Портовые гидротехнические сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния

СП 22.13330.2011 «СНиП 2.02.01–83* Основания зданий и сооружений»

СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения (актуализированная редакция СНиП 11–02–96)

СП 116.13330.2012 «СНиП 22–02–2003 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения»

3 Термины и определения

В настоящем методическом документе применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **автономная метеорологическая станция:** Станция, применяемая для измерения метеорологических параметров, состоящая, как правило, из осадкомера (плювиометра), комплекса датчиков температуры и влажности, способная удаленно передавать результаты наблюдений с помощью системы глобального позиционирования (GPS, ГЛОНАСС).

3.2 **активное состояние оползня:** регулярное смещение оползневого массива, выявленное по результатам визуальных, геодезических, геофизических, тензометрических и других видов наблюдений.

3.3 **анкерный датчик нагрузки:** Вид геотехнического оборудования, применяемый для определения фактической нагрузки, возникающей в несущей части анкерной микросваи.

3.4 **безопасное строительство (эксплуатация):** состояние, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью граждан (участники дорожного движения, работающие строительных организаций, дорожных служб и т. д.), государственному и/или муниципальному имуществу и т. д.

3.5 **виброметрические наблюдения:** Наблюдения, выполняемые для оценки влияния колебательных воздействий техногенного или природного происхождения на объекты геотехнического мониторинга.

3.6 **гидросистема контроля осадки:** Вид геотехнического оборудования, применяемый для определения величин осадок отдельных конструкций сооружений за счет изменения высотных отметок между замкнутой системой датчиков осадки и контрольной емкостью.

3.7 **геодинамическая ситуация:** Ситуация связанная с изменением напряженно-деформированного состояния геологической среды, способной привести к возникновению опасных природных процессов.

3.8 **геотехнический мониторинг:** Комплекс работ, основанный на

наблюдениях за состоянием сооружений инженерной защиты автомобильных дорог, опасных природных процессов (оползни, сели, обвалы, подтопления), угрожающих безопасной эксплуатации автомобильной дороги.

3.9 **датчик давления грунта:** Вид геотехнического оборудования, применяемый для контроля давлений на контакте грунтового массива и конструкций сооружений, определяемых за счет сдавливания (сжатия) измерительной пластины датчика.

3.10 **датчик деформации:** Вид геотехнического оборудования, располагаемый на поверхности или закладываемый в тело конструкций, применяемый для контроля их напряженно-деформированного состояния (НДС) за счет сжатия или растяжения измерительной струны датчика.

3.11 **датчик уровня воды:** Вид геотехнического оборудования, применяемый для бесконтактного измерения уровня воды в реках, озерах, ручьях и т. д. за счет излучения ультразвуковых или инфракрасных сигналов до измеряемой поверхности.

3.12 **деформационная марка:** Геодезический знак, жестко закрепленный на конструкции сооружения и меняющий вместе с ней свое планово-высотное положение вследствие осадки, просадки, подъема, сдвига, крена и т. д.

3.13 **грунтовый репер:** Геодезический знак, опирающийся на прочные грунты или грунты, расположенные ниже глубины сезонного промерзания, для определения планово-высотного положения дневной поверхности.

3.14 **измерительные проводные системы (струнные растяжки)**: Вид геотехнического оборудования, применяемый для измерения планово-высотного положения различных объектов геотехнического мониторинга за счет сжатия или растяжения волоконно-оптического кабеля.

3.15 **индикатор уровня грунтовых вод:** Вид геотехнического оборудования, применяемый для определения уровня подземных вод в грунтовом массиве.

3.16 **лазерная сканирующая система:** Комплект оборудования для автоматического измерения пространственных координат на поверхности объекта геотехнического мониторинга.

3.17 **лазерное сканирование:** Метод дистанционного зондирования, использующий лазерную сканирующую систему для получения сети контрольных точек, характеризующих геометрию объекта сканирования, для отслеживания их планово-высотного положения.

3.18 **ленточный экстензометр (струнный деформометр, электронный трещиномер):** Вид геотехнического оборудования, применяемый для измерения деформаций и смещений за счет фактического удлинения или сжатия натянутой измерительной струны.

3.19 **нормальная эксплуатация:** Эксплуатация строительного объекта в соответствии с условиями, предусмотренными в строительных нормах или задании на проектирование, включая соответствующее техническое обслуживание, капитальный ремонт, реконструкцию и т. д.

3.20 **сооружения инженерной защиты:** противооползневые, противоселевые, противообвальные, а также берегозащитные сооружения, возведенные для предотвращения или уменьшения отрицательного воздействия на автомобильную дорогу опасных природных процессов (оползни, сели, обвалы, подтопление).

3.21 **тензометрические наблюдения:** Измерения для оценки напряженно-деформированного состояния конструкций.

3.22 **наклономер:** Вид геотехнического оборудования, применяемый для измерения наклона или крена отдельных конструкций или всего сооружения в целом.

3.23 **поверхностный экстензометр:** Вид геотехнического оборудования, применяемый для измерения конвергенции отдельных элементов горных массивов или конструкций сооружений за счет фактического сжатия измерительного стержня.

3.24 **сейсмический датчик (велосиметр, регистратор колебаний,**

сейсмограф и т. д.): Вид геотехнического оборудования, применяемый для измерения колебаний в объектах геотехнического мониторинга, вызванных природными или техногенными причинами.

3.25 **система мониторинга влажности грунтов:** Вид геотехнического оборудования, состоящая из комплекса датчиков влажности и температуры, применяемая для измерения водонасыщения грунтов и прогнозирования их устойчивости.

3.26 **скважинный инклинометр:** Вид геотехнического оборудования, применяемый для измерения глубинных горизонтальных смещений грунтового массива, определяемых за счет фактических деформаций обсадной трубы инклинометра.

3.27 **скважинный пьезометр:** Вид геотехнического оборудования, применяемый для определения порового (гидростатического) давления воды в грунтах.

3.28 **скважинный экстензометр:** Вид геотехнического оборудования, применяемый для измерения глубинных смещений отдельных участков грунтового массива, определяемых за счет фактической деформации измерительных стержней экстензометра.

3.29 **стабилизированное состояние оползня:** отсутствие признаков смещения оползневого массива, выявленное по результатам визуальных, геодезических, геофизических, тензометрических и других видов наблюдений.

4 Общие положения

4.1 Согласно требованиям нормативных и методических документов для обеспечения нормальной эксплуатации автомобильной дороги и прилегающих к ней объектов, в частности сооружений инженерной защиты, следует осуществлять выполнение геотехнического мониторинга.

4.2 Рекомендации по геотехническому мониторингу должны соответствовать требованиям основных регламентирующих документов РФ в области геотехнического мониторинга, проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта автомобильных дорог и прилегающих к ней сооружений инженерной защиты [ТР ТС 014/2011, ГОСТ 33149–2014, СП 22.13330.2011, СП 116.13330.2012], а также обеспечивать взаимоувязку и преемственность существующих методик наблюдений на этапах инженерных изысканий [ГОСТ 32836–2014, ГОСТ 32868–2014, ГОСТ 32869–2014, ГОСТ 33063–2014, ГОСТ 33177–2014, ГОСТ 33179–2014, СП 47.13330.2012, [1]], и эксплуатации [ГОСТ 31937–2011, ГОСТ 33161–2014, ГОСТ 33220–2015, ГОСТ Р 54523–2011].

4.3 Целью геотехнического мониторинга является обеспечение безопасного строительства и безопасной эксплуатации автомобильных дорог, а также дорожных объектов прилегающих к ней, в частности сооружений инженерной защиты.

4.4 Основными задачами геотехнического мониторинга являются:

- контроль и оценка технического состояния строящихся и эксплуатируемых сооружений инженерной защиты;

- контроль и оценка состояния оползне-, селе- и обвалоопасных участков, а также гидрологических условий на подтопляемых территориях автомобильных дорог;

- определение причин, динамики и прогнозирование развития деформаций;

- выдача рекомендаций по предотвращению дальнейшего развития опасных природных процессов.

4.5 Объектами геотехнического мониторинга являются автомобильная дорога, конструкции сооружений инженерной защиты и их грунты основания, а также опасные природные процессы (оползни, сели, обвалы, подтопления).

4.6 Геотехнический мониторинг сооружений инженерной защиты рекомендуется выполнять в период строительства и не менее одного года с момента ввода их в эксплуатацию (начальный период эксплуатации). При отсутствии стабилизации контролируемых параметров после начального этапа эксплуатации геотехнический мониторинг требуется продлевать. Отсутствием стабилизации изменений контролируемых параметров считается превышение их величин по сравнению с предыдущими циклами более чем на величину точности измерений.

4.7 В случае если геотехнический мониторинг выполняется на этапе строительства автомобильной дороги, то периодичность наблюдений следует увязывать с графиком проведения строительно-монтажных работ (СМР).

4.8 Внеплановые наблюдения при строительстве и начальном этапе эксплуатации сооружений инженерной защиты выполняются при:

- активизации опасных склоновых процессов (оползни, сели, обвалы);
- образовании паводков (обеспеченность 0,1% и менее);
- воздействии землетрясений (6 баллов и более);
- проведении взрывных работ в районе строительства.

4.9 Для отдаленных, труднодоступных участков, а также зон, на которых существует угроза возникновения аварийной ситуации при соответствующем экономическом обосновании рекомендуется выполнять непрерывные наблюдения. Непрерывный режим наблюдений осуществляется с помощью контрольно-измерительной аппаратуры, подключенной к автоматизированной системе регистрации, сбора, хранения и передачи данных.

4.10 Для оползнеопасных и селеопасных участков, а также

подтопляемых территорий автомобильных дорог непрерывные наблюдения требуется осуществлять в периоды интенсивного и наибольшего выпадения климатических осадков и таяния снегов.

4.11 Наблюдения за сооружениями инженерной защиты автомобильных дорог выполняется согласно положениям программы геотехнического мониторинга. Программа является руководствующим документом для реализации всех работ по геотехническому мониторингу.

4.12 В программе геотехнического мониторинга для каждого сооружения индивидуально устанавливаются состав, объемы, вид оборудования, периодичность и продолжительность наблюдений (визуальные, геодезические, геофизические, гидрогеологические, гидрологические, тензометрические, виброметрические). Также в программе следует указывать предельно допустимые значения контролируемых параметров, полученные на основании принятых проектных решений и результатов поверочных расчетов.

4.13 Программа геотехнического мониторинга разрабатывается согласно требованиям СП 22.13330.2011 в процессе проектирования и включается в состав проектной документации на строительство, реконструкцию, а также капитальный ремонт автомобильной дороги и прилегающих к ней сооружений инженерной защиты.

4.14 Для получения качественных результатов измерений с применением оборудования геотехнического мониторинга необходимо осуществить его метрологическое обеспечение. Метрологическое обеспечение рекомендуется выполнять согласно ГОСТ 22.2.04–2012.

4.15 Результаты геотехнического мониторинга должны обеспечивать заинтересованных лиц (представители заказчика, строительного контроля, специалистов эксплуатирующих организаций и т. д.) сведениями, необходимыми и достаточными для определения фактического технического состояния автомобильной дороги и прилегающей к ней сооружений инженерной защиты.

4.16 Раннее обнаружение опасных природных процессов при реализации геотехнического мониторинга позволяет заблаговременно информировать участников дорожного движения об опасности и приостановить движение на потенциально опасном участке автомобильной дороги. Потенциально опасные участки автомобильной дороги рекомендуется оснащать различными средствами оповещения и препятствия автомобильного движения (громкоговорители, светофоры, шлагбаумы и т. д.). Оповещение участников дорожного движения выполняется с помощью информационного табло и специальных звуковых сигналов, как правило, звуковых сирен.

4.17 При геотехническом мониторинге сооружений инженерной защиты рекомендуется ведение документации по организационно-техническим мероприятиям, которая включает материалы для планирования работ по наблюдениям, а также контролю количества и состояния измерительного оборудования:

- календарные графики выполнения строительно-монтажных работ необходимы для контроля и своевременного выполнения монтажных и иных видов работ для производства геотехнического мониторинга;

- наряд, представляющий собой задание на производство работ геотехнического мониторинга, выполненное по специальной форме, содержащее сведения о наименовании объекта, вида наблюдений, типу измерительного оборудования, места наблюдения и т. д.;

- реестры учета измерительного геотехнического оборудования ведутся для внутреннего контроля их количества и технического состояния.

4.18 При выполнении работ по геотехническому мониторингу должны соблюдаться правила безопасности.

5 Виды наблюдений и состав работ по геотехническому мониторингу

5.1 Общие рекомендации по определению видов наблюдений и состава работ геотехнического мониторинга

5.1.1 При геотехническом мониторинге сооружений инженерной защиты автомобильных дорог и опасных природных процессов, способных повлиять на их техническое состояние, требуется применять виды и методы наблюдений, обеспечивающие количественные и качественные результаты измерений контролируемых параметров. Перечень контролируемых параметров объектов геотехнического мониторинга представлен в разделах 8 и 9 настоящего документа.

5.1.2 Учитывая положения СП 22.13330.2011, геотехнический мониторинг сооружений инженерной защиты включает:

- визуальные наблюдения (подраздел 5.2);
- геодезические наблюдения (подраздел 5.3);
- гидрогеологические наблюдения (подраздел 5.4);
- гидрологические наблюдения (подраздел 5.5);
- геофизические наблюдения (подраздел 5.6);
- тензометрические наблюдения (подраздел 5.7);
- виброметрические наблюдения (подраздел 5.8).

5.1.3 Состав, вид и периодичность наблюдений геотехнического мониторинга следует назначать в зависимости от:

- типа и конструктивных особенностей инженерных сооружений;
- технического состояния сооружений инженерной защиты;
- вида опасного природного процесса (оползни, обвалы, сели, подтопления).

5.1.4 В исключительном случае при согласновании с заказчиком допускается корректировка объемов работ геотехнического мониторинга в большую сторону при угрозе разрушения участка автомобильной дороги

и/или прилегающих к ней сооружений инженерной защиты.

5.2 Визуальные наблюдения

5.2.1 Задачей визуальных наблюдений является фиксация по внешним признакам дефектов и деформаций для выделения наиболее слабых и поврежденных зон (участков), на которых для установления их фактического состояния необходимо проведение дополнительных инструментальных наблюдений (одноразовых работ). Визуальные наблюдения выполняются за всеми объектами геотехнического мониторинга.

5.2.2 Состав работ визуальных наблюдений включает:

- обнаружение и фотофиксацию деформаций;
- измерение простейшими способами;
- описание и занесение в реестр (ведомости, полевые журналы и т. д.);
- установление необходимости дополнительных инструментальных наблюдений (геодезических, гидрогеологических, тензометрических и виброметрических).

5.2.3 Фотофиксация выполняется с фиксированных точек. Точки фотофиксации назначаются исходя из необходимости получения фотоматериалов:

- обзорных, с общими изображениями наблюдаемого склона, сооружения;
- детальных, с изображениями состояния неукрепленных участков, покровных сеток, покрытия из пневмонабрызга, субстрата и корневой системы насаждений, их общего состояния, отдельных конструкций и повреждений в них.

5.2.4 При проведении визуальных наблюдений внимание уделяется состоянию элементов конструкций, наличию выносов грунта через швы или трещины и т. п. Выявленные в ходе осмотра дефекты и повреждения измеряются и фотографируются.

5.2.5 При визуальном наблюдении объектов геотехнического мониторинга применяются простейшие инструменты (линейки, мерные рулетки, транспортиры и т. д.), которые выбираются в зависимости от наблюдаемого контролируемого параметра.

5.2.6 Особое внимание в процессе визуального наблюдения следует уделять конструкциям сооружений инженерной защиты, в которых обнаружены трещины. Визуальное наблюдение выполняется путем осмотра поверхностей конструкций, а также выборочного снятия с конструкций защитных или отделочных покрытий. При изучении трещин следует выявлять причин их возникновения, динамику развития, положение, форму, направление, распространение по длине, ширину раскрытия, глубину.

5.2.7 Возникновение трещин в железобетонных или каменных конструкциях определяется локальными перенапряжениями, увлажнением бетона и расклинивающим действием льда в порах материала, коррозией арматуры и действием многих трудно прогнозируемых факторов.

5.2.8 В металлических конструкциях, например гибких противоселевых и противообвальных барьерах, появление трещин в большинстве случаев определяется явлениями усталостного характера, которые в частности наблюдаются на стойках и поперечных растяжках.

5.2.9 При наличии трещин на несущих конструкциях необходимо организовать систематическое наблюдение за их состоянием и возможным развитием с тем, чтобы выяснить характер деформаций конструкций и степень их опасности для дальнейшей эксплуатации.

5.2.10 На каждой трещине в месте наибольшего развития рекомендуется устанавливать щелемеры, трещиномеры, маяки и т. д. При наблюдениях за развитием трещин по длине концы трещин во время каждого осмотра фиксируются поперечными штрихами, нанесенными краской или острым инструментом на поверхности конструкции. В обязательном порядке для определения динамики развития трещин рядом с каждым штрихом проставляют дату осмотра.

5.2.11 Расположение трещин рекомендуется схематично наносить на чертежи развертки сооружений инженерной защиты, отмечая номера и дату установки приборов. На каждую силовую трещину в рамках выполнения отчетной документации составляется график ее развития.

5.3 Геодезические наблюдения

5.3.1 Геодезические наблюдения выполняются, как правило, за всеми объектами геотехнического мониторинга для решения следующих задач:

- определение планово-высотного положения;
- определение величины развития деформаций.

5.3.2 При геодезических наблюдениях фиксируют смещения, осадки, крены и т. д., как на дневной поверхности, так и на глубине в грунтовом массиве.

5.3.3 Геодезические наблюдения выполняются либо геодезическими знаками (грунтовыми реперами, деформационными марками), либо обратными отвесами, струнными растяжками, скважинными инклинометрами, а также ленточными, скважинными и поверхностными экстензометрами. Оборудование при соответствующем обосновании может быть объединено в контрольные створы для выполнения комплексных измерений. В рамках геодезических наблюдений допускается использование лазерного сканирования (воздушное, мобильное, наземное).

5.3.4 Методика производства геодезических наблюдений определяется в зависимости от инженерно-геологических условий и необходимой точности измерений. Точность измерений вертикальных и горизонтальных поверхностных и глубинных смещений следует определять согласно ГОСТ 31937–2011, ГОСТ 24846–2012 в зависимости от величины ожидаемых перемещений.

5.3.5 Наблюдения за вертикальными смещениями грунтовых реперов и деформационных марок выполняют, как правило, методами геометрического

и тригонометрического нивелирования, за горизонтальными смещениями – створным методом, а также методами отдельных направлений и триангуляции. При выполнении геодезических измерений данными методами следует руководствоваться ГОСТ 24846–2012.

5.3.6 Применение лазерного сканирования в рамках геодезических измерений рекомендуется осуществлять для труднодоступных участков, а также при развитии масштабных склоновых процессов. Лазерное сканирование за состоянием объектов геотехнического мониторинга, как правило, осуществляется воздушным, мобильным и наземным способами.

5.4 Гидрогеологические наблюдения

5.4.1 Гидрогеологические наблюдения производятся для определения уровней грунтовых вод, вычисления порового (гидростатического) давления в геологической среде и оценки его влияния на:

- возникновение опасных природных процессов (оползни, сели, обвалы, подтопление);
- техническое состояние автомобильной дороги и/или прилегающие к ней сооружения инженерной защиты.

5.4.2 Состав работ гидрогеологических наблюдений включает:

- бурение скважин под устройство скважинных пьезометров и индикаторов подземных вод и т. д.;
- устройство обсадной трубы в стволе скважины, донной заглушки, верхнего оголовка и т. д.;
- установка измерительного оборудования для проведения наблюдений;
- снятие показаний с помощью считываемого устройства;
- занесение результатов измерений в журналы и акты снятия показаний;
- составление и освидетельствование актов у представителей заказчика.

5.4.3 Гидрогеологические наблюдения производятся, как правило, с помощью скважинных пьезометров и индикаторов подземных вод. Для определения контролируемых параметров необходимо пробуривать

специальные скважины, места расположения которых определяются по результатам инженерных изысканий, обследований и т. д.

5.5 Гидрологические наблюдения

5.5.1 Гидрологические наблюдения выполняются для определения метеорологических условий участка геотехнического мониторинга в целях анализа и прогнозирования возникновения оползневых и селевых процессов, а также подтоплений участков автомобильных дорог.

5.5.2 Посредством гидрологических наблюдений фиксируется количество выпавших климатических осадков, а также уровни воды в реках, озерах, ручьях и т. д. прилегающих к автомобильной дороге. Фиксация осуществляется с применением автономных метеостанций, системы мониторинга влажности грунтов, датчиков уровней воды.

5.6 Геофизические наблюдения

5.6.1 Целью геофизических наблюдений является определение состояния автомобильной дороги, прилегающих к ней сооружений инженерной защиты и геологической среды.

5.6.2 Геофизические наблюдения состоят из следующих полевых работ:

- бурения скважин (для скважинных методов);
- монтажа измерительного оборудования;
- проведения полевых работ и снятия результатов измерений;
- занесения результатов измерений в полевые журналы, акты снятия показаний и т. д., и их освидетельствование.

5.6.3 По результатам геофизических наблюдений геологической среды определяются деформационные и прочностные свойства пород, а также характерные особенности геологической среды (зоны рассланцевания, обводнения, разуплотнения, участки тектонической нарушенности и т. д.), оценивается их изменение при выполнении строительных работ.

При наблюдениях за дорожной одеждой автомобильных дорог, а также строительными конструкциями сооружений инженерной защиты устанавливается наличие в них деформаций, дефектов, зон повышенной влажности, локализации инородных тел и т. д.

5.6.4 Геофизические наблюдения строительных конструкций выполняются в случае обнаружения внутренних повреждений или деформаций. Исследование состояния конструкции (наличие трещин, толщина защитного слоя, расположение арматуры и т. д.), как правило, выполняются ультразвуковыми и магнитными методами. Данные наблюдения конструкций сооружений инженерной защиты рекомендуется выполнять согласно [2].

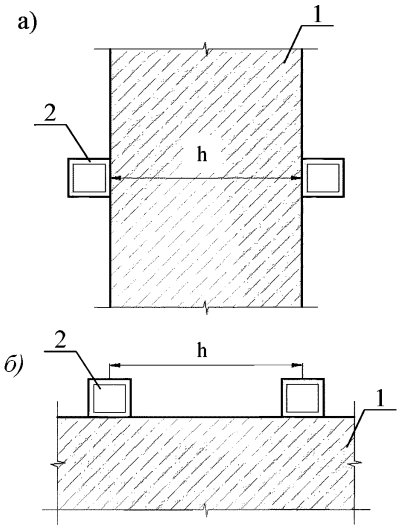
5.6.5 При необходимости определения состояния автомобильной дороги, а также грунтов ее основания рекомендуется применять метод георадиолокации с помощью георадаров. При производстве данных исследований следует руководствоваться ГОСТ 32868–2014, [3] и другими нормативными документами.

5.6.6 С помощью ультразвукового просвечивания устанавливаются прочность бетонных элементов, фактические размеры элементов конструкций, наличие в них дефектов и деформаций, в частности глубину распространения трещин.

Как правило, ультразвуковой метод применяют для определения прочности бетона классов В7,5÷В35 (марок М100÷М400) на сжатие. Ультразвуковые измерения в бетоне проводят способами сквозного или поверхностного прозвучивания. Методика проведения данных способов ультразвукового просвечивания представлена в [2]. Схема исследования бетона приведена на рисунке 1.

5.6.7 Для определения толщины защитного слоя бетона и расположения арматуры в железобетонной конструкции применяют магнитный метод. При толщине защитного слоя бетона, меньшей предела измерения применяемого прибора, испытания проводят через прокладку толщиной не менее

10 мм из материала, не обладающего магнетическими свойствами. Фактическую толщину защитного слоя бетона в этом случае определяют, как разность между результатами измерения и толщиной данной прокладки.



1 – бетонная конструкция; 2 – ультразвуковой преобразователь;
а – сквозное просвечивание; б – поверхностное просвечивание

Рисунок 1 – Способы ультразвукового просвечивания бетона

5.6.8 При геофизических наблюдениях геологической среды рекомендуется применять электромагнитные и сейсмические методы, которые по технологии наблюдения подразделяют на наземные и скважинные (таблица 1). Подробные сведения о данных методах геофизических наблюдений представлены в [4].

Таблица 1 – Основные методы геофизических наблюдений, применяемые при геотехническом мониторинге

Модификации методов	Технология наблюдения	Глубинность	Решаемые задачи / особые условия
Электромагнитные методы			
Электропрофилирование (ЭП)	Наземная	Зависит от соотношения удельного электрического сопротивления пород, мощности геоэлектрических слоев и размера измерительной установки	Картирование границ пород различного состава, влажности, пористости, обнаружение и картирование субвертикальных геологических тел (зон повышенной трещиноватости и т. д.)
Вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ)			Расчленение разреза по вертикали, определение состава, строения и ряда водно-физических свойств пород, наблюдения за динамикой процессов
Электротомография (ЭТ)	Наземная Скажинная		Двухмерное и трехмерное расчление разреза, определение слоистости, физико-механических свойств грунтов, наличия водоносных горизонтов
Сейсмические методы			
Метод преломленных волн (МПВ)	Наземные	До 10 м	Расчленение разреза, изучение положения геологических границ, обусловленных сменой литологического состава, состояния, степени трещиноватости, влагонасыщенности; изучение оползневых и карстовых участков; изучение физико-механических свойств, их анизотропии
Вертикальное сейсмическое профилирование (ВСП)	Скважинная	Определяется глубиной скважины	Расчленение разреза, обнаружение границ ниже забоя и в стороне от скважины, выделение зон трещиноватости и разуплотнения, оценка физико-механических свойств

5.7 Тензометрические наблюдения

5.7.1 Тензометрические измерения выполняются в целях контролирования напряженного состояния несущих конструкций сооружений инженерной защиты с применением датчиков деформации, датчиков давления, анкерных датчиков нагрузки, датчиков тормозных устройств, измерительных проводных систем и т. д.

5.7.2 Тензометрические наблюдения включают следующие полевые работы:

- проверку работоспособности датчиков;
- установку датчиков;
- отвод сигнальных проводов от датчиков в безопасную зону;
- снятие показаний с датчиков с помощью считывающего устройства;
- занесение результатов измерений в полевые журналы, акты снятия показаний и т. д., и их освидетельствование.

5.7.3 Точность измерений тензометрического оборудования, как правило, определяется по сертификатам, прилагающимися к оборудованию. Если в сертификатах отсутствует данная информация, то сведения о точности измерения того или иного типа оборудования рекомендуется запрашивать непосредственно у производителя.

5.8 Виброметрические наблюдения

5.8.1 Виброметрические наблюдения выполняются для исследования вибраций природного и техногенного происхождения с целью оценки их влияния на объекты геотехнического мониторинга.

5.8.2 В состав полевых работ виброметрических наблюдений включают:

- определение мест и установка сейсмических датчиков (велосиметры, сейсмометры и т. д.);
- подключение сейсмических датчиков к считывающим устройствам;
- проведение измерений и снятие показаний;

- занесение результатов измерений в полевые журналы, акты снятия показаний и т. д., и их освидетельствование.

5.8.3 Виброметрические наблюдения следует выполнять в сейсмически опасных районах (6 баллов и более), а также местах проведения взрывных работ и других высоких техногенных вибрационных воздействий.

5.8.4 Виброметрические наблюдения осуществляются с применением велосиметров, сейсмометров и т. д., устанавливаемых, как на строительные конструкции сооружений инженерной защиты, так и в скважины грунтового массива. Результаты виброметрических наблюдений рекомендуется сопоставлять с результатами других наблюдений.

6 Оборудование для геотехнического мониторинга

6.1 Общие принципы использования приборов для геотехнического мониторинга

6.1.1 Применимость геотехнического оборудования устанавливается в зависимости от исследуемого объекта геотехнического мониторинга и вида наблюдения (см. таблицу 2).

6.1.2 Геотехническое оборудование должно соответствовать требуемой точности измерения контролируемых параметров и иметь метрологическое обеспечение.

6.1.3 При изменении внешних условий окружающей среды необходимо обеспечить стабильность параметров измерительных устройств. При необходимости следует вносить поправки в результаты измерений в зависимости от изменения температуры, влажности воздуха и других факторов.

6.1.4 Перечень основного используемого оборудования при выполнении геотехнического мониторинга представлен в таблице 2 настоящего отраслевого документа. Сведения, изложенные в данной таблице, определяют перечень необходимого оборудования для наблюдения над оползнями, селями, обвалами, участками подтоплений автомобильных дорог, а также конструкций сооружений инженерной защиты и их грунтов оснований. Сведения по автономным метеостанциям, сейсмометрам (велосиметрам), а также регистраторам колебаний не представлены в настоящем разделе ввиду большого количества существующих методик их применения и вариантов исполнения.

6.1.5 Оборудование для геотехнического мониторинга следует применять во всепогодном, а при необходимости и в противовандальном исполнении.

Таблица 2 – Перечень используемого геотехнического оборудования

Вид оборудования	Объекты геотехнического мониторинга					
	оползень	сель	обвал	подтопление	грунты основания	конструкции
Геодезические наблюдения						
Гидросистема контроля осадки	–	–	–	–	–	+
Ленточный экстензометр	+	–	+	–	–	+
Наклономер	–	–	+	–	–	+
Поверхностный экстензометр	–	–	+	–	–	+
Скважинный инклинометр	+	–	–	–	+	+
Скважинный экстензометр	–	–	–	–	+	+
Струнный деформометр	–	–	+	–	–	+
Электронный трещиномер	–	–	+	–	–	+
Гидрогеологические наблюдения						
Индикатор уровня грунтовых вод	+	+	–	–	+	–
Скважинный пьезометр	+	+	–	–	+	–
Гидрологические наблюдения						
Автономные метеостанции	+	+	–	+	–	–
Датчики уровня воды	–	+	–	+	–	–
Система мониторинга влажности грунтов	+	–	–	–	+	–
Тензометрические наблюдения						
Анкерные датчики нагрузки	–	–	–	–	–	+
Датчик давления	–	–	–	–	–	+
Датчик деформации	–	–	–	–	–	+
Измерительная проводная система	+	–	–	–	–	+
Виброметрические наблюдения						
Сейсмометр (велосиметр)	+	–	+	–	+	+
Регистратор колебаний	+	–	+	–	+	+

6.2 Наклономеры

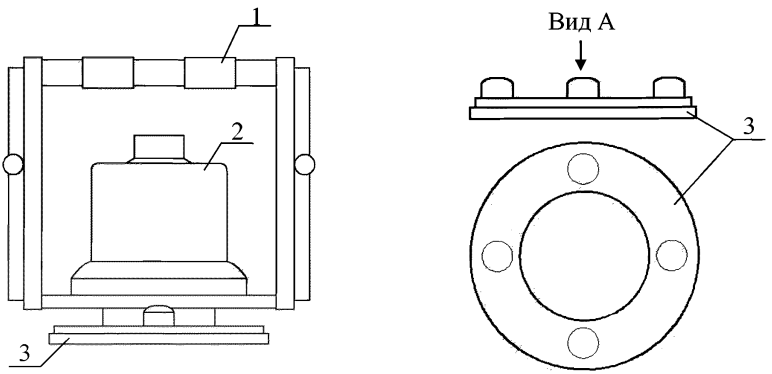
6.2.1 Планово-высотное положение сооружений инженерной защиты (крен, сдвиг, осадка и т. д.) и оползневых грунтовых масс (на поверхности, по поверхности скольжения) определяются по результатам геодезических наблюдений с применением комплекса геотехнического оборудования.

6.2.2 Для измерения крена в качестве альтернативы геодезическим измерениям с применением тахеометров и деформационных марок, как

правило, применяют наклономеры.

6.2.3 Наклономер состоит из каркаса, изготовленного из нержавеющей стали, и алюминиевого корпуса датчика, в котором размещается уравновешенный акселерометр (рисунок 2). Технические характеристики наклономеров в зависимости от типа сенсора представлены в таблице 3.

6.2.4 Наклономер устанавливается на металлической платформе, которая закрепляется на поверхности конструкции инженерного сооружения. Также с помощью наклономера рекомендуется контролировать смещение отдельных блоков горных пород.



1 – корпус наклономера; 2 – акселерометр; 3 – платформа

Рисунок 2 – Вариант исполнения наклономера

Таблица 3 – Технические характеристики наклономеров

Характеристики	Тип	
	твердотельный акселерометр	сервоакселерометр
Диапазон измерений, град.	±10, ±20	±10, ±15, ±20, ±30
Разрешение, % полной шкалы	≤0,001	≤0,001
Точность, % полной шкалы	≤0,4	≤0,07
Температурный диапазон, ˚С	–40 ÷ +85	–20 ÷ +80

6.3 Гидросистемы контроля осадки

6.3.1 Осадка инженерных сооружений определяется с помощью гидросистемы контроля осадки в рамках геодезических наблюдений. Система контроля осадки состоит из цепочки датчиков уровня, устанавливаемых по периметру наблюдаемого сооружения и контрольной емкостью. Контрольная емкость и датчики уровня соединяются между собой с помощью поэтиленовых трубок, образуя замкнутую гидравлическую систему с заданными значениями давления для каждого датчика (рисунок 3). Гидросистема контроля осадки заполняется специальной жидкостью. Технические характеристики указаны в таблице 4.

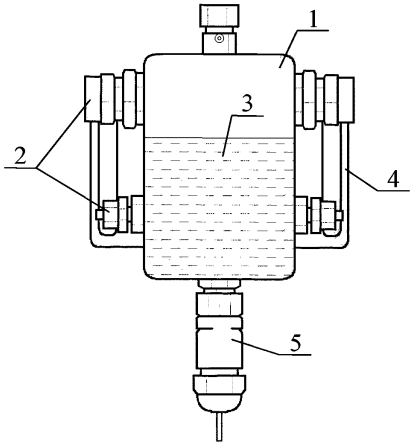
6.3.2 Контрольная емкость, в обязательном порядке должна располагаться на устойчивом прочном грунте вне зоны влияния сооружений, опасных природных процессов, строительных работ и других воздействий способных оказать влияние на результаты измерений.

6.3.3 При возникновении осадки происходит пропорциональное изменение давления в жидкости, что приводит к разнице высотных отметок между датчиками и контрольной емкостью. Соотношение уровней жидкости между датчиками и контрольной емкостью позволяется определить величины осадок в наблюдаемых точках.

6.3.4 Калибровку гидросистемы контроля осадки рекомендуется выполнять при температурных колебаниях и изменении атмосферного давления.

Таблица 4 – Технические характеристики датчиков уровня

Характеристики	Тип		
	механический	виброструнный	оптоволоконный
Диапазон измерений, мм	500	150÷600	250
Разрешение, мм	≤1,0	≤0,1÷0,2	≤0,1
Точность, мм	≤1,0	≤0,07÷0,15	≤0,2
Температурный диапазон, °С	–20 ÷ +60	–20 ÷ +80	–30 ÷ +60

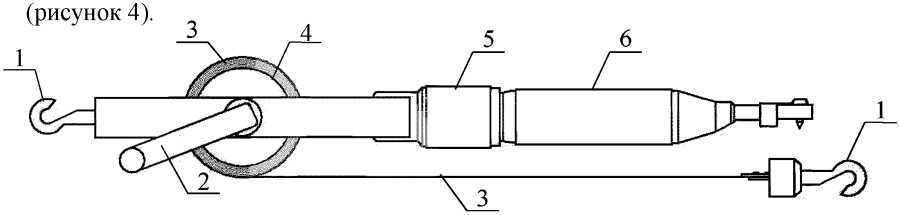


1 – корпус датчика уровня; 2 – соединительные муфты; 3 – жидкость; 4 – монтажная платформа; 5 – разъем

Рисунок 3 – Вариант исполнения гидросистемы контроля осадки

6.4 Ленточные экстензометры

6.4.1 Смещение отдельных элементов конструкций сооружений определяется с помощью ленточных экстензометров при выполнении геодезических наблюдений. Ленточный экстензометр представляет собой съемную измерительную ленту из нержавеющей стали, которая располагается в алюминиевом корпусе с внешним пневматическим натяжным устройством (компрессором) и циферблатным индикатором (рисунок 4).



1 – монтажный крюк; 2 – рукоятка; 3 – измерительная лента; 4 – катушка; 5 – корпус; 6 – циферблатный индикатор

Рисунок 4 – Вариант исполнения ленточного экстензометра

Таблица 5 – Технические характеристики ленточного экстензометра

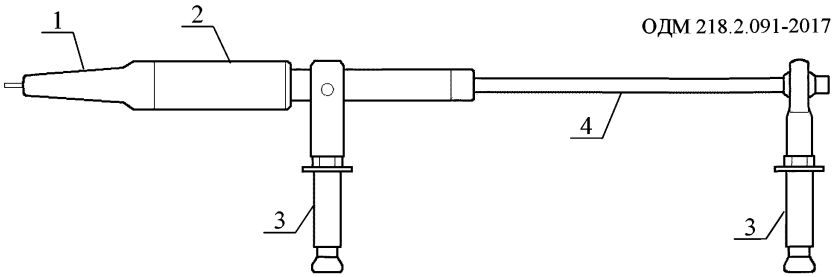
Характеристики	Значение
Диапазон измерений, м	1,0÷30,0
Разрешение, мм	≤0,01
Точность, мм	±0,10; ±0,15
Рабочая температура, °С	–20 ÷ +60

6.4.2 Ленточным экстензометром выполняется фиксация смещений оползневых массивов, отдельных неустойчивых крупных глыб, а также сооружений инженерной защиты (подпорных стен, опор мостов и эстакад, стен галерей, стоек гибких барьеров и т. д.). При возникновении деформации измерительная лента (сенсор) воспринимает сжимающие (растягивающие) усилия, которые в условных единицах подаются на преобразователь и обрабатываются в физические величины деформаций. Технические характеристики ленточного экстензометра указаны в таблице 5.

6.5 Электронные трещиномеры, струнные деформометры

6.5.1 Наблюдения за динамикой развития трещин осуществляется с применением электронных трещиномеров и струнных деформометров при выполнении геодезических измерений.

6.5.2 Электронный трещиномер, как правило, включает измерительный стержень (чувствительный элемент), преобразователь сигнала, а также монтажные анкера (рисунок 5). Электронный трещиномер при помощи анкерного крепления фиксируется по обеим сторонам трещины и в случае ее раскрытия происходит удлинение измерительного стержня, в результате чего возникает сигнал, который подается на преобразователь. Считывание показаний выполняется с помощью специального устройства. Технические характеристики электронного трещиномера указаны в таблице 6.



1 – рукоятка; 2 – преобразователь; 3 – монтажный анкер;

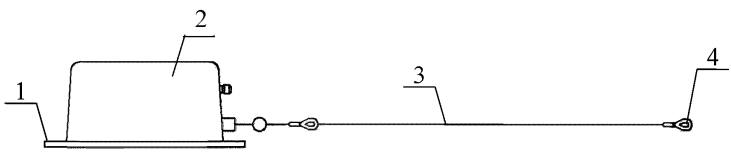
4 – измерительный стержень

Рисунок 5 – Вариант исполнения электронного трещиномера

Таблица 6 – Технические характеристики электронных трещиномеров

Характеристики	Тип		
	виброструнный	линейный	роторный
Диапазон измерений, мм	25; 50	25; 50	80
Разрешение, мм	–	–	0,003
Точность, % полной шкалы	≤0,5; ≤0,3	≤0,3; ≤0,2	≤0,1
Температурный диапазон, ˚С	–20 ÷ +80	–20 ÷ +60	–20 ÷ +80

6.5.3 Струнный деформометр состоит из монтажной платформы и петли, металлического защитного короба с преобразователем, а также металлической струны, выполняющей роль чувствительного элемента (рисунок 6). Принцип работы деформометра аналогичен электронному трещиномеру. Технические характеристики струнного дефомометра указаны в таблице 7.



1 – монтажная платформа; 2 – защитный короб с преобразователем;

3 – измерительный струна; 4 – монтажная петля

Рисунок 6 – Вариант исполнения струнного дефомометра

Таблица 7 – Технические характеристики струнного деформометра

Характеристики	Значение
Чувствительность, мм	±0,03
Точность, мм	≤1,0
Максимальная длина струны, м	30
Температурный диапазон, °С	–20 ÷ +60

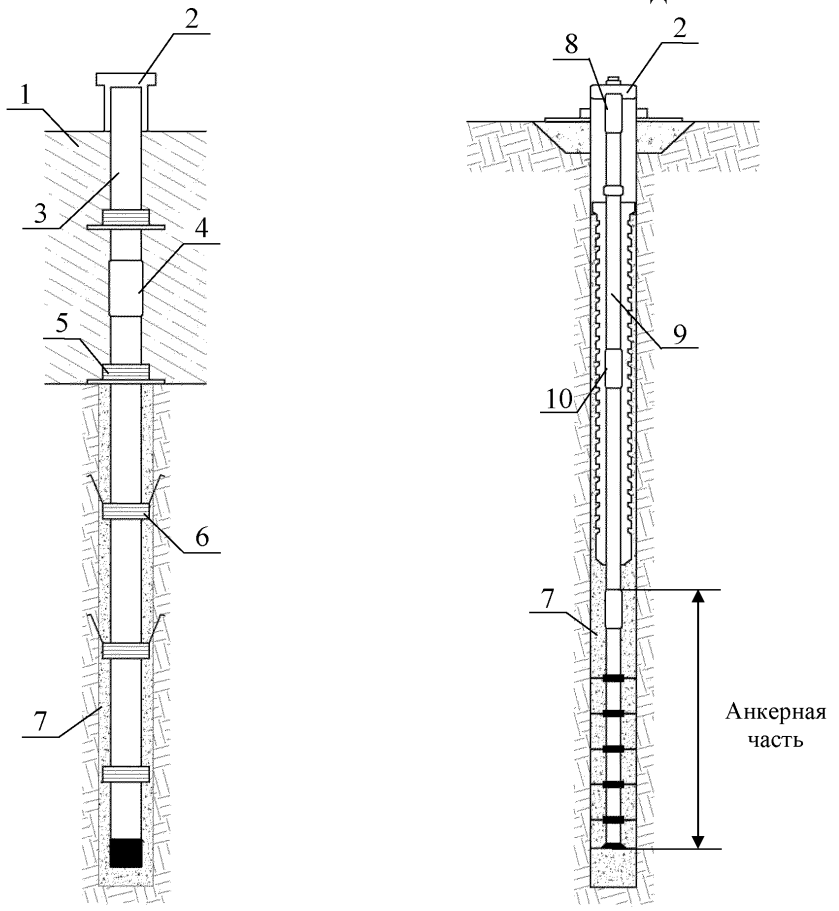
6.6 Скважинные экстензометры

6.6.1 Осадка (вертикальное смещение) грунтового массива, в том числе основания сооружений инженерной защиты, определяется с применением скважинных экстензометров при реализации геодезических измерений.

6.6.2 Для определения послойной осадки внутри грунтового массива, как правило, применяются скважинные магнитные экстензометры. Скважинный магнитный экстензометр включает измерительные трубы, магнитные кольца, нижнюю телескопическую секцию и запираемый оголовок (рисунок 7, а). Магнитные кольца следует располагать с внешней стороны трубы на контакте с грунтовым массивом.

6.6.3 При осадке грунтов на определенной глубине происходит изменение расстояния между магнитными кольцами, которое соответствует деформации грунта в пределах каждого слоя. Снятие показаний осуществляется портативным считывателем при погружении магнитного зонда.

6.6.4 Для определения осадки заданной толщи грунтов, как правило, применяются закладные скважинные экстензометры. Закладной экстензометр состоит из анкерной части, забуренной в прочные грунты, измерительных стержней и головной части, содержащей датчики смещения (рисунок 7, б).



1 – фундамент сооружения; 2 – запираемый оголовок; 3 – измерительная труба; 4 – телескопическая секция; 5 – монтажные кольца; 6 – магнитные кольца; 7 – скважина; 8 – измерительный сенсор; 9 – измерительный стержень; 10 – соединительная муфта

Рисунок 7 – Вариант исполнения магнитного (*а*) и стационарного (*б*) скважинного экстензометра

6.6.5 При возникновении осадки происходит сжатие измерительных стержней экстензометра на величину сжимаемой толщи грунтов. При деформации измерительных стержней на датчики смещения подается сигнал, который при снятии показаний считывающим устройством

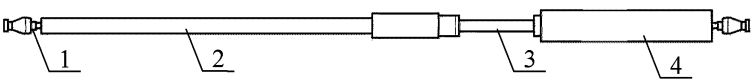
преобразовывается в значения деформаций. Технические характеристики закладных экстензометров представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Технические характеристики скважинного экстензометра

Характеристики	Значение
Диапазон измерений, мм	210÷960
Разрешение, % полной шкалы	±0,05
Точность, % полной шкалы	±0,25
Температурный диапазон, ˚С	–20 ÷ +70

6.7 Поверхностные экстензометры

6.7.1 При отсутствии возможности измерений с помощью скважинных экстензометров, в частности на обвалоопасных участках, где бурение скважин может привести к возникновению деформаций, следует применять поверхностные экстензометры (рисунок 8). Также поверхностные экстензометры при соответствующем обосновании можно применять для определения конвергенции элементов (стен, секций, опор и т. д.) сооружений инженерной защиты.



1 – шаровой шарнир; 2 – измерительный стержень;
3 – защитная труба; 4 – преобразователь

Рисунок 8 – Вариант исполнения поверхностного экстензометра

6.7.2 Поверхностный экстензометр состоит из шарниров, расположенных по краям прибора, измерительного стержня, как правило, состоящего из углеродного волокна, защитной трубы с сигнальными проводами. Принцип работ поверхностного экстензометра аналогичен ленточному экстензометру. Технические характеристики поверхностных экстензометров представлены в таблице 9.

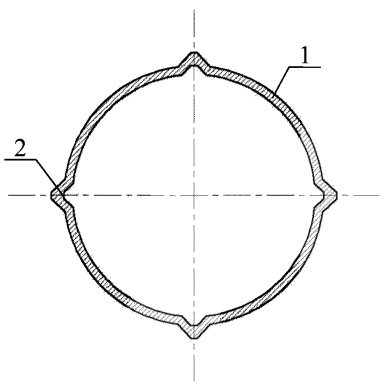
Таблица 9 – Технические характеристики поверхностного экстензометра

Характеристики	Значение
Диапазон измерений, мм	200
Разрешение, мм	≤0,03
Точность, % полной шкалы	±0,20
Температурный диапазон, °С	–20 ÷ +80

6.8 Скважинные инклинометры

6.8.1 Горизонтальные смещения грунтовых масс, как правило, определяются в рамках геодезических наблюдений с использованием скважинных инклинометров. Измерения скважинными инклинометрами могут выполняться, как в ручном режиме с применением переносных инклинометрических зондов, так и в автоматическом при монтаже на участке исследования станционарных инклинометрических систем.

6.8.2 Измерения с использованием переносных зондов осуществляются в скважинах, обсаженных инклинометрическими колоннами, состоящими из пластиковых или алюминиевых труб с канавками по осям (рисунок 9).



1 – корпус колонны (алюминиевый, пластиковый); 2 – канавки

Рисунок 9 – Вариант исполнения инклинометрической колонны

6.8.3 Материал инклинометрических труб назначается в зависимости от требуемой глубины измерения. Колонны из пластиковых труб рекомендуется применять при глубине до 30 м, алюминиевых труб – свыше 30 м. Также пластиковые трубы следует применять при наличии в грунте агрессивной водной среды, способной сократить срок эксплуатации инклинометрической скважины.

6.8.4 Инклинометрический зонд представляет собой металлический стержень с направляющими роликами, который оснащен двухосным компенсационным серво-акселерометрическим сенсором.

6.8.5 Инклинометрический зонд подсоединяется к катушке сигнального провода, длина которого зависит от глубины заложения скважины. При прохождении по колонне зонд измеряет отклонение колонны от вертикали, что дает возможность контролировать поперечные смещения грунта. Результаты измерений регистрируются и сохраняются непосредственно в процессе измерения считывающим регистратором.

6.8.6 Стационарную инклинометрическую систему составляет обсаженная инклинометрической колонной скважина, гирлянда инклинометрических зондов, расположенных на стальном тросе (рисунок 13, а).

6.8.7 Тип сенсора и количество осей определяются в зависимости от необходимой точности измерений и количественных характеристик контролируемых параметров.

6.8.8 Также инклинометрические измерения возможно выполнять для определения горизонтальных смещений габионных и железобетонных подпорных стен. При этом инклинометрическую колонну требуется закладывать в тело конструкции при выполнении строительно-монтажных работ. Технические характеристики сенсоров инклинометрических зондов представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Технические характеристики инклинометрических зондов

Характеристики	Тип		
	Магнитно-резистивный	Твердотельный акселерометр	Компенсированный серво-акселерометр
Диапазон измерений, град	±10, ±20	±10, ±20, ±90	±10, ±30
Разрешение, % полной шкалы	≤0,05	≤0,01	≤0,01
Точность, % полной шкалы	±0,5	±0,4	±0,7
Температурный диапазон, °С	-20 ÷ +80	-40 ÷ +85	-20 ÷ +80

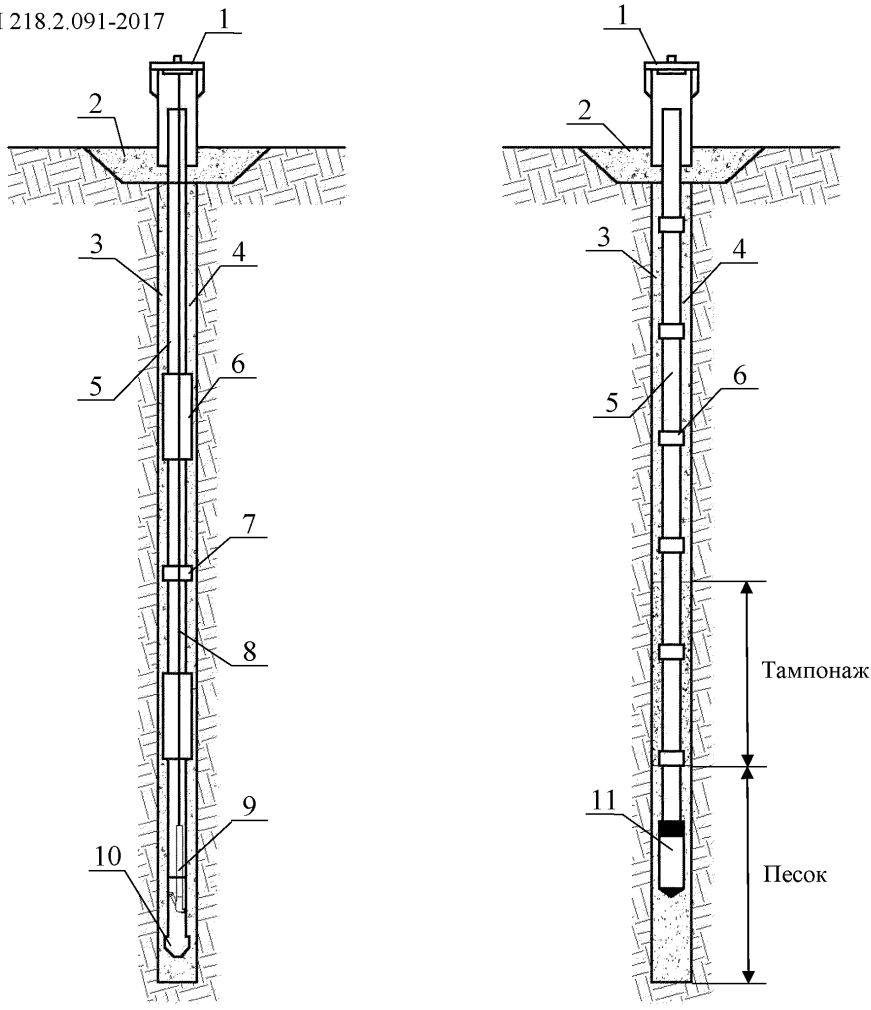
6.9 Скважинные пьезометры

6.9.1 Для определения более глубоких водоносных горизонтов и порового давления при выполнении гидрогеологических наблюдений рекомендуется применять скважинные пьезометры с различными измерительными сенсорами (электрический, пневматический, струнный).

Скважинные пьезометры состоят из нержавеющего металлического корпуса, оснащенного специальным фильтром (пористый камень) и чувствительной к давлению диафрагмы с натянутой стальной струной. Струна натянута внутри изолированного пространства (рисунок 10, б).

6.9.2 При погружении скважинного пьезометра в водонасыщенную геологическую среду возникает давление в гидравлической камере, которое приводит к возникновению деформаций диафрагмы и изменению параметров измерительного элемента.

6.9.3 При выполнении пьезометрических измерений для открытых (не тампонированных) скважинных колонн в обязательном порядке требуется учитывать колебания атмосферного давления для введения барометрических поправок при обработке результатов измерений. Технические характеристики скважинных пьезометров представлены в таблице 11.



1 – запираемый оголовок; 2 – цемент; 3 – скважина; 4 – бентонит;
5 – обсадная колонна; 6 – соединительная муфта; 7 – магнитное осадочное кольцо; 8 – кабель; 9 – инклинометрический зонд;
10 – донная крышка; 11 – фильтр

Рисунок 10 – Вариант исполнения инклинометрической (а) и пьезометрической (б) системы

Таблица 11 – Технические характеристики сенсоров скважинных пьезометров

Характеристики	Тип сенсора		
	Пневматический	Струнный	Электрический
Диапазон измерений, МПа	0÷2,0	0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0; 20,0	0,1; 0,2; 0,5; 0,7; 1,0; 1,7; 2,0; 3,0; 5,0
Разрешение, % полной шкалы	≤0,01	≤0,01	≤0,025
Точность, % полной шкалы	≤0,1	≤0,3	≤0,5
Рабочая температура, ˚С	–20 ÷ +60	–10 ÷ +50	–20 ÷ +100

6.10 Индикаторы уровня грунтовых вод

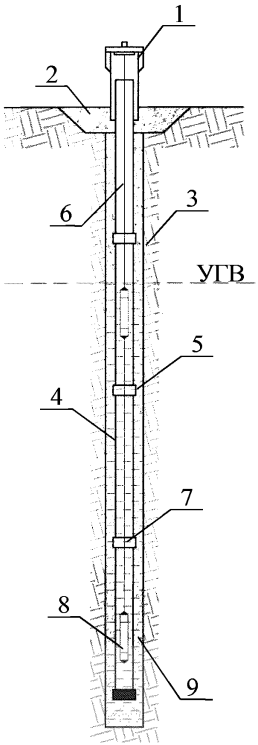
6.10.1 Контроль уровня грунтовых вод в геологической среде, в том числе в грунтах основания, определяется с применением индикаторов уровня грунтовых вод (УГВ) при выполнении гидрогеологических наблюдений.

Как правило, основным элементом индикатора УГВ является резистивный зонд, который подключается к сигнальному проводу. Измерения производятся в специально пробуренной обсаженной скважине (рисунок 11).

6.10.2 При погружении измерительного зонда в скважину и его соприкосновении с водной средой индикатор УГВ издает специальный звуковой и световой сигнал. Отметка водоносного горизонта определяется по шкале, нанесенной на сигнальный кабель. Также с помощью измерительного зонда можно определить температурные параметры водной среды на требуемой глубине для получения необходимых показателей. Технические характеристики резистивного зонда индикатора УГВ представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Технические характеристики резистивного зонда

Характеристики	Значение
Глубины измерений, м	≤ 4,0; ≤ 9,0; ≤ 30,0; ≤ 76,0
Точность измерений:	
- уровня грунтовых вод, % / глубина измерений, м	±0,075/≤4,0; ±0,050/(≤9,0; ≤ 30,0; ≤ 76,0)
- температуры, ˚С	±0,5
Температурный диапазон, ˚С	–20 ÷ +50



УГВ – уровень грунтовых вод; 1 – запираемый оголовок; 2 – цемент;
3 – скважина; 4 – обсадная колонна; 5 – соединительная муфта;
6 – барометрический компенсатор; 7 – провод;
8 – резистивный зонд; 9 – песок

Рисунок 11 – Вариант исполнения индикатора УГВ

6.11 Системы мониторинга влажности грунтов

6.11.1 Для определения влажности и температуры грунтовых массивов, в частности на оползне- и селеопасных участках автомобильных дорог при выполнении гидрологических наблюдений рекомендуется использовать систему мониторинга влажности грунтов.

6.11.2 Система мониторинга влажности грунтов представляет собой комплекс датчиков влажности и температуры, включающей беспроводной

сенсорный узел, который обеспечивает передачу данных на расстояние до 1,0 км на персональный компьютер и/или мобильный телефон диспетчера. Технические характеристики датчиков температуры и влажности представлены в таблицах 13 и 14.

Таблица 13 – Технические характеристики датчиков влажности

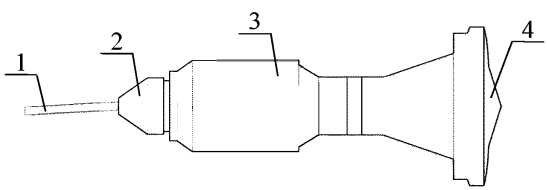
Характеристики	Значение
Точность измерений, % полной шкалы	±1÷2
Разрешение, % полной шкалы	±0,1÷0,25
Температурный диапазон, °С	–40 ÷ +50

Таблица 14 – Технические характеристики датчиков температуры

Характеристики	Значение
Точность измерений, °С	±1,0
Температурный диапазон, °С	–30 ÷ +70

6.12 Датчики уровня воды

6.12.1 Для контроля селевых потоков, уровня воды в реках, озерах, водохранилищах и т. д., как правило, в рамках гидрологических наблюдений предусматривают датчики уровня воды (рисунок 12).



1 – сигнальный провод; 2 – преобразователь;
3 – защитный корпус; 4 – сенсор

Рисунок 12 – Вариант исполнения датчика уровня воды

6.12.2 Датчики уровня воды предназначены для бесконтактного измерения расстояния до водной или земной поверхности. Для определения расстояния датчики уровня воды постоянно излучают сигналы, встречая

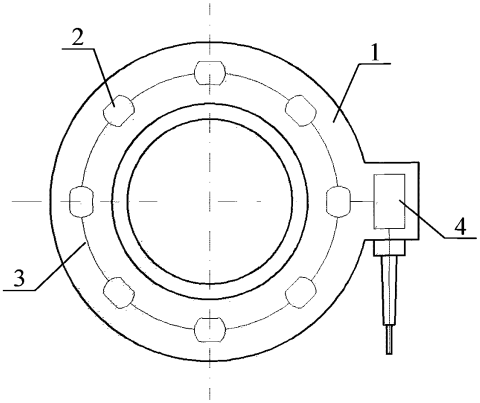
препятствие, сигнал отражается и возвращается на сенсор датчика. По разнице времени с момента отправки сигнала до его возвращения вычисляется расстояние. Измерения, в обязательном порядке, должны производиться под прямым углом от наблюдаемой поверхности. Как правило, данное оборудование располагается на сооружениях, пропускающих селевые и водные потоки (гибкие барьеры, мосты, гидротехнические тоннели, дамбы и т. д.). Также данное оборудование может монтироваться на специально изготовленные опорно-консольные конструкции вдоль селевых русел, рек, озер, и т. д. Технические характеристики датчиков уровня воды представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Технические характеристики датчиков уровня воды

Характеристики	Значение
Диапазон измерений, м	от 0,2÷0,6 до 4,0÷25,0
Разрешение, в зависимости от измеряемого расстояния м/мм	<2,0/≤1; 2,0÷5,0/≤2; 5,0÷10,0/≤5; >10/≤10
Точность, % от измеренного расстояния	±0,2
Давление, МПа (бар)	≤0,05÷0,3 (≤0,5±3)
Температурный диапазон, ˚С	–30 ÷ +80

6.13 Анкерные датчики нагрузки

6.13.1 Контроль нагружения анкерных крепей (анкерные сваи, грунтовые анкера, микросваи и т. д.), как правило, осуществляется с применением анкерных датчиков нагрузки при выполнении тензометрических наблюдений. В связи с воздействием больших усилий корпус анкерного датчика нагрузки выполнен из высокопрочной стали по окружности, которого расположены тензодатчики, которые подключаются к считывающему устройству через сигнальный кабель (рисунок 13).



1 – корпус; 2 – тензодатчик; 3 – сигнальный провод;

4 – преобразователь

Рисунок 13 – Вариант исполнения анкерного датчика нагрузки

6.13.2 При натяжении анкерного крепления приложенная нагрузка передается на тензодатчики, которые посылают сигнал на считывающее устройство.

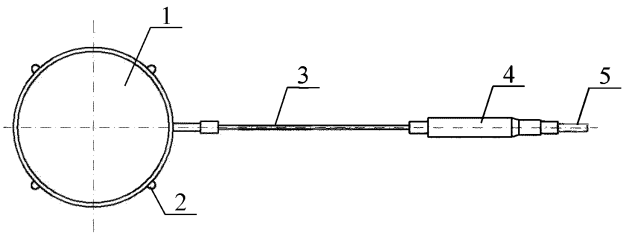
6.13.3 Данные типы датчиков анкерной нагрузки чувствительны к краевой нагрузке. На их показания может влиять искривление опорных пластин, нецентрированность нагрузки и т. д., что может привести к искажению результатов измерения. Для получения более точных измерений альтернативным решением является применение гидравлических анкерных датчиков нагрузки. Технические характеристики представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Технические характеристики анкерных датчиков нагрузки

Характеристики	Тип		
	гидравлический с монометром	гидравлический с электрическим сенсором	электронный с тензодатчиками
Диапазон измерений, кН	300÷2500	500÷1500	300÷2500
Разрешение, % полной шкалы	≤0,05	≤0,025	≤0,06
Точность, % полной шкалы	≤1,5	≤1,0	≤0,5
Температурный диапазон, °С	–35 ÷ +60	–35 ÷ +60	–30 ÷ +70

6.14 Датчики давления

6.14.1 Контроль нагрузки на грунт основания и тыльную часть (примыкающую к грунту) сооружения инженерной защиты осуществляется с применением датчиков давления в рамках выполнении тензометрических наблюдений. Датчики давления состоят из камеры давления и измерительного элемента. Камера давления включает две жесткие пластины, сваренные по периметру. Внутреннее пространство камеры давления заполняется специальным маслом или другой несжимаемой жидкостью (рисунок 14).



1 – камера давления; 2 – монтажная петля; 3 – металлическая трубка; 4 – преобразователь; 5 – сигнальный кабель

Рисунок 14 – Вариант исполнения датчика давления

6.14.2 Принцип работы данного датчика основан на перераспределении нагрузки, получаемой от инженерного сооружения и/или смещающегося грунта на камеру давления (мембрану измерительного элемента).

6.14.3 Преобразование нагрузки от инженерного сооружения и/или грунтового массива в электрический сигнал происходит при помощи измерительного сенсора (струнный, электрический или оптоволоконный). Сенсор, как правило, встраивается в корпус камеры давления или выноситься посредством соединительной трубки. Преобразование электрического сигнала в физические величины давления происходит при опросе датчика специальным считывающим устройством. Технические характеристики датчиков давления различных типов представлены в таблице 17.

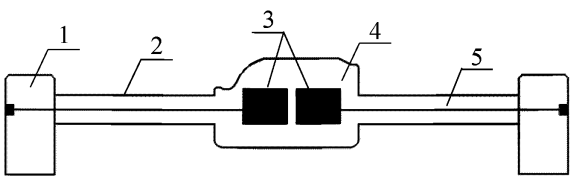
Таблица 17 – Технические характеристики датчиков давления

Характеристики	Тип		
	оптоволоконный	струнный	электрический
Диапазон измерений, МПа	0÷1,0	0,3; 0,5; 0,7; 1,0; 1,7; 2,0; 5,0; 7,0	0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0
Разрешение, % полной шкалы	–	≤0,025	≤0,01
Точность, % полной шкалы	≤2,0	≤0,5	≤0,3
Температурный диапазон, °С	–20 ÷ +40	–20 ÷ +80	–20 ÷ +100

6.15 Датчики деформации

6.15.1 Напряжения в несущих конструкциях инженерных сооружений, как правило, определяются по результатам тензометрических наблюдений с применением датчиков деформации.

6.15.2 Датчики деформации состоят из защитного блока, металлических концевых блоков и трубок, в отверстии которых расположена металлические струны, выполняющие роль чувствительного элемента (сенсора). В защитном блоке расположено устройство для считывания показаний сенсора и передачи данных посредством сигнального кабеля (рисунок 15). Технические характеристики датчика деформации в зависимости от типа сенсора представлены в таблице 18.



1 – концевой блок; 2 – металлическая трубка; 3 – индукционные катушки; 4 – защитный корпус; 5 – измерительная струна

Рисунок 15 – Вариант исполнения датчика деформации

Таблица 18 – Технические характеристики датчиков деформации

Характеристики	Тип		
	резистивный	виброструнный	оптоволоконный
Диапазон измерений, мкм	1500	3000	2500÷5000
Разрешение, мкм/м	≤1,0	≤1,0	≤0,5
Точность, % полной шкалы	≤2,0	≤2,0	≤1,0÷1,5
Температурный диапазон, °С	–20 ÷ +70	–20 ÷ +60	–30 ÷ +60

6.15.3 Концевые блоки датчика деформации следует фиксировать в теле конструкции или на ее поверхности путем закрепления проволокой, хомутами или точечной сваркой.

6.15.4 Принцип работы датчика деформации заключается в изменении линейной длины сенсора (резистивного, виброструнного или оптоволоконного) при воздействии сжимающих или растягивающих нагрузок, что приводит к изменению регистрируемых сенсором показаний. Полученные величины относительной деформации, учитывая модуль упругости материала конструкции, преобразовываются в напряжения, действующие в конструкции на момент проведения измерений.

6.16 Измерительные проводные системы

6.16.1 Плановое смещение грунтовых массивов, а также конструкций противооползневых сооружений, в рамках тензометрических наблюдений могут осуществляться с применением измерительной проводной системы.

6.16.2 Измерительная проводная система включает специализированный сенсор, устанавливаемый вдоль участка распространения смещений (деформаций), который подключается к считывающему анализатору. Сенсор представляет собой непрерывный волоконно-оптический кабель, является эквивалентом точечных датчиков, которые располагаются с определенным шагом. Оптическое волокно внутри сенсора при внешнем воздействии изменяет оптические параметры (температура, сжатие/растяжение, вибрации и т. д.), в связи, с чем сигнал от источника возмущения поступает на считывающий анализатор, который оснащен специальными программными

средствами, способными выполнять преобразование сигнала в деформацию и температуру. Технические характеристики сенсоров для контроля деформаций представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Технические характеристики волоконно-оптического провода

Характеристики	Значение
Коэффициент затухания, Дб/км	≤ 0,2÷0,3
Предельное допустимое растягивающее усилие в диапазоне упругой деформации (соответствуют удлинению 1 %), кН	≤0,2; ≤0,3; ≤0,7; ≤24,0
Предельно допустимое раздавливающее усилие, кН/мм	≤1/100; ≤4/100; ≤5/100; ≤10/100
Температурный диапазон, °С	–30 ÷ +70

6.17 Автоматические системы регистрации, сбора, хранения и передачи данных

6.17.1 Для производства автоматизированных процессов геотехнического мониторинга требуется специализированное оборудование, пригодное для работы в полевых условиях.

6.17.2 Автоматизированная система включает в себя кабельные линии связи, коммутаторы, измерители выходных сигналов датчиков, вычислительную технику с программным обеспечением и т. д.

6.17.3 Автоматизированная система обеспечивает автоматизацию операций таких как:

- регистрация и сбор данных измерений;
- первичная обработка данных измерений;
- сопоставление контролируемых показателей состояния с их критериальными показателями;
- представление результатов наблюдений в заданной форме (графической, табличной или текстовой);
- хранение полученной информации и оповещение.

6.17.4 Принцип работы автоматизированной системы мониторинга заключается в сборе и отправке значений наблюдаемых параметров или

сигналов о превышении заданных пороговых значений. На основании полученной информации эксплуатирующей организацией принимаются соответствующие управляющие решения.

6.17.5 Автоматизированные комплексы следует, как правило, предусматривать с автономным питанием и значительным периодом межсервисного обслуживания. Элементы автоматизированной системы должны быть снабжены защитой от механических повреждений, а также предусматривать решения по защите от ложных срабатываний. При проектировании следует отдавать предпочтение решениям, обеспечивающим многократное повторное применение после срабатывания.

6.17.6 Для сбора метеорологических и климатических данных на участке в составе автоматизированных комплексов рекомендуется предусматривать автономные метеорологические станции. Как правило, следует применять датчики измерения температуры, количества и периодичности осадков (термометры, плювиометры и плювиографы).

6.17.7 При вводе в эксплуатацию автоматизированных систем мониторинга следует проводить их пусконаладку и проверку работоспособности с подготовкой исполнительных актов в присутствии специалистов эксплуатирующей организации.

7 Организация работ по геотехническому мониторингу

7.1 Перед выездом на объект геотехнического мониторинга рекомендуется:

- произвести проверку работоспособности и визуальное обследование измерительного геотехнического оборудования на наличие повреждений и дефектов, способных оказать влияние на корректность получаемых данных;

- тарировку геотехнического оборудования (при соответствующем обосновании);

- удостоверится в наличии необходимых элементов оборудования геотехнического мониторинга и инструментов для выполнения монтажных работ.

7.2 Геотехническое оборудование должно быть прочно закреплено в специально предназначенном месте транспортного средства. При продолжительных перевозках, а также при транспортировке хрупких и особо ответственных элементов геотехническое оборудование рекомендуется перевозить в специально подготовленных тарах, обеспечивающих сохранность и надежность перевозки. Транспортировочные тары должны быть установлены так, чтобы исключалась возможность их наклона и перемещения.

7.3 Транспортировка измерительного геотехнического оборудования должна проводиться в соответствии с существующими нормативными документами в области грузоперевозок, а также с учетом технических условий (ТУ), стандартов организаций (СТО) и т. д.

7.4 В целях снижения риска повреждения измерительного оборудования его разгрузку рекомендуется выполнять в непосредственной близости от места установки.

7.5 Проверка целостности и функциональной работоспособности измерительного оборудования, как правило, осуществляется специальными

считывающими устройствами, до и после выполнения работ по его сборке (при необходимости).

7.6 Сборка измерительного оборудования должна осуществляться строго по регламентам завода-изготовителя или другим документам, одобренным изготовителем на выполнение данных работ.

7.7 В процессе настройки оборудования вводятся требуемые регламентом завода-изготовителя показатели, а также необходимые поправки (на рефракцию, атмосферное давление, температуру и т. д.) в зависимости от применяемого оборудования.

7.8 В случае, если геодезические наблюдения планово-высотного положения дневной поверхности выполняются с помощью электронных тахеометров, то для обеспечения корректных результатов требуется выполнить центрирование и горизонтирование прибора согласно существующим методикам.

7.9 Устройство грунтовых реперов и деформационных марок, в частности при неблагоприятных геологических условиях (просадочные, набухающие и т. д. грунты) рекомендуется выполнять согласно ГОСТ 24846–2012.

7.10 При организации геодезических наблюдений грунтовые репера, инклинометрические, экстензометрические скважины и т. д. следует закладывать, учитывая расположение существующих коммуникационных сетей.

7.11 Установленные грунтовые репера, деформационные марки, инклинометрические, экстензометрические скважины и т. д. требуется передавать на сохранение строительной или эксплуатирующей организациям по актам.

7.12 В качестве деформационной марки рекомендуется применять окрашенные красным цветом металлические уголки. На одной плоскости уголка приклеивается марка-катафот, которая представляет собой квадрат светоотражательной пленки с нанесенной мишенью, другая монтируется на

поверхность инженерного сооружения. Деформационная марка на поверхности инженерного сооружения должна быть жестко закреплена. Как правило, в качестве крепления используются дюбеля, монтажные анкера или аналогичные материалы. Конструктив деформационных марок может отличаться от рекомендуемого в 7.12.

7.13 Для получения корректных результатов инклинометрических наблюдений требуется качественно выполнить подготовительные работы и основной этап измерений.

7.14 Подготовительный этап включает проведение буровых работ, погружение инклинометрических труб, соединенных муфтами, и оснащением инклинометрической колонны донной заглушкой и верхним оголовком.

7.15 При проходке горных выработок для выполнения инклинометрических измерений наиболее предпочтительным является колонковый метод бурения. Данный метод бурения обеспечивает получение керна для интерпретации фактической геологической ситуации в месте устройства скважины. Бурение инклинометрических скважин должно выполняться строго вертикально относительно горизонта, нарушение данного требования приведет к искажению результатов инклинометрических измерений.

7.16 При колонковом бурении разрушение породы в забое производится прорезанием кольцевого канала при помощи вращения колонковой трубы с размещенной на ее конце буровой коронкой. При этом в центральной части забоя (внутри колонковой трубы) образуется керн в виде столба ненарушенной структуры. После образования керна достаточной длины его отрывают от массива при помощи кернорвателя, устанавливаемого на колонковой трубе сразу над коронкой, и поднимают на поверхность.

7.17 Бурение горных выработок буровыми установками рекомендуется осуществлять с горизонтального участка, очищенного от кустарника и

посторонних предметов. На крутых косогорах следует создавать выемки в виде уступа или траншеи.

7.18 Проходка инклинометрических скважин на оползневом склоне должна осуществляться оборудованием, по техническим параметрам соответствующим физико-механическим свойствам грунтов и характеристикам горных выработок (глубине, диаметру и т. п.).

7.19 Проходку скважин осуществляют с помощью бурового оборудования, которое может быть как ручным, так и механическим (желательно малогабаритного типа). Бурение скважин вручную применяется только в труднодоступных местах или стесненных условиях.

7.20 Минимальный диаметр отверстия буровой скважины зависит от типа используемых инклинометрических труб, соединительных муфт и применяемого способа цементирования.

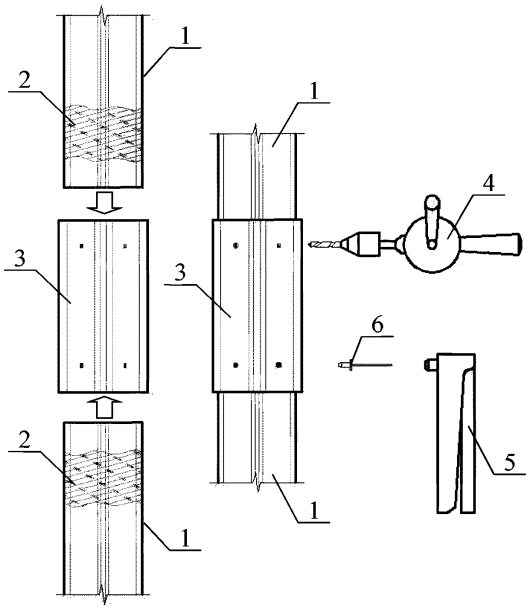
7.21 При использовании донного клапана, минимальный диаметр для различных моделей обсадных труб должен составлять 76, 86 или 101 мм. При внешнем цементировании диаметр определяется, исходя из размера труб для нагнетания цементного раствора.

7.22 Для получения наиболее качественных результатов измерений нижнюю часть инклинометрической колонны рекомендуется заглублять на 1,5÷2,0 м в грунты, расположенные ниже поверхности скольжения оползня.

7.23 Сборка инклинометрических труб с соединительными муфтами, как правило, выполняется в полевых условиях. Для стыковки секции ребристой трубы с соединительной муфтой рекомендуется выполнять следующие действия (рисунок 16):

- нанесение небольшого количество герметика на один конец трубы, на длину, равную половине длины соединительной муфты;
- установка соединительной муфты на подготовленный конец трубы;
- при использовании обсадных труб требуется выполнить сверление отверстия, совпадающие с отверстиями на соединительной муфте, скрепить обе детали заклепками.

- герметизации стыковых соединений выполняется с помощью специальной герметизирующей лентой или обмазывается герметиком.



1 – обсадная труба; 2 – герметик; 3 – соединительная муфта; 4 – дрель; 5 – клепальное устройство; 6 – заклепка

Рисунок 16 – Последовательность сборки муфты и обсадной трубой

7.24 Как правило, первая секция обсадной трубы должна быть сориентирована таким образом, чтобы одна из четырех канавок располагалась в направлении предполагаемого движения грунтовых масс. Важно сохранять одинаковую конфигурацию канавок в течение всего процесса установки обсадных труб. Закрепление инклинометрических труб выполняется поэтапно с помощью соединительных муфт.

7.25 После сборки иклинометрическая колонна монтируется в заранее пробуренную и подготовленную инклинометрическую скважину. При

погружении колонны требуется контролировать ее вертикальное положение с помощью отвесов или других аналогичных инструментов.

7.26 Закрепление инклинометрической колонны осуществляется специальным раствором в процессе цементации. Методика цементации с использованием донного клапана представлена ниже:

- в обсадную инклинометрическую колонну требуется погрузить нагнетательную трубу, снабженную быстросъемным клапаном для присоединения к донному клапану.

- нагнетание цементного раствора выполняется при низком давлении.

- выполнить рассоединение элементов линии подачи цементного раствора и извлечение клапана из скважины.

- промывка инклинометрической колонны проводится через цепочку нагнетательных штанг до выхода чистой воды. Донная штанга должна не менее чем на 0,5 м располагаться выше забоя скважины.

- выполнить извлечение нагнетательных штанг и буровую обсадку из скважины. При извлечении буровой обсадки запрещается совершать вращательные движения, а также любые другие манипуляции способные привести к повреждению скважины;

- верхняя часть инклиномерической колонны на 0,3 м должна превышать уровень дневной поверхности. В случае если расстояние между дневной поверхностью и верхней частью колонны превышает данное значение, то необходимо выполнить срез по необходимой отметке. Место среза должно быть ровным и аккуратным.

- в завершении монтажных работ выполняется установка запираемой верхней крышки, необходимой для предотвращения засорения.

- канавки инклинометрической колонны должны быть пронумерованы, при этом первый номер рекомендуется присваивать канавке, расположенной по направлению смещения грунтовых масс.

- при помощи компаса требуется определить азимут первой канавки относительно направления на север и занести в полевой журнал и акт установки инклинометрической колонны.

7.27 После окончания подготовительных работы требуется выполнять измерения в следующей последовательности:

- разблокировать кабельный барабан и отмотать необходимое количество кабеля (длина обсадной колонны плюс несколько метров);
- после отмотки заблокировать вращение кабельного барабана;
- выполнить снятие защитного колпачка с разъема и подключить кабель к головной части зонда, обращая внимание на полярность выводов разъема;
- при помощи соединительного кабеля подключить барабан к считывающему устройству, произвести включение считывающего устройства (на цифровом дисплее появится величина наклона инклинометрического зонда);
- для проверки работоспособности следует выполнить пробные наклоны, положив зонд на землю и перемещая его верхнюю часть в направлении «чувствительных» осей, при этом отслеживая время за амплитудой и знаком сигнала;
- по первой канавке выполнить погружение инклиномерического зонда на дно колонны, для обеспечения корректных результатов измерений требуется контролировать сигнал канала на считывающем устройстве при этом необходимо дождаться стабилизации температуры;

7.28 Инклинометрические измерения могут производиться в двух, или в четырех канавках. Учитывая, что после установки обсадной колонны канавки были пронумерованы по часовой стрелке числами от 1 до 4, «показания по двум канавкам» снимаются, когда ролики зонда находятся в канавках 1÷3, а инкрементальные показания снимаются при повороте зонда на 180°. Для получения «показаний по четырем канавкам» нужно ролики зонда поместить также в канавки 2÷4.

7.29 Измерение уровня грунтовых вод и порового давления выполняется скважинным пьезометром. Как правило, бурение скважин для проведения пьезометрических измерений осуществляется гидромониторным методом. Также не исключено применение других методов бурения.

Гидромониторное бурение осуществляется путем разрушения породы водой из гидромониторной насадки и дальнейшей ее эвакуации по стволу скважины к устью. Изменение направления движения забойного инструмента происходит путем ориентирования отклонителя в нужном направлении и последующего осевого движения до закрепления траектории. Ориентирование осуществляется путем поворота буровой колонны. Движение по прямой осуществляется при осевом движении и вращении буровой колонны одновременно.

7.30 По завершению процедуры бурения, для обеспечения корректных измерений необходимо провести водонасыщение фильтра пьезометра для полного исключения кислорода из его пор.

7.31 Последовательность устройства скважинного пьезометра представлена ниже (рисунок 17):

- при помощи глубиномера следует осуществить контроль длины скважины, которая должна быть больше глубины установки пьезометра не менее чем на 0,5 м;

- промывка обсадной колонны должна осуществляться до выхода прозрачной воды;

- осуществить контрольную проверку глубины скважины (аналогично после каждого этапа);

- для формирования уплотнительной подушки требуется приподнять обсадную трубу не менее чем на 0,7 м и засыпать скважину на 0,5 м от забоя песком или гравием (крупностью не более 5 мм);

- выполнить соединение измерительной трубы и фильтра, предварительно осуществив обмотку внешней резьбы тефлоновой лентой или другим аналогичным материалом;

- соединение измерительных труб осуществляется путем их навинчивания с помощью внешней и внутренней резьбы. Для более прочного соединения стыки труб должны быть закреплены муфтами;

- погружение пьезометра должно выполняться легкими и плавными движения до уплотнительной подушки, колонна измерительных труб должна располагаться на 0,3 м выше дневной поверхности;

- скважину следует засыпать песком или гравием (крупностью не более 5 мм) на 0,5 м выше расположения фильтра пьезометра, предварительно вытянув обсадную трубу на 0,7 м;

- уплотнение скважины осуществляется бентонитовыми гранулами послойно (0,25÷0,3 м) с утрамбовкой, предварительно вытянув обсадную трубу на 1,0 м;

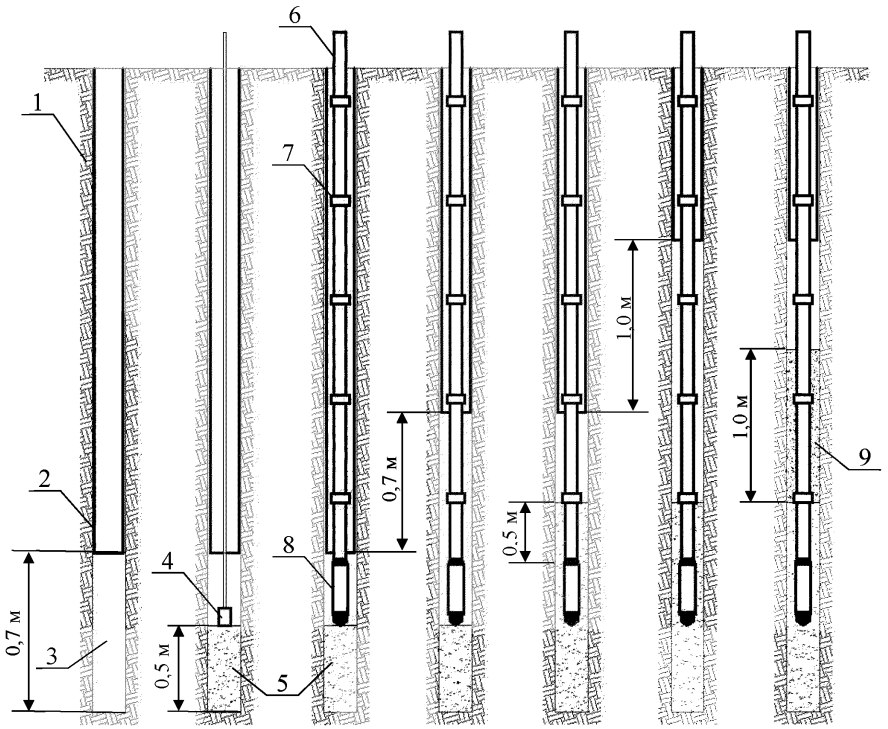
- остальная часть скважины заполняется специальным раствором, после чего обсадная труба из скважины вытягивается обсадная труба.

7.32 Проведение измерений выполняется с помощью считывающего устройства, которое подключается к измерительному преобразователю пьезометра специальными зажимами.

7.33 После включения считывающего устройства необходимо переждать некоторое время для стабилизации системы измерений. Порядок опроса пьезометров требуется выполнять согласно существующим инструкциям и регламентам завода-изготовителя считывающего устройства.

7.34 В случае если при опросе пьезометра результаты измерений являются сомнительными, рекомендуется выполнить повторные измерения, а также сравнить показания с предыдущими этапами наблюдений.

7.35 При тензометрических наблюдениях для контроля технического состояния сооружений инженерной защиты автомобильных дорог широкое распространение получили датчики деформации и анкерные датчики нагрузки.



1 – грунт; 2 – обсадная труба; 3 – скважина; 4 – глубиномер;
5 – песок (гравий); 6 – измерительная труба; 7 – соединительная муфта;
8 – фильтр пьезометра; 9 – бентонит

Рисунок 17 – Порядок устройства скважинного пьезометра

7.36 Датчик деформации требуется располагать параллельно оси конструкции (элемента), по которой будет производиться измерение деформаций (напряжений). Отклонение от данной оси приводит к существенной погрешности измерений.

7.37 В случае, если определить направление развития деформаций не возможно, датчики деформации требуется располагать по двум или трем осям.

7.38 После выполнения монтажных работ сигнальный провод от датчика

деформации следует вывести на безопасное для выполнения измерений расстояние. Крепление сигнального провода должно быть надежным. Сигнальный провод рекомендуется прокладывать в специальном изделие, способном защитить кабель от повреждений.

7.39 Датчики деформации, закладываемые в конструкции сооружений, следует крепить вязальной проволокой, хомутами или приваривать точечной сваркой к арматурным стержням конструкции сооружения.

7.40 При набрызг-бетонировании, в обязательном порядке, следует снизить давление подачи раствора в месте устройства датчиков деформации, в связи с угрозой чрезмерного повреждения и выхода из работоспособного состояния данного оборудования.

7.41 Анкерные датчики нагрузки, как правило, крепятся на анкерную штангу и фиксируются между двумя опорными плитами гайкой. Для обеспечения распределения нагрузки на анкерный датчик и получения корректных результатов опорные плиты должны быть ровными.

8 Рекомендации по проведению геотехнического мониторинга опасных природных процессов

8.1 Оползнеопасные участки автомобильных дорог

8.1.1 Геотехнический мониторинг оползнеопасных участков автомобильных дорог включает визуальные, геодезические, гидрогеологические, гидрологические, геофизические, тензометрические и виброметрические наблюдения. Наблюдения за состоянием оползневых склонов рекомендуется выполнять в соответствии с настоящим методическим документом, а также рекомендациями, изложенными в [5], [6] и [7].

8.1.2 Контролируемые параметры для наблюдения за состоянием оползневых склонов приведены в таблице 20 настоящего методического документа.

Таблица 20 – Контролируемые параметры при геотехническом мониторинге оползневых склонов

Контролируемый параметр	Виды наблюдений						
	визуальные	геодезические	геофизические	гидро-геологические	гидро-логические	тензо-метрические	вибро-метрические
Состояние дневной поверхности оползня (трещины отрыва, бровки срыва, валы выпирания, покосившаяся растительность и т. д.)	+	–	–	–	–	–	–
Состояние вновь образованных поверхностей скольжения оползневого тела	–	–	+	–	–	–	–
Смещение тела оползня (на дневной поверхности, по поверхности скольжения)	–	+	–	–	+	+	–
Режим подземных вод (уровень подземных вод, поровое давление) в теле оползня	–	–	+	+	–	–	–
Устойчивость оползневого склона от сейсмических и техногенных воздействий	–	–	–	–	–	–	+
Примечание – «+» – наблюдение выполняется; «–» – наблюдение не выполняется.							

8.1.3 Состояние дневной поверхности оползня определяется по внешним признакам при выполнении визуального наблюдения.

8.1.4 При визуальном наблюдении фиксируют границы оползневого склона, отдельные потенциально неустойчивые участки, а также бровки срыва, трещины отрыва с описанием характеристик грунтов, обводнений, растительности на склоне и т. д. Для наблюдения за развитием трещин отрыва следует устанавливать трещиномеры, ориентированные по направлению смещения оползневого склона. Один стержень трещиномера следует закреплять выше трещины растяжения, другой – ниже. Периодичность наблюдений при активном состоянии оползня должна составлять не реже одного раза в неделю, в стабилизированном состоянии – не реже одного раза в месяц.

8.1.5 Состояние вновь образованных поверхностей скольжения оползневого тела определяется по результатам выполнения геофизических наблюдений.

8.1.6 Геофизические наблюдения рекомендуется производить после обнаружения на дневной поверхности признаков активности новых оползней (трещины растяжения, бровки срыва и т. д.). Геофизические исследования выполняются по продольным и поперечным контрольным створам. Створы рекомендуется располагать по границам оползневого склона и его центру. Количество контрольных створов рекомендуется определять в зависимости от масштаба оползневых процессов. При оползневых смещениях объемом до 100 000 м^3 рекомендуется не менее двух поперечных и продольных створов, при объеме 100 000 м^3 и более – не менее трех поперечных и продольных створов.

8.1.7 Основными рекомендуемыми методами при геофизических наблюдениях оползневых смещений являются метод преломленных волн, электропрофилирование, и вертикальное электрическое зондирование.

8.1.8 Смещение тела оползня определяется по результатам геодезических, гидрологических и тензометрических наблюдений.

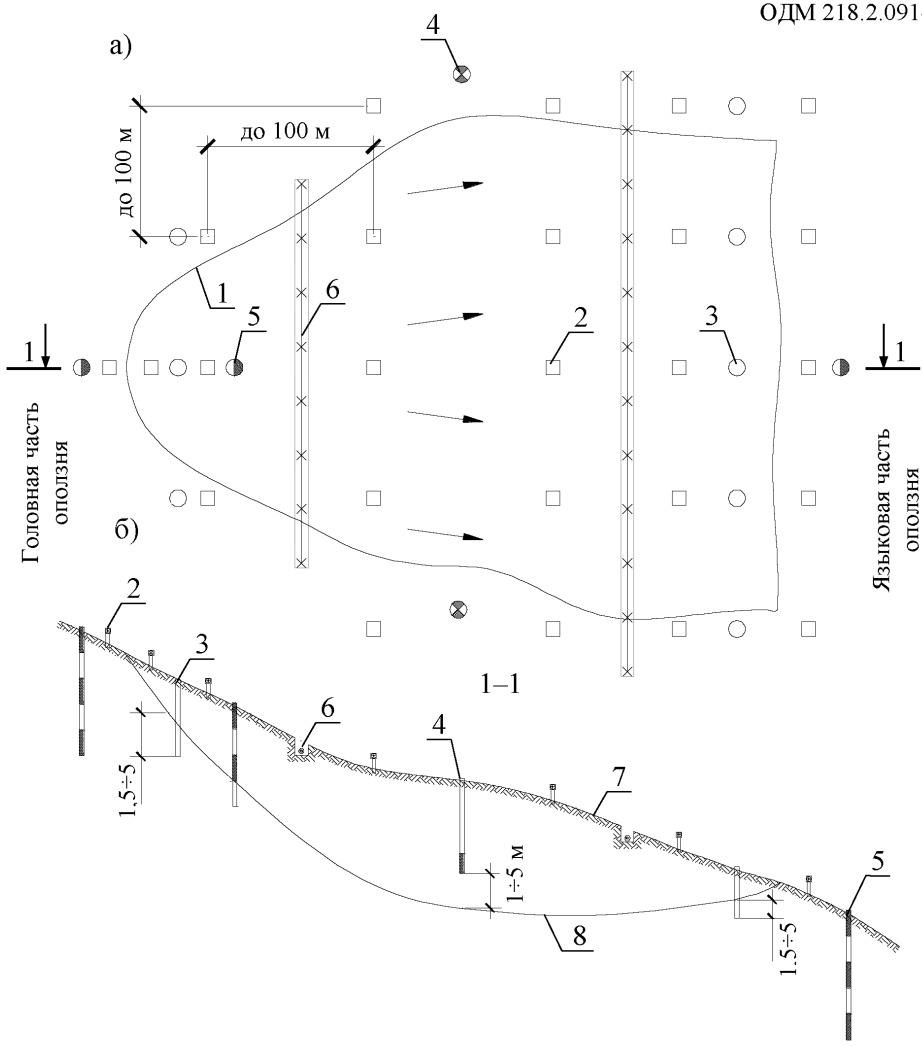
8.1.9 Геодезические измерения выполняются, как на дневной поверхности, так и на глубине для определения фактических отметок поверхностей скольжения оползневого склона. Поверхностное смещение оползня определяется с применением грунтовых реперов, ленточных экстензометров, а также стандартного и лазерного оборудования или систем глобального спутникового позиционирования (GPS, ГЛОНАСС), глубинное смещение – обратными отвесами и скважинными инклинометрами.

8.1.10 По геодезическим измерениям грунтовых реперов определяют плановое и высотное направление смещения оползневого тела относительно их начального положения. Грунтовые репера рекомендуется располагать по контуру оползневого склона и за его пределами, а также по продольным и поперечным контрольным створам на самом оползне. Количество контрольных створов зависит от размеров оползня и его формы (циркообразной, глетчеровидной, фронтальной). Рекомендуемое общее количество створов:

- до четырех при объемах оползневых смещений до 100 000 м^3;
- более четырех при объеме оползневых смещений 100 000 м^3 и более.

Шаг грунтовых реперов в контрольном створе рекомендуется принимать до 100 м, в зависимости от размеров оползня и его морфологии, но не менее трех в створе. Расположение грунтовых реперов на оползне представлено на рисунке 18, а.

Периодичность геодезических измерений с применением грунтовых реперов при активных оползневых смещениях рекомендуется назначать не реже одного раза в неделю, при стабильном состояния оползня – не реже одного раза в месяц.



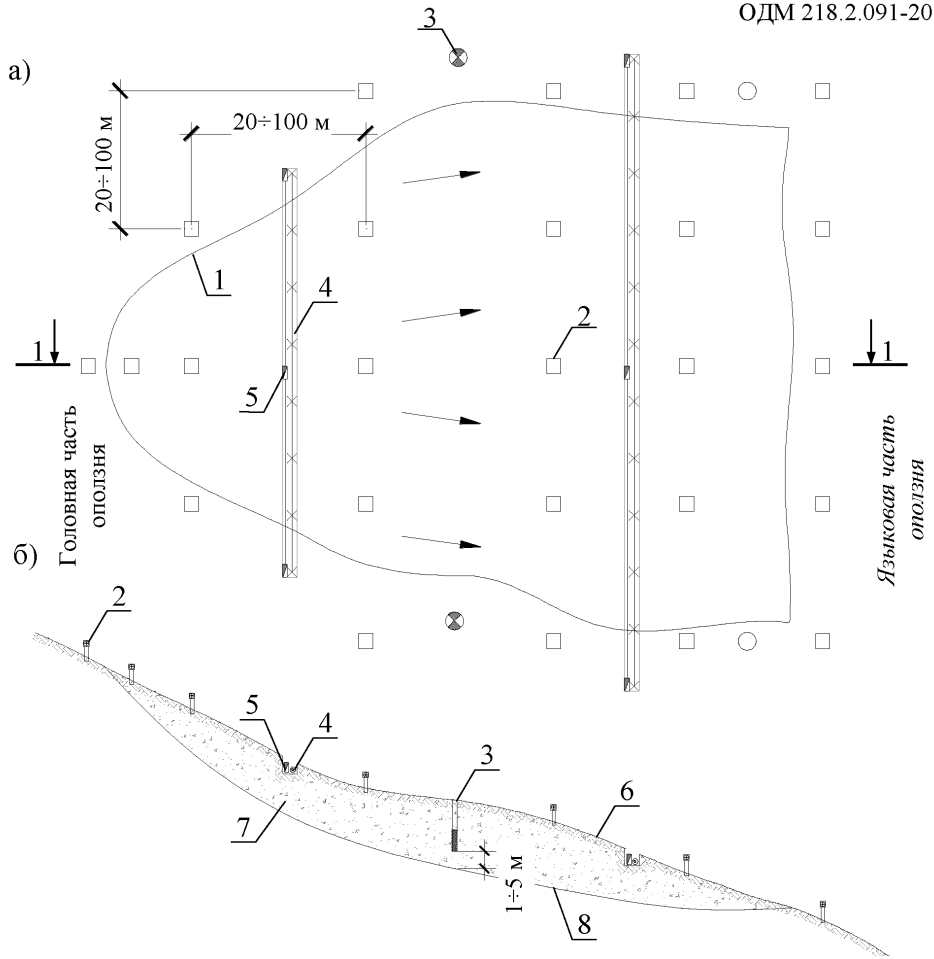
а – вид сверху; б – оползень в разрезе; 1 – контур оползня; 2 – грунтовый репер; 3 – скважинный инклинометр; 4 – скважина для виброметрических наблюдений; 5 – скважинный пьезометр (индикатор УГВ); 6 – измерительные проводные системы; 7 – дневная поверхность; 8 – поверхность скольжения оползня

Рисунок 18 – Типовая схема расположения геотехнического оборудования при глубинных оползневых смещениях

8.1.11 Геодезические наблюдения системами глобального спутникового позиционирования (GPS, ГЛОНАСС) следует выполнять при соответствующем экономическом обосновании относительно других методов наблюдений, для труднодоступных мест, а также при динамичном смещении оползневых массивов.

8.1.12 Геодезические измерения дневной поверхности ленточными экстензометрами выполняются, как правило, для наблюдения за развитием трещин отрыва оползневого склона. Ленточные экстензометры относятся к высокоточному оборудованию, фиксируются между заранее установленными двумя стальными стержнями, заглубленными ниже глубины промерзания грунта и ориентированными по направлению движения оползня. Измерения ленточными экстензометрами рекомендуется выполнять в тех случаях, когда выполнение геодезических наблюдений с использованием грунтовых реперов является чрезмерно трудозатратным или невозможным (при густой растительности, сложном рельефе местности и т. д.).

8.1.13 Геодезические измерения глубинных горизонтальных смещений оползней, как правило, выполняются скважинными инклинометрами. По результатам измерения данного оборудования определяется фактическая поверхность скольжения оползня, его мощность, направление и скорость движения. Скважинные инклинометры рекомендуется располагать в поперечных контрольных створах в головной и языковой части оползня (рисунок 18, а). Данные створы рекомендуется располагать с шагом не более 100 м, но не менее двух на оползневой массив. Скважины для инклинометрических измерений рекомендуется заглублять на отметку 1,5÷5 м ниже поверхности скольжения оползневого тела (рисунок 18, б). Если поверхность скольжения оползня определена по результатам натурных наблюдений, то забой скважины рекомендуется располагать на глубине 1,5÷2 м, если расчетным путем – 2÷5 м.



а – вид сверху; б – оползень в разрезе; 1 – контур оползня;
2 – грунтовый репер; 3 – скважина для виброметрических наблюдений;
4 – измерительные проводные системы; 5 – система мониторинга влажности грунтов; 6 – дневная поверхность; 7 – пористый водопроницаемый грунт;
8 – поверхность скольжения оползня

Рисунок 19 – Типовая схема расположения геотехнического оборудования при поверхностном оползневом смещении

8.1.14 Периодичность геодезических измерений может уточняться в зависимости от скорости развития оползневых процессов. При активных оползневых подвижках геодезические измерения глубинных смещений с

применением скважинных инклинометров следует выполнять, как правило, не реже одного раза в неделю, также при соответствующем обосновании наблюдения, возможно, производить в непрерывном режиме с помощью автоматической системы регистрации, сбора, хранения и передачи данных. После стабилизации оползня наблюдения следует продолжать с периодичностью не реже одного раза в месяц.

8.1.15 В рамках реализации гидрологических наблюдений при оползании поверхностных грунтов (насыпных, пористых, водопроницаемых и т. д.) и обоснованной закономерности активизации данных процессов при выпадении определенного количества атмосферных осадков в целях повышения экономической эффективности рекомендуется замена или сокращение инклинометрии системой мониторинга влажности грунтов. В частности данное оборудование рекомендуется предусматривать в грунтах, для которых обводнение приводит к значительному снижению прочностных свойств. Также допускается использовать автономные метеостанции для получения количественных характеристик выпавших атмосферных осадков.

8.1.16 Систему мониторинга влажности грунтов рекомендуется предусматривать на границе оползня, а также в контрольном створе, располагаемом на поверхности или в грунте на отметке не менее 0,5 м перпендикулярно направлению смещения оползневого массива. Количество контрольных створов должно составлять не менее двух. Данное оборудование рекомендуется предусматривать совместно с измерительными проводными системами и грунтовыми реперами. Типовая схема представлена на рисунке 19, а.

8.1.17 Периодичность измерений с помощью системы мониторинга влажности грунтов определяется согласно 8.1.14 настоящего отраслевого документа.

8.1.18 При условии получения наиболее точных измерений, а также невозможности применения стандартных геодезических методов при соответствующем экономическом обосновании наблюдения на оползневых

участках в рамках выполнения тензометрических наблюдений рекомендуется применять измерительные проводные системы. Измерительные проводные системы рекомендуется применять за поверхностными и глубинными оползневыми смещениями.

8.1.19 Для фиксации поверхностных оползневых смещений измерительные проводные системы следует располагать в поперечных контрольных створах на отметке не менее 0,5 м в количестве не менее двух. Контрольные створы рекомендуется располагать в головной и языковой части оползневого массива. При соответствующем обосновании контрольный створ может быть расположен также в центральной части оползневого массива.

8.1.20 При определении глубинных смещений грунтовых массивов проводные системы рекомендуется использовать отдельно или совместно с инклинометрическими наблюдениями с применением инклинометрического зонда.

8.1.21 Измерительные проводные системы применяются при интенсивных деформациях оползневого склона и являются альтернативным решением относительно инклинометрических измерений, так как чрезмерное повреждение ствола скважины может привести к невозможности погружения инклинометрического зонда и получения измерений (рисунок 20).

8.1.22 Периодичность тензометрических наблюдений с применением измерительных проводных систем рекомендуется определять согласно 8.1.14 настоящего раздела.

8.1.23 Режим подземных вод на оползневых склонах определяется по результатам геофизических и гидрогеологических наблюдений.

8.1.24 Геофизические наблюдения проводятся в случае обнаружения на дневной поверхности новых водопроявлений, водопритоков и т. д. По результатам геофизических наблюдений определяется уровень грунтовых вод и локальные обводненные зоны. При стабилизации оползневых

процессов геофизические наблюдения при соответствующем обосновании, возможно, выполнять при выпадении аномально большого количества атмосферных осадков. Основными геофизическими методами являются метод преломленных волн и вертикальное электрическое зондирование.

8.1.25 Гидрогеологические наблюдения за режимом подземных вод следует осуществлять, как в самом теле оползня, так и в прилегающей устойчивой части. Гидрогеологические наблюдения за режимом подземных вод на оползневых склонах выполняются с применением индикаторов УГВ и скважинных пьезометров.

Наблюдательные скважины требуется располагать в продольных контрольных створах в количестве не менее трех (на устойчивом склоне, на теле оползня, ниже оползня) (рисунок 18, а). Количество скважин с индикаторами УГВ и/или скважинными пьезометрами в створе должно составлять не менее трех. Для своевременного выявления повышения уровня грунтовых вод наблюдательные скважины следует заглублять ниже поверхности скольжения оползневого тела (рисунок 18, б). Гидрогеологические наблюдения рекомендуется выполнять с периодичностью не реже одного раза в неделю, также при соответствующем обосновании, наблюдения, возможно, производить в непрерывном режиме с помощью автоматической системы регистрации, сбора, хранения и передачи данных. При стабилизации оползня наблюдения следует осуществлять не реже одного раза в месяц.

8.1.26 Влияние сейсмических и техногенных воздействий на устойчивость оползневого склона определяется по результатам выполнения виброметрических наблюдений.

8.1.27 Виброметрические наблюдения осуществляются с применением сейсмических датчиков (велосиметров, сейсмометров и т. д.). Велосиметры, сейсмометры и другие аналогичные приборы при наблюдениях за колебательными процессами оползневых склонов для более точного получения результатов рекомендуется устанавливать в специально

пробуренные скважины, оснащенные донной заглушкой, обсадной трубой и другими мероприятиями, обеспечивающими сохранность оборудования. При этом настоящим документом не запрещается располагать сейсмические датчики на дневной поверхности.

Регистраторы колебаний, необходимые для приема сигнала от сейсмических датчиков, как правило, размещают на дневной поверхности в отдаленном месте за границами оползневых смещений. Регистраторы, оснащенные приемником GPS, обеспечивают выполнение непрерывного режима наблюдений. Количество наблюдательных скважин определяется в зависимости от размеров оползня: при объеме оползня до 100 000 $м^3$ – не более двух скважин с сейсмическими датчиками, при объеме 100 000 $м^3$ и более – две скважины и более.

Наблюдательные скважины рекомендуется заглублять до отметки 1÷5 м выше поверхности скольжения оползня в зависимости от его мощности и грунтовых условий (рисунок 18, б). Виброметрические наблюдения рекомендуется выполнять в непрерывном режиме в сейсмически опасных районах (6 баллов и более), при взрывных работах и других аналогичных техногенных воздействиях.

8.2 Селеопасные и подтопляемые участки автомобильных дорог

8.2.1 Геотехнический мониторинг селеопасных и подтопляемых участков следует выполнять согласно рекомендациям настоящего методического документа, который включает проведение визуальных и гидрологических наблюдений.

8.2.2 Контролируемые параметры для наблюдения за состоянием селевых бассейнов и подтопляемых участков автомобильных дорог представлены в таблице 21 настоящего методического документа.

Таблица 21 – Контролируемые параметры при геотехническом мониторинге селеопасных и подтопляемых участков

Контролируемый параметр	Виды наблюдений	
	визуальные	гидрологические
Состояние дневной поверхности селевого бассейна (скопление обломочного материала, оползневые отложения, состояние почвенно-растительного слоя)	+	–
Уровень воды в селевых и речных руслах	–	+
Фиксация перемещения селевых потоков	–	+
Примечание – «+» – наблюдение выполняется; «–» – наблюдение не выполняется.		

8.2.3 Состояние дневной поверхности селевого бассейна по внешним признакам определяется по результатам визуальных наблюдений.

8.2.4 При визуальных наблюдениях селевых бассейнов следует отмечать общее состояние поверхностных грунтов, которое устанавливается путем определения состава, ширины и высоты отложений, объемов накопленного селеформирующего материала, динамики развития эрозионных процессов, а также прогнозируется дальность выброса селевого потока. Визуальные обследования селевых бассейнов следует выполнять согласно [8].

8.2.5 Периодичность визуальных наблюдений селевых бассейнов следует уточнять с учетом активности селеопасного участка, но не менее четырех раз в год (как правило, после весеннего снеготаяния, в середине лета, в начале осени и перед формированием устойчивого снежного покрова). При необходимости обеспечения непрерывного визуального наблюдения для своевременной фиксации возникновения селевых потоков рекомендуется предусматривать цифровые видеокамеры.

8.2.6 По результатам визуальных наблюдений подтопляемых участков автомобильных дорог определяются отметки уровня высоких вод, в связи, с чем производится сбор сведений о гидрологическом режиме водотока, мощности, характере и частоте прохождения паводков.

8.2.7 Уровень воды в селевых и речных руслах определяется по результатам гидрологических наблюдений.

8.2.8 При гидрологических наблюдениях, в обязательном порядке, следует контролировать количество выпадения атмосферных осадков.

Прогнозирование и контроль над количеством выпадающих осадков осуществляется по результатам многолетних метеорологических наблюдений, а также с применением автономных метеостанций.

8.2.9 Количество и расположение автономных метеостанций следует назначать в зависимости от размеров и особенностей рельефа участка исследования. Как правило, на один участок следует предусматривать не менее одной метеостанций, располагая ее в зоне питания поверхностными водами.

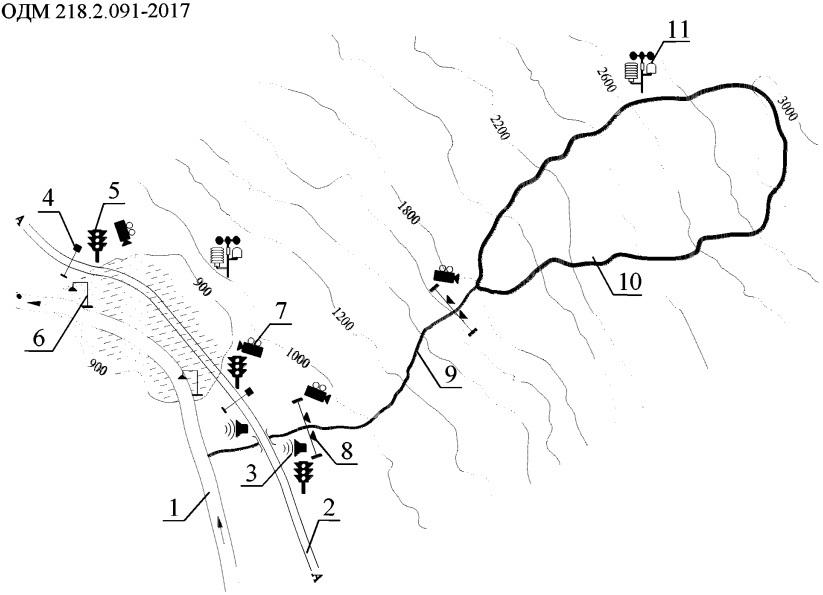
8.2.10 Также для раннего обнаружения повышения уровня воды в селевых и речных руслах применяются датчики уровня воды.

8.2.11 Принцип размещения датчиков уровня основан на резком возрастании расхода и, соответственно, горизонта селевого потока в селевом русле (водного потока в речном русле) по сравнению с обычным уровнем воды.

8.2.12 Как правило, датчики размещаются на растяжках гибких барьеров (на селевом русле), опорно-консольных конструкциях, мостовых сооружениях и т. д. При этом, датчики уровня воды при соответствующем обосновании рекомендуется запитывать с системой оповещения (громкоговорители) и препятствия движения транспортных средств (светофоры и шлагбаумы) через опасные участки автомобильной дороги. Светофоры и шлагбаумы должны располагаться за границей зоны подтопления автомобильной дороги.

8.2.13 Наблюдательные станции с датчиками уровня вдоль селевых и речных русел рекомендуется предусматривать в количестве не менее двух штук (рисунок 20).

8.2.14 На селевых руслах наблюдательные станции следует располагать в устьевой части и в непосредственной близости от места зарождения селевого потока, вдоль речных русел – по границам участка возможного подтопления автомобильной дороги.



1 – река; 2 – автомобильная дорога; 3 – громкоговоритель; 4 – шлагбаум; 5 – светофор; 6 – опорно-консольная конструкция с датчиками уровня воды; 7 – цифровая видеокамера; 8 – гибкий барьер с датчиками уровня воды (радарами); 9 – селевое русло; 10 – граница селевого бассейна; 11 – автономная метеостанция

Рисунок 20 – Типовая схема расположения геотехнического оборудования вдоль селевого русла и на участке подтопления автомобильной дороги

8.2.15 Гидрологические наблюдения с применением автономных метеорологических станций и датчиков уровня воды, как правило, выполняются в непрерывном режиме.

8.2.16 Фиксация перемещения селевого потока вдоль русла определяется по результатам выполнения гидрологических наблюдений с применением датчиков уровня воды. Данное оборудование следует применять для раннего обнаружения селевых потоков и оповещения об их приближении к защищаемым объектам. При прохождении селевого потока данные датчики фиксируют повышение уровня воды в селевом русле.

Рекомендуемое количество датчиков уровня воды, располагаемых вдоль селевого русла указано в 8.2.14. Типовое расположение геотехнического оборудования для мониторинга селеопасных участков и подтопляемых территорий представлено на рисунке 20.

8.3 Обвалоопасные участки автомобильных дорог

8.3.1 Геотехнический мониторинг обвалоопасных участков автомобильных дорог следует выполнять согласно рекомендациям настоящего методического документа, который включает проведение визуальных, геодезических и геофизических наблюдений. Контролируемые параметры для наблюдения за состоянием обвалоопасных участков автомобильных дорог представлены в таблице 22 настоящего методического документа.

Таблица 22 – Контролируемые параметры при геотехническом мониторинге обвалоопасных участков автомобильных дорог

Контролируемый параметр	Вид наблюдений		
	визуальные	геодезические	геофизические
Состояние обвалоопасных участков (наличие отдельных глыб, степень выветрелости, характер трещиноватости и т. д.)	+	–	–
Состояние скальных массивов	–	–	+
Смещение отдельных блоков горных пород	–	+	–

8.3.2 Состояние обвалоопасных откосов и склонов автомобильных дорог определяется по внешним признакам при проведении визуальных наблюдений.

8.3.3 При визуальном наблюдении дневной поверхности следует фиксировать границы и объемы возможных обвальных процессов, высоту и крутизну обвалоопасного склона, расчлененность массива горных пород на отдельные блоки, наличие древесной и кустарниковой растительности, а

также различные деформации скального массива, в частности трещины, сколы и т. д. При выявлении трещин, следует определять ширину раскрытия, протяженность, заполнение грунтовым материалом, оценивать их влияние на скальный массив и динамику развития, устанавливать возможный объем вывала горной породы. При осмотре подножия скального массива следует выполнять замер обломочного материала, оценивается зона поражения автомобильной дороги при образовании обвалов.

8.3.4 При выявлении расчлененных горных массивов на отдельные блоки следует описывать степень их выветрелости и характер трещиноватости (длина, ширина раскрытия, состояние заполнителя трещины и т. д.).

8.3.5 В целом, периодичность визуальных наблюдений осуществляется в зависимости от масштабности и степени опасности возникновения обвальных процессов. Как правило, визуальные наблюдения рекомендуется выполнять не реже одного раза в месяц. В случае высокой степени опасности возникновения обвалов при соответствующем обосновании рекомендуется предусматривать непрерывный визуальный контроль состояния обвалоопасных участков с применением цифровых видеокамер.

8.3.6 Наличие деформаций в скальных массивах и их отдельностях, как правило, определяется по результатам геофизических наблюдений. Основной задачей геофизических наблюдений является фиксация структурной нарушенности горной породы, которая может привести к возникновению обвалов. Объем работ геофизических наблюдений обвалоопасного участка может уточняться по результатам визуальных наблюдений. Геофизические наблюдения осуществляются на обвалоопасных участках, выделенных по результатам инженерных изысканий, обследований, визуальных наблюдений и т. д., угрожающих нормальной эксплуатации автомобильной дороги и технического состояния сооружений инженерной защиты.

8.3.7 Геофизические наблюдения обвалоопасных участков автомобильных дорог выполняются однократно для определения

деформаций внутри скального массива, прогнозирования объемов смещения и разработки комплексной системы геотехнического мониторинга. Внеплановые наблюдения рекомендуется выполнять при возникновении ситуаций, обозначенных в 4.8 настоящего методического документа.

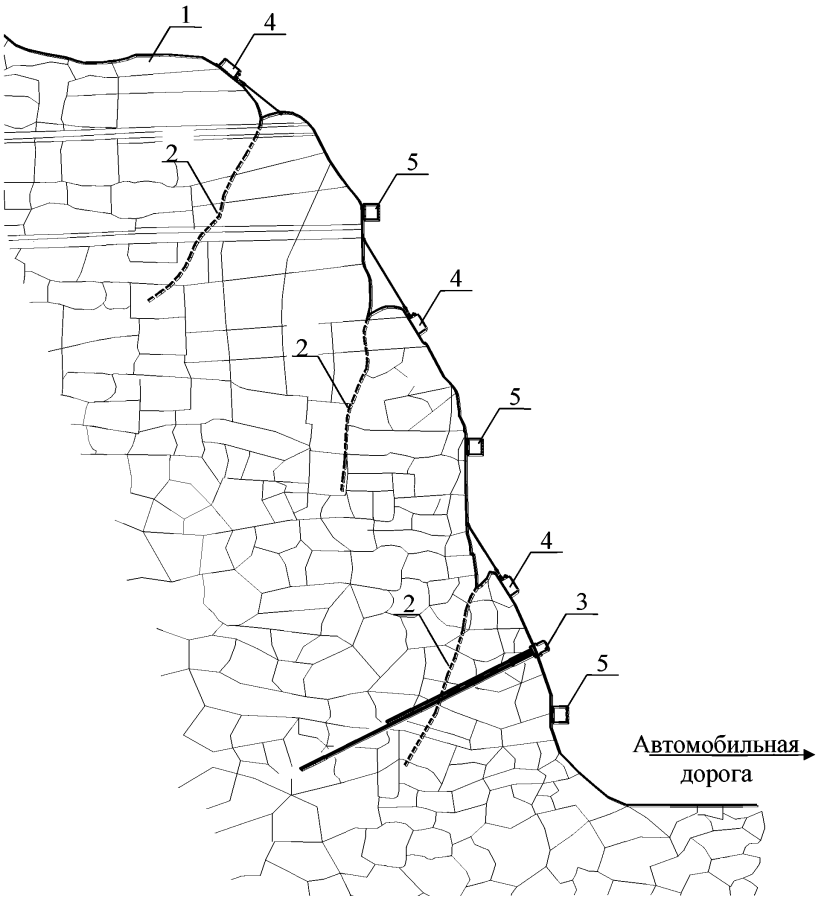
8.3.8 Геофизические наблюдения рекомендуется выполнять методом преломленных волн и вертикального сейсмического профилирования.

8.3.9 Контроль смещения отдельных блоков горных массивов выполняется по результатам геодезических наблюдений с применением тахеометров, скважинных экстензометров, струнных деформометров, наклономеров и иного аналогичного оборудования.

8.3.10 Геодезические измерения выполняются по заранее закрепленным деформационным маркам (при измерении с помощью тахеометра), струнным деформометрам и т. д. на поверхности деформированных горных массивов. Количество геотехнического оборудования определяется в зависимости от площади развития обвальных процессов, а также степени выветрелости и распространении различных деформаций в виде трещин, сколов и т. д.

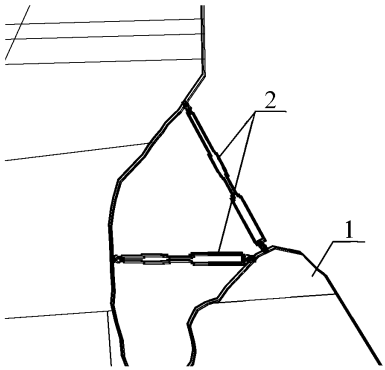
8.3.11 Рекомендуемое общее количество контрольных створов: до четырех при объеме обвальных процессов до 100 000 м^3, четыре и более при объеме 100 000 м^3 и более. Количество грунтовых реперов в створе и расстояние между ними рекомендуется принимать не более 300 м, в зависимости от размеров обвала, но не менее трех в контрольном створе.

8.3.12 Наблюдения с помощью скважинных экстензометров, струнных деформометров, наклономеров рекомендуется выполнять для труднодоступных участков, а также на которых при соответствующем обосновании требуется выполнение непрерывных наблюдений (рисунок 21). При необходимости получения измерений в двух плоскостях рекомендуется применение поверхностных экстензометров (рисунок 22).



1 – скальный массив; 2 – трещина; 3 – скважинный экстензометр;
4 – струнный деформометр; 5 – наклономер

Рисунок 21 – Типовая схема расположения геотехнического оборудования на обвалоопасном участке



1 – скальный массив; 2 – поверхностный экстензометр

Рисунок 22 – Расположение поверхностных экстензометров

8.3.13 Наклономеры применяются для определения направления смещения горных массивов или их отдельностей. Наклономеры также могут быть установлены в комплексе со скважинными экстензометрами и/или струнными деформометрами.

8.3.14 При необходимости на поверхности каждого измерительного прибора (скважинного экстензометра, струнного деформеметра, наклономера и т. д.) возможна установка деформационных марок в целях дополнительного контроля их планово-высотного положения.

9 Рекомендации по проведению геотехнического мониторинга сооружений инженерной защиты

9.1 Общие сведения

9.1.1 Геотехнический мониторинг автомобильных дорог, а также прилегающих к ним сооружений инженерной защиты выполняется при строительстве, капитальном ремонте, реконструкции, а также начальном этапе эксплуатации.

9.1.2 При геотехническом мониторинге сооружений инженерной защиты следует руководствоваться положениями настоящего методического документа и ГОСТ 31937–2011. Описание терминов технического состояния сооружений инженерной защиты (нормативное, работоспособное, ограниченно-работоспособное, аварийное) и соответствующие к ним определения изложены в ГОСТ 31937–2011.

9.1.3 При геотехническом мониторинге противооползневых (подпорные стены, шпунт, нагельные крепления и. т. д.) сооружений рекомендуется учитывать рекомендации [7, 9], противоселевых (подпорные стены, дамбы, гибкие барьеры, шпоры и т. д.) – [ГОСТ Р 54523–2011, 10, 11], противообвальных (подпорные стены, контрфорсы, гибкие барьеры, галереи и т. д.) – [7, 10, 11, 12, 13], берегозащитных (подпорные стены, шпунт, габионы и т. д.) – [ГОСТ Р 54523–2011, 9, 10, 14].

9.1.4 Целью геотехнического мониторинга автомобильных дорог и прилегающих к ним сооружений инженерной защиты является контролирование их технического состояния, своевременное обнаружение на ранней стадии снижения несущей способности конструкций и выдача рекомендаций по устранению негативных воздействий или усилению данных конструкций.

9.1.5 Фиксируемые параметры и виды наблюдений геотехнического мониторинга сооружений инженерной защиты представлены в таблице 23 настоящего ОДМ.

Таблица 23 – Контролируемые параметры при геотехническом мониторинге сооружений инженерной защиты

Контролируемый параметр	Виды наблюдений				
	визуальные	геодезические	геофизические	тензометрические	виброметрические
Целостность конструкций (сколы, трещины, отслоение защитного слоя бетона, коррозия и т. д.)	+	–	+	–	–
Деформации и смещение конструкций (крен, сдвиг, осадка и т. д.)	–	+	–	+	–
Состояние грунтов основания (свойства породы, сплошность, пустоты, обводнения и т. д.)	–	–	+	–	–
Напряжения в несущих конструкциях	–	–	–	+	–
Колебания конструкций от сейсмических и техногенных воздействий	–	–	–	–	+
Примечание – «+» – наблюдение выполняется; «–» – наблюдение не выполняется.					

9.2 Целостность конструкций

9.2.1 Целостность конструкций сооружений инженерной защиты определяется по результатам визуальных и геофизических наблюдений.

9.2.2 Визуальные наблюдения рекомендуется выполнять над всеми сооружениями инженерной защитой для определения их фактических геометрических размеров и сравнения с проектными значениями. При обнаружении деформаций выполняется их фиксация с применением рулеток, линеек и других измерительных инструментов.

9.2.3 Как правило, для каждого типа сооружений инженерной защиты в зависимости от применяемого строительного материала характерны определенные деформации. В целом, для конструкций сооружений инженерной защиты характерны сколы, трещины, раскрытие

деформационных швов, обводнение, коррозия, разрыв сетчатых элементов, тросов и т. д.

9.2.4 Для гибких барьеров и аналогичных сооружений рекомендуется выполнять осмотр металлических улавливающих сеток, продольных тросов, тормозных устройств на наличие деформаций, а также с целью определения фактических геометрических размеров конструкций. При осмотре фундамента сооружения особое внимание стоит уделять наличию трещин, просадок (осадок), для металлических элементов – удлинение, прогиб (изгиб) наличие трещин усталостного характера.

Для селепропускных и берегозащитных сооружений, в том числе из габионных конструкций, следует оценивать состояние железобетонных плит основания, уделять внимание защитному слою конструкции, в частности участкам сооружения, через которые происходит движение селевого (водного) потока, оголению и коррозии арматуры, наличию сколов, трещин, разрывов проволоки обвязки габионов, и других деформаций способных привести к снижению работоспособности. На поворотных участках селевых русел (рек) требуется организовывать осмотр грунтов основания на наличие размывов, выполнять замер деформационных швов. Также следует отмечать заиление и зарастание водотоков, закупорку лотков, перелив селевой массы и т. д.

Визуальные наблюдения автомобильных дорог, а также сооружений инженерной защиты при аварийном и ограниченно-работоспособном техническом состояния рекомендуется выполнять не реже одного раза в неделю, для остальных категорий – не реже одного раза в месяц.

9.2.5 При воздействии опасных природных процессов, способных привести к снижению несущей способности конструкций, а также аварийном состоянии сооружений инженерной защиты рекомендуется проведение дистанционных непрерывных визуальных наблюдений с применением цифровых видеокамер.

9.2.6 По результатам визуальных наблюдений определяется предварительное техническое состояния сооружений инженерной защиты.

Если сведений визуальных наблюдений недостаточно для оценки технического состояния, то требуется выполнение инструментальных наблюдений (геодезических, геофизических, тензометрических и виброметрических).

9.2.7 Для определения внутренних деформаций рекомендуется выполнять геофизические наблюдения. Как правило, геофизические наблюдения осуществляются для аварийных и/или ограниченно-работоспособных участков, а также сооружений, находящихся под воздействием опасных природных процессов, которые в значительной степени угрожают снижением несущей способности.

9.2.8 Геофизические наблюдения конструкций сооружений инженерной защиты, как правило, выполняются ультразвуковым и магнитным методами, а также возможно применение метода естественного электрического поля и акустический каротаж в ответственных узлах, местах возникновения деформаций, а также зонах воспринимающих максимальные нагружения, в том числе колебательные воздействия. Применение того или иного метода определяется в зависимости от экономической целесообразности.

9.2.9 Для уточнения категории технического состояния (при невозможности определить категорию в ходе визуальных наблюдений) геофизические наблюдения осуществляются одноразово. Для случаев, обозначенных в 9.2.7 настоящего документа, наблюдения рекомендуется выполнять не реже одного раза в месяц до стабилизации ситуации, после – не реже одного раза в квартал.

9.3 Деформации и смещение конструкций

9.3.1 Деформации и смещение конструкций сооружений инженерной защиты (крен, сдвиг, осадка и т. д.) определяются по результатам геодезических и тензометрических наблюдений.

9.3.2 Геодезические наблюдения следует осуществлять для сооружений

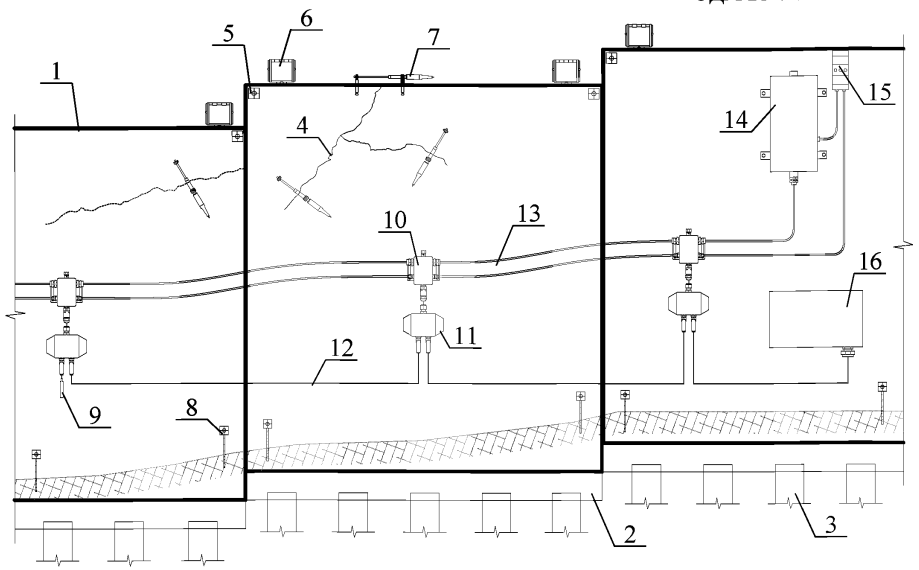
инженерной защиты, подвергаемых воздействию опасных природных процессов, а также находящихся в ограниченно-работоспособном и аварийном техническом состоянии.

9.3.3 Наблюдения с применением тахеометров и деформационных марок следует осуществлять для оценки планово-высотного положения конструкций сооружений инженерной защиты. Деформационные марки, как правило, закладывают по всему периметру сооружения шагом 15÷20 м, а также:

- на углах и характерных выступах;
- на стыках строительных блоков;
- по обе стороны осадочного или температурного шва;
- в местах примыкания продольных и поперечных стен;
- на поперечных стенах в местах пересечения их с продольной осью;
- на анкерных сваях (нагелях, микросваях) в сложных геологических условиях (сильно трещиноватые и сильно обводненные грунты, места максимального давления от грунтов и водных потоков и т. д.);
- вокруг зон с большими динамическими нагрузками;
- в местах возникновения деформаций (трещин, сколов и т. д.).

9.3.4 Также для оценки высотного положения грунтов основания в 2÷3 м от фундамента напротив деформационных марок рекомендуется устраивать грунтовые репера (рисунок 23).

9.3.5 При возникновении крена и осадки сооружений инженерной защиты в качестве дополнительного контроля к геодезическим измерениям по деформационным маркам допускается предусматривать установку наклономеров и гидросистему контроля осадки.



1 – секция удерживающего сооружения; 2 – ростверк; 3 – свая; 4 – силовые трещины; 5 – деформационная марка; 6 – наклономер; 7 – электронный трещиномер; 8 – грунтовый репер; 9 – блокировщик сопротивления; 10 – датчик уровня; 11 – сенсор; 12 – сигнальный кабель; 13 – гидравлическая труба; 14 – барометрический регистратор; 15 – контрольная емкость; 16 – автоматизированная система регистрации, сбора, хранения и передачи данных

Рисунок 23 – Типовая схема расположения геотехнического оборудования на удерживающем сооружении

9.3.6 Наклономеры располагают на верховой части сооружения в количестве не менее двух по границам накрененной конструкции. Гидросистему контроля осадки рекомендуется размещать по всему периметру сооружения, как в зонах возникновения осадочных деформаций, так и за их пределами (рисунок 23).

9.3.7 Наклономеры и гидросистему контроля осадки при соответствующем обосновании, возможно, использовать для непрерывного

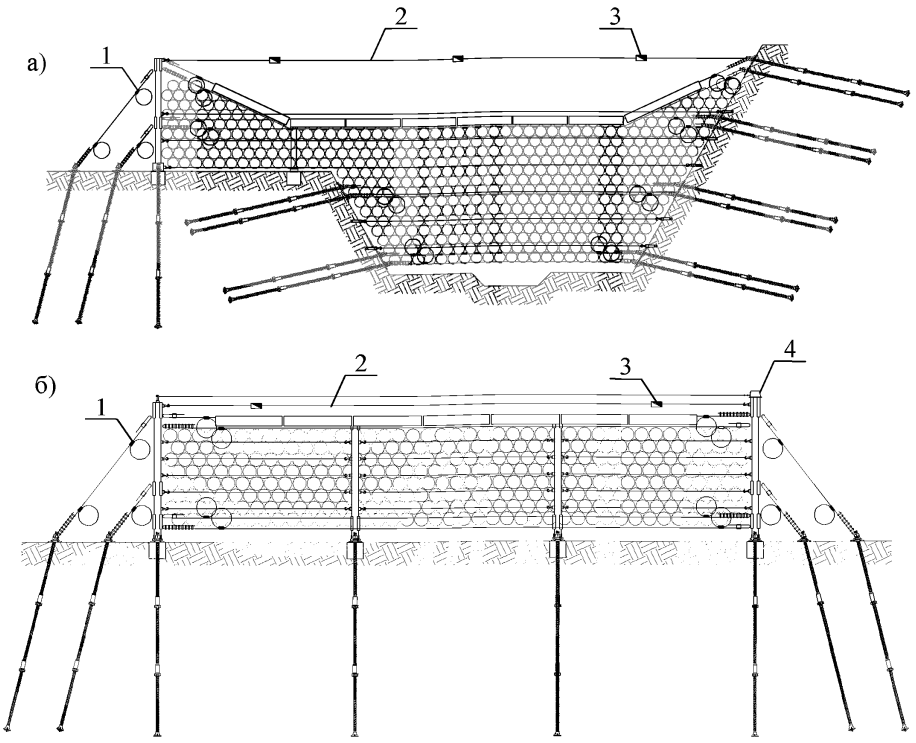
наблюдения при подключении к автоматизированной системе регистрации, сбора, хранения и передачи данных.

9.3.8 При обнаружении силовых трещин следует предусматривать установку электронных трещиномеров. Трещиномеры следует располагать в местах наибольшего раскрытия трещины строго перпендикулярно ее развития (рисунок 23).

9.3.9 Геодезические наблюдения гибких барьеров рекомендуется выполнять с применением деформационных марок и струнных деформометров. Деформационные марки следует располагать в верхней части каждой опоры фундамента гибкого барьера. Для контроля смещения опор фундамента относительно друг друга при необходимости обеспечения непрерывных наблюдений следует предусматривать устройство струнного деформометра (рисунок 24).

9.3.10 Геодезические наблюдения конструкций галерей рекомендуется выполнять геодезическими методами с применением деформационных марок. Деформационные марки следует располагать в контрольном сечении при возникновении коррозии, прогибов, трещин, а также максимального нагружения конструкций при прохождении селя или обвала. При смещении конструкций относительно друг друга допускается применение ленточных экстензометров (рисунок 25).

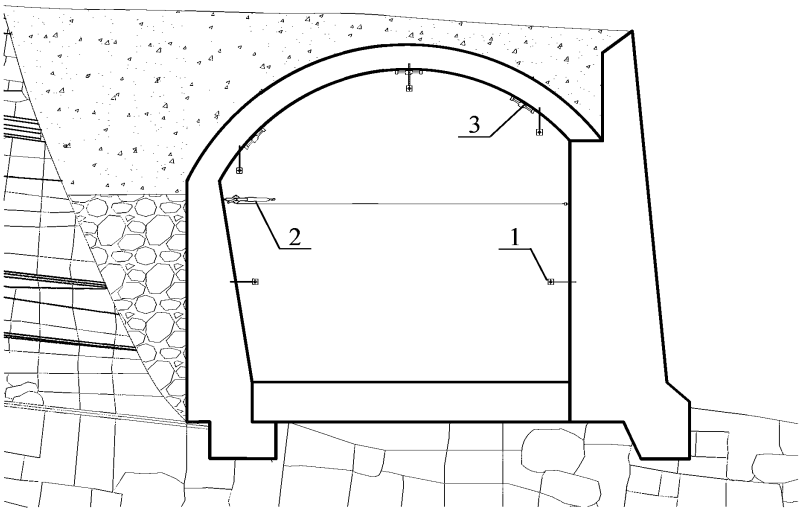
9.3.11 В процессе строительного производства при отсутствии влияния опасных природных процессов и деформаций геодезические наблюдения рекомендуется выполнять с периодичностью не реже одного раза в месяц. При воздействии опасных природных процессов, возникновении деформаций в виде небольших трещин и кренов наблюдения рекомендуется выполнять не реже одного раза в неделю. В случае регулярного развития деформаций или аварийном состоянии сооружений наблюдения рекомендуется выполнять от трех раз в неделю до ежедневных. При соответствующем обосновании допускается реализация непрерывных наблюдений.



1 – датчик тормозного устройства; 2 – струнная растяжка;
3 – датчик уровня; 4 – струнный деформометр

Рисунок 24 – Типовая схема расположения оборудования на гибком удерживающем сооружении при выраженном (а) и невыраженном (б) русле

9.3.12 Тензометрические наблюдения с применением измерительных проводных систем, как правило, выполняются для обнаружения горизонтального смещения конструкций противооползневых сооружений автомобильных дорог.



1 – деформационная марка; 2 – ленточный экстензометр;
3 – датчик деформации

Рисунок 25 – Типовая схема расположения оборудования в арочной галерее

9.3.13 Измерительные проводные системы рекомендуется располагать на лицевом фасаде в верхней части противооползневых сооружений при воздействии активных оползневых смещений, способных повлиять несущую способность сооружения, а также в местах возникновения деформаций (силовые трещины, крены, смещение отдельных секций и т. д.) (рисунок 23).

9.3.14 Измерительную проводную систему при соответствующем обосновании, возможно, использовать для непрерывного наблюдения при подключении к автоматизированной системе регистрации, сбора, хранения и передачи данных.

9.3.15 Периодичность тензометрических наблюдений с применением измерительных проводных систем определяется согласно 9.3.11 настоящего раздела.

9.4 Состояние грунтов основания

9.4.1 Состояние грунтов оснований определяется по результатам выполнения геофизических наблюдений при строительстве, капитальном ремонте, реконструкции, а также начальном этапе эксплуатации автомобильных дорог и прилегающих к ним сооружений инженерной защиты.

9.4.2 Методы геофизических наблюдений определяются в зависимости от искомого параметра (напряженного состояния, трещиноватости, обводнения, плотности и т. д.), характеризующая состояние грунтов оснований сооружений инженерной защиты согласно разделу 5 настоящего документа. Рекомендуемым методом исследования грунтов оснований является вертикальное сейсмическое профилирование, метод преломленных волн и вертикальное электрическое зондирование.

9.4.3 При отсутствии осадки грунтов основания, а также других условий для возникновения данных процессов, в том числе грунтовых, геофизические наблюдения выполняются одноразово. При образовании данных процессов наблюдения осуществляются непосредственно после их выявления с периодичностью не реже одного раза в квартал, а также внепланово при выпадении большого количества осадков, возникновении подтоплений и подмыва фундамента.

9.5 Напряжения в несущих конструкциях

9.5.1 Напряжения в несущих конструкциях сооружений инженерной защиты определяются при выполнении тензометрических наблюдений. Тензометрические наблюдения осуществляются на участках максимального нагружения, ответственных зон, при возникновении деформаций, снижающих несущую способность, а также при достижении сооружений ограниченно-работоспособного или аварийного технического состояния.

9.5.2 Как правило, при тензометрических наблюдениях, как правило,

используются датчики деформации, датчики давления, анкерные датчики нагрузки, датчики тормозных устройств и струнные растяжки (рисунок 24). Применение данного оборудования определяется в зависимости от назначения сооружения, его типа, а также от материала, из которого оно выполнено.

9.5.3 Датчики деформации используются для вычисления напряжений, действующих в конструкциях от прикладываемой нагрузки. Датчики деформации подразделяются на внутренние и наружные.

9.5.4 Внутренние датчики деформации целесообразно применять для бетонных и железобетонных конструкций, устанавливаемых в специально вскрытые в бетоне ниши. Как правило, для одной зоны наблюдения следует предусматривать не менее двух ниш с датчиками, в зависимости от ее площади, на пропорционально удаленном друг от друга расстоянии. В дальнейшем ниши с датчиками бетонируются, первые измерения выполняются после усадки бетона.

9.5.5 Наружные датчики деформации, как правило, используют для измерения напряженно-деформированного состояния металлических и бетонных конструкций, которые устанавливают на предварительно подготовленные поверхности в количестве не менее двух в контрольном сечении (рисунок 25).

9.5.6 Тензометрические наблюдения с применением датчиков деформации при затухании деформаций рекомендуется выполнять с периодичностью не реже одного раза в неделю. При активизации напряжений (деформаций) повторяемость наблюдений уточняется в зависимости от скорости их развития. В этом случае, как правило, периодичность наблюдений составляет от трех раз в неделю до ежедневных измерений. При наихудшем развитии ситуации тензометрические наблюдения рекомендуется выполнять в непрерывном режиме. Непрерывный режим обеспечивается за счет подключения датчиков деформации к автоматизированной системе регистрации, сбора, хранения и передачи

данных.

9.5.7 Датчики давления располагаются на контакте между фундаментом (тыловой частью) сооружения инженерной защиты и грунтовым основанием (обратной засыпкой) в местах наибольшего нагружения от техногенных и природных воздействий. Как правило, данное оборудование применяется при мониторинге массивных и гравитационных сооружений.

9.5.8 При устройстве датчиков давления под фундаментной плитой грунтовое основание следует предварительно подготовить во избежание получения ошибочных результатов измерений.

9.5.9 Анкерные датчики нагрузки следует применять на анкерных, свайно-анкерных сооружениях инженерной защиты (подпорные стены, галереи, контрфорсы и т. д.) автомобильных дорог. Данное измерительное оборудование, как правило, устраивается на металлическую штангу анкерной сваи (микросваи) между двух опорных плит (пластин). Монтаж анкерных датчиков нагрузки осуществляет на анкерные сваи, располагаемые в местах наибольшего нагружения, а также в малопрочных или сильно обводненных грунтах.

9.5.10 Датчики тормозных устройств, как правило, применяются на улавливающих гибких барьерах, используемых в качестве противообвальных и противоселевых сооружений (рисунок 24). Принцип действия основан на регистрации срабатывания тормозных устройств сооружения. Количество датчиков тормозных устройств определяется в зависимости от количества тормозных устройств, располагаемых на несущих канатах. Как правило, на сооружении рекомендуется предусматривать не менее двух датчиков тормозных устройств.

9.5.11 Струнные растяжки следует применять в комплексе с противоселевыми и противообвальными сооружениями инженерной защиты. Принцип действия струнных растяжек основан на разрыве струн, установленных в створе гибкого барьерного сооружения, под действием

селевого потока (обломочного материала горных пород). Количество струнных растяжек определяется в зависимости от высоты сооружения инженерной защиты и предполагаемой крупности грунтового материала. Как правило, шаг по высоте между струнными растяжками не рекомендуется превышать 1,5 м (рисунок 24).

9.5.12 Для контроля уровня селевого потока, как правило, на гибких пропускающих противоселевых барьерах устраиваются датчики уровня воды. Данные датчики располагаются в верхней части сооружения в количестве не менее 2-3 штук в зависимости от формы русла, как показано на рисунке 24.

9.6 Колебания конструкций от сейсмических и техногенных воздействий

9.6.1 Колебания конструкций сооружений инженерной защиты от сейсмических и техногенных воздействий определяются при выполнении виброметрических наблюдений.

9.6.2 Как правило, виброметрические наблюдения выполняются для сооружений инженерной защиты, находящихся в аварийном техническом состоянии, сооружений, располагаемых в сейсмически активных и опасных районах (6 баллов и более), а также при влиянии взрывных работ и других техногенных воздействий, способных вызвать колебание конструкций и снижение несущей способности.

9.6.3 Станции виброметрических наблюдений с велосиметрами, сейсмометрами и т. д. рекомендуется располагать в нижней части инженерного сооружения, по возможности, в грунтах основания, как можно ближе к источникам техногенных колебательных воздействий. Для сооружений консольного типа дополнительно станции виброметрических наблюдений рекомендуется предусматривать в верхней части. Станции виброметрических наблюдений допускается располагать рядом с ответственными узлами, наиболее слабыми зонами и в местах возникновения дефектов и деформаций (трещины, сколы, коррозия и т. д.).

Библиография

[1]	СП 11–105–97 Часть I	Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть I. Общие правила производства работ. Госстрой России. – М.: ПНИИИС Госстроя России, 1997. – 28 с.
[2]		Пособие по обследованию строительных конструкций зданий. АО ЦНИИпромзданий. – М: ГУП ЦПП, 1997. – 53 с.
[3]	ОДМ 218.3.075–2016	Рекомендации по контролю качества выполнения дорожно-строительных работ методом георадиолокации. ФДА Росавтодор. – М.: Росавтодор, 2016. – 75 с.
[4]	СП 11–105–97 Часть IV	Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть VI. Правила производства геофизических исследований. Госстрой России. – М.: ФГУП ПНИИИС, 2004. – 54 с.
[5]	СП 11–105–97 Часть II	Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов. Госстрой России. – М.: ПНИИИС Госстроя России, 2000. – 100 с.
[6]	СП 11–104–97	Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Госстрой России. – М.: ПНИИИС Госстроя России, 1997. – 76 с.
[7]	ОДМ 218.3.008–2011	Рекомендации по мониторингу и обследованию подпорных стен и удерживающих сооружений на оползневых участках автомобильных дорог. ФДА Росавтодор. – М.: ФГУП Информавтодор, 2011. – 47 с.
[8]	РД 52.30.238–89	Руководство селестоковым станциям и гидрографическим партиям. Выпуск 1. Организация и проведение работ по изучению селей.

[9] ОДМ 218.2.027–2012 Методические рекомендации по расчету и проектированию армогрунтовых подпорных стен на автомобильных дорогах. ФДА Росавтодор. – М.: ФГУП Информавтодор, 2013. – 68 с.

[10] ОДМ 218.2.052–2015 Проектирование и строительство противоселевых сооружений для защиты автомобильных дорог. ФДА Росавтодор. – М.: ФГУП Информавтодор, 2015. – 84 с.

[11] ОДМ 218.2.049–2015 Рекомендации по проектированию и строительству габионных конструкций на автомобильных дорогах. ФДА Росавтодор. – М.: ФГУП Информавтодор, 2015. – 112 с.

[12] ОДМ 218.2.051–2015 Рекомендации по проектированию и расчету противообвальных сооружений на автомобильных дорогах. ФДА Росавтодор. – М.: ФГУП Информавтодор, 2015. – 112 с.

[13] ОДМ 218.4.022–2015 Рекомендации по проведению геотехнического мониторинга строящихся и эксплуатируемых автодорожных тоннелей. ФДА Росавтодор. – М.: ФГУП Информавтодор, 2015. – 82 с.

[14] ОДМ 218.3.038–2015 Рекомендации по проектированию и строительству берегозащитных сооружений автомобильных дорог. ФДА Росавтодор. – М.: ФГУП Информавтодор, 2015. – 70 с.

ОКС 93.080.99
Ключевые слова: геотехнический мониторинг, обвалы, оползни, подтопление, сели, сооружения инженерной защиты

Руководитель организации-разработчика
ООО «НТЦ ГеоПроект»
наименование организации

Директор		С. И. Маций
должность	личная подпись	инициалы, фамилия

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО

(РОСАВТОДОР)

РАСПОРЯЖЕНИЕ

28.06.2017 Москва № 1326-р

О применении и публикации ОДМ 218.2.091-2017 «Геотехнический мониторинг сооружений инженерной защиты автомобильных дорог»

В целях реализации в дорожном хозяйстве основных положений Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» и обеспечения дорожных организаций методическими рекомендациями по геотехническому мониторингу сооружений инженерной защиты автомобильных дорог:

1. Структурным подразделениям центрального аппарата Росавтодора, федеральным управлениям автомобильных дорог, управлениям автомобильных магистралей, межрегиональным дирекциям по строительству автомобильных дорог федерального значения, территориальным органам управления дорожным хозяйством субъектов Российской Федерации рекомендовать к применению с даты подписания настоящего распоряжения ОДМ 218.2.091-2017 «Геотехнический мониторинг сооружений инженерной защиты автомобильных дорог» (далее – ОДМ 218.2.091-2017).

2. Управлению научно-технических исследований и информационного обеспечения (А.В. Бухтояров) в установленном порядке обеспечить официальную публикацию ОДМ 218.2.091-2017.

3. Контроль за исполнением настоящего распоряжения возложить на заместителя руководителя И.Г. Астахова.

Руководитель Р.В. Старовойт

gost.e-ecolog.ru

Н.Г. Кондратенко
(495) 687-88-23 доб. 50-257