МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА
И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

С В О Д П Р А В И Л **СП 446.1325800.2019**

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Общие правила производства работ

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Сведения о своде правил

1 ИСПОЛНИТЕЛИ — Ассоциация «Инженерные изыскания в строительстве» («АИИС»), Общество с ограниченной ответственностью «Институт геотехники и инженерных изысканий в строительстве» (ООО «ИГИИС») при участии Акционерного общества «Московский областной институт «ГИДРОПРОЕКТ» (АО «Мособлгидропроект»); Акционерного общества «Головной научно-исследовательский и проектный институт по распределению и использованию газа «Гипрониигаз» (АО «Гипрониигаз»); Акционерного общества «МОСТДОРГЕОТРЕСТ» (АО МДГТ); Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ); Общества с ограниченной ответственностью «Научно-производственное предприятие «Геотек» (ООО «НПП «Геотек»); Общества с ограниченной ответственностью «Инженерная геология» (ООО «Инженерная геология», г. Москва); Института наук о Земле Южного федерального университета (ИНоЗ ЮФУ); Открытого акционерного общества «Верхнекамский трест инженерно-строительных изысканий» (ОАО «ВерхнекамТИСИЗ»); Частного учреждения Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» «Отраслевой центр капитального строительства» (Частного учреждения Госкорпорации «Росатом» «ОЦКС»); Общества с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт энергетики и транспорта «ЭНЕРГОТРАНСПРОЕКТ» (ООО «НИПИИ ЭТ «ЭНЕРГОТРАНСПРОЕКТ»); Общества с ограниченной ответственностью «Техконтроль Экспертиза» (ООО «ТК Экспертиза»); Открытого акционерного общества «Томский проектно-изыскательский институт транспортного строительства «Томгипротранс» (ОАО «Томгипротранс»); Общества с ограниченной ответственностью «Инженерные изыскания» (ООО «Инженерные изыскания», г. Ростов-на-Дону)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 ПОДГОТОВЛЕН к утверждению Департаментом градостроительной деятельности и архитектуры Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации

4 УТВЕРЖДЕН Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 5 июня 2019 г. № 329/пр и введен в действие с 6 декабря 2019 г.

5 ЗАРЕГИСТРИРОВАН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего свода правил соответствующее уведомление будет опубликовано в установленном порядке. Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте разработчика (Минстрой России) в сети Интернет

© Минстрой России, 2019
© Стандартинформ, оформление, 2019

Настоящий свод правил не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания на территории Российской Федерации без разрешения Минстроя России

Содержание

Предисловие II
Введение IV
1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 3
4 Общие положения 3
5 Состав инженерно-геологических изысканий. Общие технические требования 4
6 Инженерно-геологические изыскания для подготовки документов территориального планирования, документации по планировке территории и выбора площадок (трасс) строительства (обоснования инвестиций) 17
7 Инженерно-геологические изыскания для архитектурно-строительного проектирования при подготовке проектной документации объектов капитального строительства 21
7.1 Инженерно-геологические изыскания для подготовки проектной документации — первый этап 22
7.2 Инженерно-геологические изыскания для подготовки проектной документации — второй этап 27
8 Инженерно-геологические изыскания при строительстве и реконструкции зданий и сооружений 37
Приложение А Виды специфических грунтов и их основные характеристики 40
Приложение Б Виды, глубины и назначение инженерно-геологических выработок 42
Приложение В Способы и разновидности бурения инженерно-геологических скважин 43
Приложение Г Методы и задачи инженерно-геофизических исследований 44
Приложение Д Виды и объемы инженерно-геофизических исследований 57
Приложение Е Методы полевых исследований свойств грунтов и задачи, решаемые при их использовании 59
Приложение Ж Определение физико-механических характеристик грунтов по результатам статического и динамического зондирования 60
Приложение И Виды и продолжительность откачек и наливов в гидрогеологических скважинах 63
Приложение К Методы определения гидрогеологических параметров и характеристик 64
Приложение Л Виды лабораторных определений состава, характеристик физических и механических свойств грунтов 65
Приложение М Показатели физических свойств и химического состава природных вод и методы их лабораторных определений 67
Приложение Н Виды инженерно-геологических исследований в составе специальных инженерных изысканий 69
Приложение П Оценка степени трещиноватости скальных грунтов 74
Приложение Р Правила производства инженерно-геологических работ при эксплуатации зданий и сооружений 75
Приложение С Правила производства инженерно-геологических работ при сносе (демонтаже) зданий и сооружений 76
Библиография 77

Введение

Настоящий свод правил разработан в целях реализации основных положений Федеральных законов от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации», от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании».

При разработке были учтены требования постановлений Правительства Российской Федерации от 19 января 2006 г. № 20 «Об инженерных изысканиях для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства», от 16 февраля 2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию», от 31 марта 2017 г. № 402 «Об утверждении Правил выполнения инженерных изысканий, необходимых для подготовки документации по планировке территории, перечня видов инженерных изысканий, необходимых для подготовки документации по планировке территории, и о внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 19 января 2006 г. № 20», от 12 мая 2017 г. № 563 «О порядке и об основаниях заключения контрактов, предметом которых является одновременно выполнение работ по проектированию, строительству и вводу в эксплуатацию объектов капитального строительства, и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» и от 12 мая 2017 г. № 564 «Об утверждении Положения о составе и содержании проектов планировки территории, предусматривающих размещение одного или нескольких линейных объектов».

Настоящий свод правил разработан в развитие положений СП 47.13330.2016 «СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

Свод правил подготовлен авторским коллективом «АИИС» (руководитель работы — канд. геол.-минерал. наук *М.И. Богданов*, ответственный исполнитель — *Е.В. Леденева*, исполнитель — *И.Л. Кривенцова*), ООО «ИГИИС» (руководитель работы — *Г.Р. Болгова*; ответственный исполнитель — *С.А. Гурова*; авторы разделов: канд. геол.-минерал. наук *Э.Р. Черняк*, *Ю.А. Волков*, канд. геол.-минерал. наук *М.С. Наумов*, *И.Д. Колесников*, канд. геол.-минерал. наук *М.В. Лехов*, канд. геол.-минерал. наук *О.П. Червинская*) при участии: АО «Мособлгидропроект» (канд. геол.-минерал. наук *Б.А. Снежкин*, *Л.А. Мусаева*); АО «Гипрониигаз» (*А.В. Гусев, А.О. Хомутов*, *Ю.Н. Вольнов*); АО МДГТ (канд. геол.-минерал. наук *О.Р. Озмидов*, канд. геол.-минерал. наук *Д.И. Эппель*); НИУ МГСУ (д-р техн. наук, проф. *З.Г. Тер-Мартиросян*, д-р техн. наук *А.З Тер-Мартиросян*, канд. техн. наук *А.Ю. Мирный*); ООО «НПП «Геотек» (д-р техн. наук, проф. *Г.Г. Болдырев*); ООО «Инженерная геология», г. Москва (*И.В. Аверин*); ИНоЗ ЮФУ (канд. геол.-минерал. наук *Н.М. Хансиварова*); ОАО «ВерхнекамТИСИЗ» (*В.П. Костарев*); Частного учреждения Госкорпорации «Росатом» «ОЦКС» (*А.П. Мальцев*); ООО «НИПИИ ЭТ «ЭНЕРГОТРАНСПРОЕКТ» (*Г.В. Коваленко*, *А.А. Кишеев*); ООО «ТК Экспертиза» (*В.В. Сыроквасовский*); ОАО «Томгипротранс» (*А.В. Юрочкин*); ООО «Инженерные изыскания», г. Ростов-на-Дону (*А.О. Добровольский*).

С В О Д П Р А В И Л

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Общие правила производства работ

Engineering geological survey for construction.
General regulations for execution of work

Дата введения — 2019—12—06

1 Область применения

Настоящий свод правил устанавливает общие правила производства работ, выполняемых в составе инженерно-геологических изысканий для подготовки документов территориального планирования, документации по планировке территории и выбора площадок (трасс) строительства, проектной документации объектов капитального строительства, для строительства и реконструкции зданий и сооружений.

2 Нормативные ссылки

В настоящем своде правил использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 9.602—2016 Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии

ГОСТ 21.302—2013 Система проектной документации для строительства. Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям

ГОСТ 4011—72 Вода питьевая. Методы измерения массовой концентрации общего железа

ГОСТ 4245—72 Вода питьевая. Методы определения содержания хлоридов

ГОСТ 4389—72 Вода питьевая. Методы определения содержания сульфатов

ГОСТ 5180—2015 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик

ГОСТ 5686—2012 Грунты. Методы полевых испытаний сваями

ГОСТ 8269.0—97 Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний

ГОСТ 12071—2014 Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов

ГОСТ 12248—2010 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости

ГОСТ 12536—2014 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава

ГОСТ 18164—72 Вода питьевая. Метод определения содержания сухого остатка

ГОСТ 19912—2012 Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием

ГОСТ 20276—2012 Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости

ГОСТ 20522—2012 Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний

ГОСТ 21153.2—84 Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном сжатии

ГОСТ 22733—2016 Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности

ГОСТ 23161—2012 Грунты. Метод лабораторного определения характеристик просадочности

ГОСТ 23278—2014 Грунты. Методы полевых испытаний проницаемости

ГОСТ 23740—2016 Грунты. Методы определения содержания органических веществ

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

ГОСТ 24902—81 Вода хозяйственно-питьевого назначения. Общие требования к полевым методам анализа

ГОСТ 25100—2011 Грунты. Классификация

ГОСТ 25584—2016 Грунты. Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации

Издание официальное

ГОСТ 26424—85 Почвы. Метод определения ионов карбоната и бикарбоната в водной вытяжке

ГОСТ 28514—90 Строительная геотехника. Определение плотности грунтов методом замещения объема

ГОСТ 28622—2012 Грунты. Метод лабораторного определения степени пучинистости

ГОСТ 30416—2012 Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения

ГОСТ 30672—2012 Грунты. Полевые испытания. Общие положения

ГОСТ 31861—2012 Вода. Общие требования к отбору проб

ГОСТ 31867—2012 Вода питьевая. Определение содержания анионов методом хроматографии и капиллярного электрофореза

ГОСТ 31868—2012 Вода. Методы определения цветности

ГОСТ 31869—2012 Вода. Методы определения содержания катионов (аммония, бария, калия, кальция, лития, магния, натрия, стронция) с использованием капиллярного электрофореза

ГОСТ 31870—2012 Вода питьевая. Определение содержания элементов методами атомной спектрометрии

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

ГОСТ 31954—2012 Вода питьевая. Методы определения жесткости

ГОСТ 33028—2014 Дороги автомобильные общего пользования. Щебень и гравий из горных пород. Определение влажности

ГОСТ 33045—2014 Вода. Методы определения азотсодержащих веществ

ГОСТ Р 51232—98 Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества

ГОСТ Р 56353—2015 Грунты. Методы лабораторного определения динамических свойств дисперсных грунтов

ГОСТ Р 56726—2015 Грунты. Метод лабораторного определения удельной касательной силы морозного пучения

ГОСТ Р 57164—2016 Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности

СП 14.13330.2018 «СНиП II-7-81* Строительство в сейсмических районах»

СП 21.13330.2012 «СНиП 2.01.09-91 Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах» (с изменением № 1)

СП 22.13330.2016 «СНиП 2.02.01-83* Основания зданий и сооружений»

СП 24.13330.2011 «СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты» (с изменением № 1)

СП 28.13330.2017 «СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии»

СП 34.13330.2012 «СНиП 2.05.02-85* Автомобильные дороги» (с изменением № 1)

СП 45.13330.2017 «СНиП 3.02.01-87 Земляные сооружения, основания и фундаменты» (с изменением № 1)

СП 47.13330.2016 «СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»

СП 115.13330.2016 «СНиП 22-01-95 Геофизика опасных природных воздействий»

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

СП 249.1325800.2016 Коммуникации подземные. Проектирование и строительство закрытым и открытым способами

СП 305.1325800.2017 Здания и сооружения. Правила проведения геотехнического мониторинга при строительстве

СП 438.1325800.2019 Инженерные изыскания при планировке территорий. Общие требования

Примечание — При пользовании настоящим сводом правил целесообразно проверить действие ссылочных документов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте федерального органа исполнительной власти в сфере стандартизации в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то следует использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего свода правил в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку. Сведения о действии сводов правил целесообразно проверить в Федеральном информационном фонде стандартов.

3 Термины и определения

В настоящем своде правил применены термины по ГОСТ 20522, ГОСТ 23278, ГОСТ 25100, ГОСТ 24846, СП 14.13330, СП 21.13330, СП 22.13330, СП 47.13330, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **гидрогеологическая скважина:** Скважина для изучения гидрогеологического разреза, измерения уровней и отбора проб подземных вод, производства опытно-фильтрационных работ, наблюдений за режимом подземных вод.

3.2 **инженерно-геологическая выработка:** Горная выработка для изучения геологического разреза, отбора образцов грунтов для изучения их состава, состояния и свойств, измерения уровней и отбора проб подземных вод, а также для полевых исследований грунтов (в том числе геофизическими методами).

3.3 **инженерно-геологическая модель:** Схематичное пространственное отображение инженерно-геологических элементов, подземных вод, опасных геологических и инженерно-геологических процессов в сфере взаимодействия объекта с геологической средой.

3.4 **инженерно-геологическая съемка:** Комплекс работ и исследований, выполняемых для изучения инженерно-геологических условий территории (в заданном масштабе и на заданную глубину), результатом которых является создание инженерно-геологических карт.

3.5 **инженерно-геологический элемент;** ИГЭ: Основная грунтовая единица, используемая при создании инженерно-геологической модели грунтового массива, включающая некоторый объем грунта одного и того же типа (подтипа), вида (подвида) и разновидности при изменении значений характеристик грунта в пределах элемента случайно (незакономерно) или при наблюдающейся закономерности изменения характеристик грунтов с коэффициентом вариации для физических характеристик грунта ≤ 0,15, для механических ≤ 0,30.

3.6 **карта гидроизогипс:** Отображение на топографическом плане изолиний высотных отметок свободной поверхности грунтовых вод.

3.7 **карта глубин залегания грунтовых вод:** Отображение на топографическом плане изолиний глубин залегания свободной поверхности грунтовых вод территории.

3.8 **расчетная геомеханическая модель:** Схематичное пространственное отображение расчетных грунтовых элементов, подземных вод, опасных геологических и инженерно-геологических процессов в сфере взаимодействия объекта с геологической средой.

3.9 **расчетный грунтовый элемент;** РГЭ: Основная грунтовая единица, используемая при создании расчетной геомеханической модели, включающая некоторый объем грунта не обязательно одного и того же типа (подтипа), вида (подвида), в пределах которого нормативные и расчетные значения характеристик по условиям применяемого метода проектирования объекта могут быть постоянными или закономерно изменяющимися по направлению.

Примечание — Может включать в себя один или несколько ИГЭ.

3.10

режим подземных вод: Характер изменений во времени и в пространстве уровней (напоров), температуры, химического, газового и бактериологического состава и других характеристик подземных вод.

[СП 47.13330.2016, пункт 3.34]

3.11 **сжимаемая толща (активная зона):** Зона распространения возникающих дополнительных напряжений в массиве горных пород от статической нагрузки зданий и сооружений, в пределах которой под влиянием этой нагрузки происходит изменение напряженно-деформированного состояния грунтов основания.

Примечание — Глубина сжимаемой толщи соответствует глубине, ниже которой деформациями грунтовой толщи при расчете осадок фундаментов заданных размеров допускается пренебречь.

4 Общие положения

4.1 Инженерно-геологические изыскания должны обеспечивать комплексное изучение инженерно-геологических условий территории (района, площадки, участка, трассы) проектируемого строительства и составление прогноза возможных их изменений в сфере взаимодействия проектируемых объектов с геологической средой для получения необходимых и достаточных материалов при обосновании планирования градостроительной деятельности и разработке проектных решений.

4.2 Инженерно-геологические изыскания для строительства должны выполняться в порядке, установленном действующими нормативными правовыми актами Российской Федерации, требованиями СП 47.13330 и настоящего свода правил.

4.3 При выполнении инженерно-геологических изысканий в районах с особыми условиями (в районах развития геологических и инженерно-геологических процессов, распространения многолетнемерзлых и специфических грунтов, на континентальном шельфе, застроенных и подрабатываемых территориях и др.) дополнительно к требованиям настоящего свода правил следует учитывать требования сводов правил по выполнению инженерных изысканий в указанных районах.

4.4 Задание на выполнение инженерно-геологических изысканий (далее — задание) составляется и утверждается застройщиком, техническим заказчиком или лицом, осуществляющим подготовку проектной документации (далее — заказчик), согласовывается исполнителем.

Задание должно соответствовать требованиям СП 47.13330.2016 (пункты 4.15—4.17, подпункты 6.3.1.3, 6.3.2.3, пункты 6.4.2 и 6.4.3).

4.5 Программа инженерно-геологических изысканий (далее — программа) должна содержать сведения и данные в соответствии с СП 47.13330.2016 (пункт 6.1.9).

В программе следует устанавливать состав и объемы инженерно-геологических изысканий на основе задания заказчика, исходя из вида градостроительной деятельности, идентификационных сведений об объекте (включая уровень ответственности зданий и сооружений по [1, статья 4]), этапа выполнения инженерных изысканий, площади исследуемой территории, степени ее изученности и сложности инженерно-геологических условий (в соответствии с СП 47.13330.2016, приложение Г).

Не допускается выполнение инженерно-геологических изысканий без программы.

Программа является основным документом при выполнении инженерно-геологических изысканий, внутреннем контроле качества и приемке материалов изысканий, а также при приемке материалов изысканий заказчиком.

При выполнении на изучаемой территории различных видов инженерных изысканий программу следует согласовывать с программами других видов инженерных изысканий во избежание дублирования отдельных видов работ (отбора образцов грунта, проб воды, лабораторных исследований и т. п.).

Примечание — При выполнении отдельных видов работ в составе инженерно-геологических изысканий, а также при инженерных изысканиях под отдельные сооружения в пределах одной площадки допускается составление предписаний взамен программ инженерно-геологических изысканий. Предписание должно содержать сведения о местоположении объекта, виды, объемы и методы выполнения работ.

4.6 Средства измерений, используемые при выполнении инженерно-геологических изысканий, должны быть поверены (калиброваны); измерения следует выполнять с соблюдением аттестованных методик (методов) в соответствии с законодательством Российской Федерации [2], [4].

Организации, выполняющие инженерно-геологические изыскания для строительства, должны вести учет средств измерений, подлежащих поверке (калибровке).

4.7 При выполнении инженерно-геологических изысканий необходимо соблюдать требования нормативных документов по охране труда, пожарной безопасности и охране окружающей природной среды.

5 Состав инженерно-геологических изысканий. Общие технические требования

5.1 Настоящий раздел устанавливает общие технические требования к выполнению следующих основных видов работ и комплексных исследований, входящих в состав инженерно-геологических изысканий:

- сбор, изучение и систематизация материалов изысканий и исследований прошлых лет, оценка возможности их использования при выполнении полевых и камеральных работ;
- дешифрирование аэро- и космических материалов;
- рекогносцировочное обследование;
- проходка и опробование инженерно-геологических выработок;
- инженерно-геофизические исследования;
- полевые исследования грунтов;
- гидрогеологические исследования;
- лабораторные исследования свойств грунтов, определение физических свойств и химического состава подземных и поверхностных вод и (или) водных вытяжек из грунтов;

- инженерно-геокриологические исследования;
- изучение опасных геологических и инженерно-геологических процессов с разработкой рекомендаций для принятия проектных решений по инженерной защите территории;
- сейсмологические и сейсмотектонические исследования, сейсмическое микрорайонирование (СМР);
- инженерно-геологическая (инженерно-геокриологическая) съемка;
- разработка прогноза изменений инженерно-геологических условий;
- камеральная обработка материалов и составление технического отчета.

Необходимость выполнения отдельных видов инженерно-геологических работ и исследований, условия их комплексирования (при инженерно-геологической съемке и др.) следует устанавливать в программе с учетом вида градостроительной деятельности, сложности инженерно-геологических условий, уровня ответственности проектируемых зданий и сооружений.

В настоящем своде правил в составе инженерно-геологических изысканий рассматриваются инженерно-геотехнические изыскания, которые могут включать следующие виды работ: проходку и опробование инженерно-геологических выработок; полевые испытания грунтов; лабораторные исследования свойств грунтов; геотехнический контроль.

5.2 Работы и исследования, указанные в 5.1, также выполняют в составе специальных инженерных изысканий [4]:

- геотехнических исследований;
- обследования состояния грунтов оснований зданий и сооружений, их строительных конструкций;
- локального мониторинга компонентов окружающей среды.

5.3 Сбор, изучение и систематизацию материалов изысканий и исследований прошлых лет необходимо выполнять при инженерно-геологических изысканиях для подготовки документов территориального планирования, документации по планировке территории и выбора площадок (трасс) строительства (обоснования инвестиций), при подготовке проектной документации объектов капитального строительства, строительстве и реконструкции зданий и сооружений.

5.3.1 Сбору, изучению и систематизации подлежат:

- результаты инженерно-геологических изысканий прошлых лет, выполненных для обоснования проектирования и строительства объектов различного назначения, данные локального мониторинга (стационарных наблюдений), сведения о природных условиях территории, содержащиеся в Федеральной государственной информационной системе территориального планирования, информационных системах обеспечения градостроительной деятельности, государственных и негосударственных фондах;
- материалы государственных геолого-съемочных работ (геологические, гидрогеологические, тектонические и другие карты масштабов 1:1 000 000 — 1:200 000 и более крупных), материалы специального гидрогеологического и инженерно-геологического картирования и других региональных исследований;
- материалы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), включая аэрокосмические снимки территорий;
- комплекты нормативных карт общего сейсмического районирования (ОСР);
- результаты научно-исследовательских работ (фондовых и опубликованных), в которых обобщаются данные о природных условиях и техногенных воздействиях.

В состав материалов, подлежащих сбору, изучению и систематизации, следует включать сведения о климате, гидрографической сети района исследований, характере рельефа, геоморфологических особенностях, геологическом строении, гидрогеологических условиях, геологических и инженерно-геологических процессах, физико-механических свойствах грунтов, составе подземных вод, техногенных воздействиях и последствиях хозяйственного освоения территории. Следует также собирать другие данные, необходимые для проектирования и строительства, сведения о деформациях зданий и сооружений и результаты обследования грунтов их оснований, об опыте строительства других сооружений в районе изысканий, а также сведения о чрезвычайных ситуациях, происшедших в данном районе.

При инженерно-геологических изысканиях на застроенных (освоенных) территориях следует дополнительно собирать и сопоставлять имеющиеся топографические планы прошлых лет, в том числе составленные до начала строительства объекта, материалы по вертикальной планировке, инженерной подготовке и строительству подземных сооружений и подземной части зданий.

5.3.2 Результаты сбора, изучения и систематизации материалов используются:

- для определения геолого-структурных особенностей района, современной тектонической активности;

- изучения геологического разреза, выделения маркирующих горизонтов и слоев, необходимых для идентификации отложений при бурении и установлении реперных горизонтов при инженерно-геофизических исследованиях;
- предварительного определения участков распространения специфических грунтов (приложение А);
- предварительной оценки гидрогеологических условий;
- предварительной оценки сейсмической опасности;
- предварительной оценки возможности проявления и развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов в пределах намеченных участков строительства и в прилегающей зоне;
- выявления факторов техногенного воздействия, влияющих на изменение состояния геологической среды: наличия подземных сооружений, предприятий по добыче и переработке полезных ископаемых, действующих водозаборов; утечек из подземных коммуникаций и искусственных водоемов; активизации опасных процессов, вызванных антропогенным воздействием; индуцированной сейсмичности; подрезке и пригрузке склонов; деформациях зданий и сооружений и чрезвычайных ситуациях, происшедших в данном районе;
- оценки степени изученности инженерно-геологических условий исследуемой территории и возможности использования имеющихся материалов.

5.3.3 Возможность использования материалов изысканий прошлых лет следует устанавливать в соответствии с СП 47.13330.2016 (пункт 6.1.7) с учетом происшедших изменений инженерно-геологических условий территории и техногенных воздействий на нее.

5.3.4 На основании собранных материалов формируется представление об инженерно-геологических условиях исследуемой территории, устанавливается категория сложности этих условий, в программе планируются и обосновываются состав, объемы и методика инженерно-геологических работ.

Категорию сложности инженерно-геологических условий следует устанавливать по совокупности отдельных факторов (с учетом их влияния на принятие основных проектных решений) в соответствии с СП 47.13330.2016 (приложение Г).

5.4 Дешифрирование аэро- и космических материалов следует предусматривать при изучении и оценке инженерно-геологических условий значительных по площади (протяженности) территорий, а также при необходимости изучения динамики изменения этих условий.

5.4.1 При дешифрировании используются различные виды аэро- и космических съемок: фотографическая, телевизионная, сканерная, тепловая (инфракрасная), радиолокационная, многозональная и др. Комплексное использование различных типов съемок и их синтезирование обеспечивает возможность детализации и расширения информационной емкости изображения.

5.4.2 Дешифрирование аэро- и космических материалов должно предшествовать проведению других видов инженерно-геологических работ и выполняться:
- для уточнения границ распространения генетических типов четвертичных отложений;
- уточнения и выявления тектонических нарушений и зон повышенной трещиноватости пород;
- установления областей распространения подземных вод, их питания, транзита и разгрузки;
- установления границ проявления геологических и инженерно-геологических процессов;
- установления видов и границ ландшафтов;
- уточнения границ геоморфологических элементов.

5.4.3 Для дешифрирования отдельных участков поверхности и отслеживания динамики изменения инженерно-геологических условий территории, а также для установления последствий техногенных воздействий (преобразования рельефа, почв, растительного покрова) допускается использовать аэрофотоснимки разных лет, а также выполненные в разные сезоны года.

5.5 Рекогносцировочное обследование территории выполняется при инженерно-геологических изысканиях для всех видов градостроительной деятельности.

5.5.1 При рекогносцировочном обследовании территории (включая аэровизуальные наблюдения) выполняются:
- осмотр территории инженерно-геологических работ;
- визуальная оценка рельефа;
- описание и фотофиксация имеющихся обнажений, в том числе карьеров, строительных выработок и др.;
- описание и фотофиксация водопроявлений, водных объектов;
- описание и фотофиксация геоботанических индикаторов гидрогеологических условий;
- описание и фотофиксация внешних проявлений опасных геологических и инженерно-геологических процессов;

- опрос местного населения (с записью на диктофон или в полевой журнал) о проявлении опасных геологических и инженерно-геологических процессов, об имевших место чрезвычайных ситуациях, связанных с природными явлениями (при их наличии);

- обследование объектов, подвергшихся разрушению в результате воздействия природных (землетрясений, лавин, оползней и т. д.) и техногенных факторов; фиксация деформаций зданий, сооружений, опор линий электропередачи и связи, транспортных магистралей.

5.5.2 В составе рекогносцировочного обследования следует выполнять маршрутные наблюдения с использованием топографических планов и карт в масштабе не мельче, чем масштаб (детальность) намечаемой инженерно-геологической съемки, аэро-, космических и других материалов инженерных изысканий и исследований прошлых лет.

Маршрутные наблюдения рекомендуется выполнять в благоприятный для данной территории период года при высоте снежного покрова не более 10 см.

Маршрутные наблюдения следует осуществлять по направлениям, ориентированным перпендикулярно границам основных геоморфологических элементов и контурам геологических структур и тел, простиранию пород, тектоническим нарушениям, а также вдоль элементов эрозионной и гидрографической сети, участкам с наличием геологических и инженерно-геологических процессов и др.

Маршруты рекогносцировочного обследования должны по возможности пересекать все основные контуры, выделенные по результатам дешифрирования аэро- и космических материалов и аэрофотоснимков.

Количество маршрутов, состав и объемы работ, выполняемых при маршрутных наблюдениях, должны обеспечивать получение необходимых данных для решения поставленных задач с учетом сложности инженерно-геологических условий изучаемой территории.

При маршрутных наблюдениях следует уточнять результаты предварительного дешифрирования аэро- и космических материалов, а также проводить отбор образцов грунтов и проб воды для лабораторных исследований.

Наибольшее внимание необходимо уделять следующим неблагоприятным для строительства участкам территории:

- с наличием опасных геологических и инженерно-геологических процессов, специфических грунтов, текучих и текучепластичных глинистых грунтов, рыхлых песков;

- с наличием близкого залегания грунтовых вод, значительной расчлененностью рельефа и т. п.

При маршрутных наблюдениях на застроенной (освоенной) территории следует дополнительно выявлять факторы, которые привели к развитию заболоченности, подтопления, просадок поверхности земли и другим негативным последствиям.

По результатам маршрутных наблюдений определяются ключевые участки для проведения более детальных исследований: с проходкой инженерно-геологических выработок, выполнением инженерно-геофизических, полевых и лабораторных исследований, а также (при необходимости) локального мониторинга для составления опорных инженерно-геологических разрезов, определения характеристик состава, состояния и свойств грунтов, основных литогенетических типов, гидрогеологических параметров водоносных горизонтов и т. п.

5.5.3 В ходе рекогносцировочного обследования ведется полевой журнал, в который заносятся результаты маршрутных наблюдений.

Результаты рекогносцировочного обследования используются:

- для уточнения на местности результатов дешифрирования аэро- и космических материалов;

- выявления участков развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов;

- оценки изменений компонентов природной среды и техногенных воздействий на нее, происшедших после проведения предыдущих инженерно-геологических изысканий на данном участке (если они ранее выполнялись);

- уточнения категории сложности инженерно-геологических условий территории и объемов изысканий;

- оценки условий местности для выполнения полевых инженерно-геологических изысканий.

5.6 Проходку и опробование инженерно-геологических выработок осуществляют:

- для установления или уточнения инженерно-геологического разреза, условий залегания грунтов;

- отбора образцов грунтов нарушенной и ненарушенной структуры для лабораторного определения их состава, состояния, физических, механических характеристик и других свойств, а также проб подземных вод для определения их физических свойств и химического состава;

- определения положения уровня подземных вод (УПВ) (5.9.2);

- выявления и оконтуривания зон проявления геологических и инженерно-геологических процессов;
- проведения полевых исследований свойств грунтов в естественном залегании;
- выполнения инженерно-геофизических исследований;
- выполнения локального мониторинга компонентов геологической среды.

5.6.1 При инженерно-геологических изысканиях применяют следующие виды инженерно-геологических выработок:

- закопушки (глубиной до 0,6 м);
- расчистки (в глубь обнажения до 1,0 м);
- канавы (глубиной до 3,0 м);
- траншеи (глубиной до 6,0 м);
- шурфы и дудки (глубиной до 20 м);
- шахты (глубиной 20 м и более);
- штольни (длиной 10 м и более);
- инженерно-геологические скважины (глубина определяется программой).

Условия применения инженерно-геологических выработок указаны в приложении Б.

Способы и разновидности бурения инженерно-геологических скважин, условия их применения в зависимости от разновидности грунтов приведены в приложении В.

При инженерно-геологических изысканиях на континентальном шельфе используют скважинные или забортные установки.

5.6.2 Проходка инженерно-геологических выработок в зависимости от условий производства работ (застройка, труднодоступные места и т. п.) может выполняться механизированным способом или вручную.

Намечаемые в программе способы бурения инженерно-геологических скважин должны обеспечивать необходимую точность установления границ между слоями грунтов (отклонение не более 0,25 м), возможность изучения состава, состояния и свойств грунтов, их текстурных особенностей и трещиноватости скальных грунтов в природных условиях залегания. Указанным требованиям соответствуют колонковый и ударно-канатный способы бурения.

Применение шнекового бурения следует обосновывать в программе из-за возможных ошибок при описании разреза, невысокой точности фиксации контакта между слоями грунтов (0,50—0,75 м и более).

5.6.3 Выбор видов инженерно-геологических выработок (приложение Б), способа и разновидности бурения инженерно-геологических скважин (приложение В) следует осуществлять, исходя из целей и назначения проходки, с учетом условий залегания, вида, состава, состояния грунтов и их прочностных характеристик, наличия подземных вод и намечаемой глубины изучения геологической среды.

5.6.4 Отбор образцов грунтов из инженерно-геологических выработок и естественных обнажений, а также их упаковку, доставку в лабораторию и хранение следует выполнять в соответствии с ГОСТ 12071.

В программе обосновывается схема опробования грунтов, обеспечивающая изучение инженерно-геологического разреза с необходимой детальностью и соблюдением требований ГОСТ 20522, в зависимости от уровня ответственности и конструктивных особенностей проектируемых зданий и сооружений, свойств грунтов, характера их пространственной изменчивости. Схема опробования должна содержать количество опробуемых скважин и интервал отбора образцов грунта.

Отбор, консервацию, хранение и транспортирование проб воды для лабораторных исследований следует осуществлять в соответствии с ГОСТ 31861.

В процессе бурения также следует фиксировать возможные газопроявления. В случае их обнаружения необходимо выполнение газогеохимических исследований в составе инженерно-экологических изысканий.

5.6.5 Все пройденные инженерно-геологические выработки после окончания работ должны быть ликвидированы: шурфы, канавы, закопушки — обратной засыпкой грунтов с трамбованием; скважины (за исключением скважин, пробуренных на континентальном шельфе) — тампонажем глиной, цементно-песчаным раствором или выбуренным материалом в целях исключения загрязнения природной среды, и активизации геологических и инженерно-геологических процессов, а также соблюдения требований техники безопасности.

5.7 Инженерно-геофизические исследования в составе инженерно-геологических изысканий выполняются в сочетании с другими видами инженерно-геологических работ:

- для изучения в плане и разрезе геологических границ, обусловленных сменой литологического состава, степенью трещиноватости, анизотропией и состоянием (талым, мерзлым) грунтов;

- обнаружения и изучения в плане и разрезе локальных неоднородностей, связанных с результатами тектонической деятельности, процессами выветривания, карстообразования, оползневыми процессами, мерзлотными явлениями, техногенными воздействиями;

- выявления и изучения геологических и инженерно-геологических процессов и их изменения во времени;

- оценки состава, состояния и свойств грунтов (включая коррозионную агрессивность грунтов к стали) в массиве и их изменений;

- изучения напряженно-деформированного состояния грунтового массива и его изменений (включая зоны выветривания и разуплотнения);

- определения глубины залегания подземных вод, оценки минерализации подземных вод, глубины залегания и мощности водоупоров, картирования гидрогеологических окон, направления движения и скорости потоков подземных вод;

- СМР территории.

5.7.1 Геофизические методы подразделяются:

- по изучаемым физическим полям — электромагнитные, сейсмические и сейсмоакустические, магнитометрические, гравиметрические, ядерно-физические, газово-эманационные, термометрические;

- по технологии способа измерений — аэрокосмические, наземные, акваториальные, скважинные, подземные, лабораторные.

Краткая характеристика геофизических методов приведена в приложении Г (таблица Г.2).

5.7.2 Выбор геофизических методов, их комплексирование и объемы работ обосновываются в программе с учетом поставленных в задании задач, вида градостроительной деятельности, уровня ответственности зданий и сооружений, сроков и времени (сезона) проведения работ, сложности инженерно-геологических, природных и техногенных условий территории (трассы), ее размеров и рекомендаций, приведенных в приложениях Г (таблица Г.3) и Д.

Сочетание различных методов позволяет уменьшить неоднозначность интерпретации результатов работ и повысить их достоверность.

5.7.3 Для обеспечения достоверности и точности интерпретации результатов инженерно-геофизических исследований проводят параметрические измерения, которые выполняют одновременно с изучением геологической среды комплексом других видов работ (проходкой горных выработок, зондированием и определением характеристик грунтов полевыми и лабораторными методами). Параметрические измерения выполняют вблизи инженерно-геологических скважин; они позволяют сопоставить литологические границы и границы изменения геофизических параметров района исследований, а также установить корреляционные связи между геофизическими и физико-механическими характеристиками грунтов.

5.8 Полевые исследования грунтов следует проводить при изучении массивов грунтов:

- для расчленения инженерно-геологического разреза, оконтуривания линз и прослоев текучих и текучепластичных глинистых грунтов, рыхлых песков, специфических грунтов;

- определения физических, деформационных и прочностных свойств грунтов в условиях естественного залегания, а также температуры грунтов в районах распространения многолетнемерзлых грунтов.

5.8.1 Полевые исследования грунтов выполняют следующими методами:

- динамическим зондированием;

- статическим зондированием;

- статическими нагрузками штампом (в шурфах, в скважинах, при необходимости, в шахтах, штольнях и котлованах);

- плоским дилатометром;

- прессиометром (радиальным, лопастным, с секторным приложением нагрузки);

- вращательным срезом;

- срезом целиков грунта в шурфах и крупногабаритных монолитах (в том числе испытания скальных целиков на сдвиг по массиву и по трещинам в массиве в подземных выработках и траншеях);

- испытаниями сваями (натурными, эталонными, сваями-зондами).

Условия применения данных методов и задачи, решаемые при их использовании, приведены в приложении Е.

Полевые исследования грунтов выполняют в соответствии с ГОСТ 30672.

Выбор методов полевых исследований грунтов следует осуществлять в зависимости от решаемых задач, состава, строения и состояния изучаемых грунтов, категории сложности и степени изученности

инженерно-геологических условий, глубины заложения и типов проектируемых фундаментов, уровня ответственности зданий и сооружений и с учетом приложения Е.

Полевые исследования грунтов рекомендуется сочетать с другими методами определения свойств грунтов (лабораторными, геофизическими) для выявления взаимосвязи между характеристиками грунтов, определяемыми различными методами, и оценки их достоверности.

5.8.2 Статическое и динамическое зондирование дисперсных природных, техногенных и мерзлых грунтов выполняют в соответствии с ГОСТ 19912. Определение физических и механических характеристик грунтов по результатам статического и динамического зондирования допускается проводить с использованием региональных корреляционных зависимостей (таблиц), связывающих параметры, полученные при зондировании определенных видов грунтов, с характеристиками этих грунтов, полученными прямыми методами или в соответствии с приложением Ж. Допускается использовать только те региональные корреляционные зависимости (таблицы), которые включены в нормативные документы и региональные нормы.

Для ориентировочной оценки разжижения песков применяют динамическое зондирование (таблица Ж.7).

5.8.3 Характеристики грунтов для расчета несущей способности свай определяются испытаниями грунтов статическим зондированием и сваями (натурными, эталонными, сваями-зондами в соответствии с ГОСТ 5686).

5.8.4 Для определения прочностных характеристик грунтов в массиве, сложенном крупнообломочными грунтами, песками и глинистыми грунтами, используют срез целиков грунта (срез крупногабаритных монолитов) в соответствии с ГОСТ 20276.

Прочностные характеристики крупнообломочных грунтов также допускается определять расчетом в соответствии с 7.1.16.3.

Прочностные характеристики органо-минеральных и глинистых грунтов текучепластичной и текучей консистенции определяют методом вращательного среза в соответствии с ГОСТ 20276.

5.8.5 Основными методами получения деформационных показателей в массиве грунта являются испытания штампом, прессиометром, а также, в сочетании с ними, статическим зондированием.

Результаты полевых исследований грунтов, полученные косвенными методами, уточняются результатами, полученными прямыми методами (штампом, срезом целиков грунта в шурфах). Уточнение проводят посредством применения переходных коэффициентов от характеристик, полученных косвенными методами, к характеристикам, полученным прямыми методами.

5.8.6 При соответствующем обосновании в программе допускается применять и другие, не указанные в приложении Е полевые методы исследований [опытное замачивание грунтов в котлованах, измерение напряженного состояния грунта в массиве, динамическое зондирование грунтов пробоотборником (метод SPT), буровое зондирование и др.].

5.9 Гидрогеологические исследования в составе инженерно-геологических изысканий выполняют для обоснования проектных решений, требующих учета влияния подземных вод.

В задачи гидрогеологических исследований входят:

- определение условий залегания, питания и разгрузки подземных вод, взаимосвязи поверхностных и подземных вод;
- определение гидрогеологических параметров и характеристик;
- определение физических свойств, химического состава и агрессивности подземных вод;
- оценка изменения гидрогеологических условий в период строительства и эксплуатации сооружений.

5.9.1 В составе гидрогеологических исследований в зависимости от решаемых задач могут выполняться следующие виды работ:

- сбор, анализ и обобщение фондовых материалов, в том числе данных режимных наблюдений за подземными водами;
- рекогносцировочное обследование;
- бурение гидрогеологических скважин;
- наблюдения за режимом подземных вод;
- опытно-фильтрационные работы (при выполнении изысканий, включающих гидрогеологические расчеты в соответствии с 5.9.10);
- построение карт гидроизогипс (гидроизопьез) и глубин залегания грунтовых вод;
- специальные гидрогеологические исследования (при необходимости);
- гидрогеологические расчеты (при необходимости);

- прогноз изменения гидрогеологических условий и разработка рекомендаций по учету подземных вод для принятия конструктивных решений и разработки защитных мероприятий (дренажа, экранов, завес и т. д.).

5.9.2 В процессе бурения инженерно-геологических и гидрогеологических скважин для каждого встреченного водоносного горизонта (пласта) следует выполнять:

- измерение глубины появления воды;
- определение установившегося уровня воды;
- отбор проб воды для определения физических свойств и химического состава (после прокачки скважин).

5.9.3 Гидрогеологические скважины оборудуются фильтром. В скальных породах допускается выполнять гидрогеологические работы без установки фильтра в опытном интервале.

При бурении гидрогеологической скважины в интервале установки фильтра или открытого ствола применение растворов и реагентов, приводящих к неустранимой кольматации, не допускается.

5.9.4 В процессе бурения гидрогеологических скважин определение установившегося уровня воды следует осуществлять с остановкой бурения, прокачкой и наблюдением за восстановлением уровня до полной его стабилизации.

В песчаных грунтах и трещиноватых породах определение установившегося уровня допускается производить в инженерно-геологических скважинах через забой, после желонирования и восстановления длительностью до 1—2 ч.

В глинистых грунтах отдельные инженерно-геологические скважины могут быть оборудованы фильтрами на время наблюдений за установлением уровня.

5.9.5 Изучение режима изменения уровней, температуры и состава подземных вод проводят в гидрогеологических скважинах, колодцах, на каптированных источниках. Режимные наблюдения могут быть длительными с использованием стационарной сети и временными в период изысканий.

5.9.6 Опытно-фильтрационные работы включают:

- откачки из скважин, наливы и нагнетания воды в скважины, шурфы (в соответствии с ГОСТ 23278);
- режимные наблюдения за УПВ;
- расходометрию, резистивиметрию скважин.

Виды и продолжительность откачек (наливов) воды из скважин указаны в приложении И.

5.9.6.1 Изучение фильтрационных свойств (в исследованиях, не связанных с прогнозом нестационарной фильтрации) следует проводить методом кустовой опытной откачки (налива) с минимум тремя наблюдательными скважинами (малый куст) и длительностью не менее 3 сут. В качестве дополнительного вида исследований допускается применять одиночные откачки (наливы) длительностью 8 ч.

В условиях неоднородного строения пласта, перетекания, при безнапорном характере фильтрации обязательным методом определения гидрогеологических параметров является опытная кустовая откачка (налив) с минимум пятью наблюдательными скважинами.

Наблюдательные скважины опытных кустов следует размещать внутри и, по возможности, за пределами участка размещения сооружения.

Выбор дебита, продолжительности наблюдений, конструкции и размещения наблюдательных скважин обосновываются в программе.

5.9.6.2 Для каждого водоносного горизонта следует выполнять не менее двух опытных кустовых откачек (наливов) при линейных размерах участка строительства более 100 м. При меньших размерах участка оборудуют один куст с проведением двух откачек (наливов) из разных скважин.

В дополнение к кустовому опробованию неоднородных горизонтов допускается проводить одиночные откачки (наливы).

5.9.6.3 Для определения проницаемости однородных песчаных отложений зоны аэрации следует применять наливы в шурфы при глубине залегания грунтовых вод более 2 м от дна шурфа и отсутствии в этой зоне глинистых прослоев.

Проницаемость и гравитационная емкость песчаных отложений, залегающих на водоупорном слое в зоне аэрации, могут быть определены длительным кустовым наливом в совершенную скважину большого диаметра с двумя наблюдательными скважинами.

5.9.6.4 Оценку фильтрационной неоднородности горных пород следует проводить поинтервальными одиночными откачками (наливами), нагнетаниями; одиночными откачками (наливами) через забой скважины (предварительно очищенный); геофизическими методами (расходометрией, резистивиметрией скважин и др.); кустовыми откачками (наливами) с ярусным расположением наблюдательных скважин.

5.9.7 Карты гидроизогипс (гидроизопьез) и карты глубин залегания подземных вод составляются на основе определения установившихся УПВ при бурении инженерно-геологических и гидрогеологических скважин, с использованием результатов инженерных изысканий прошлых лет и иных фондовых материалов. Возможность использования материалов изысканий прошлых лет и иных имеющихся фондовых материалов следует устанавливать с учетом происшедших изменений гидрогеологических условий территории.

Карты составляются для территории, включающей и превышающей по площади участок строительства, с использованием данных изысканий и фондовых материалов. Локальные сгущения и деформации изолиний на карте гидроизогипс (гидроизопьез), а также изменения уклонов свободной (пьезометрической) поверхности на разрезах должны сопровождаться пояснением их причин.

При масштабе карт 1:10 000 и крупнее на них следует наносить контуры существующих и проектируемых зданий и сооружений.

При выполнении инженерно-геологических изысканий для проектирования линейных объектов, при отсутствии данного требования в задании, допускается не составлять карты гидроизогипс (гидроизопьез) и глубин залегания подземных вод.

5.9.8 Специальные гидрогеологические исследования могут выполняться для проектирования сооружений повышенного (особо опасных, технически сложных и уникальных объектов) и нормального уровней ответственности в сложных гидрогеологических условиях и включают в себя:

- изучение массопереноса, влагопереноса;
- изучение влияния подземных вод на устойчивость сооружений и склонов, осадочные деформации при водопонижении, консолидации и т. д.;
- изучение гидродинамики карстово-суффозионных процессов;
- изучение баланса, режима подземных вод, связи поверхностных и подземных вод;
- математическое гидрогеологическое моделирование.

Выбор методов определения гидрогеологических параметров и характеристик водоносных горизонтов при инженерно-геологических изысканиях осуществляется в соответствии с приложением К.

5.9.9 Определение коэффициента фильтрации грунтов допускается выполнять лабораторными методами в соответствии с ГОСТ 25584 при указании данного требования в задании.

5.9.10 Гидрогеологические расчеты следует выполнять при проектировании:

- сооружений, строительство которых по предварительным оценкам может привести к изменению УПВ, превышающему амплитуду естественных колебаний;
- гидротехнических сооружений;
- объектов использования атомной энергии (ОИАЭ);
- хранилищ отходов;
- эксплуатационного дренажа;
- строительного водопонижения;
- противофильтрационных экранов;
- мелиоративных систем;
- объектов капитального строительства на обводненных оползневых склонах (или в зоне воздействия оползневых процессов);
- сооружений, строительство которых может повлечь возобновление суффозионных и карстово-суффозионных деформаций;
- сооружений, вскрывающих подземной частью грунтовые воды на 2/3 мощности потока и более.

Программное обеспечение гидрогеологических и гидрогеомеханических расчетов определяется соответствием задаче исследования. Отчетная документация по результатам расчетов должна содержать описание математической модели и алгоритма программы.

5.9.11 Прогнозная оценка изменения гидрогеологических условий под воздействием строительства, влияния подземных вод на условия строительства, сооружения и геологические процессы осуществляется методами, выбор которых зависит от задач изысканий, сложности природных условий и уровня ответственности сооружения.

5.9.12 Заключение о подтоплении территории составляется на основе топографической карты, карты гидроизогипс, карты глубин залегания грунтовых вод и результатов прогнозных гидрогеологических расчетов; для линейных сооружений — на основе топографической карты и инженерно-геологических разрезов.

5.10 Лабораторные исследования свойств грунтов следует выполнять:

- для определения классификационных характеристик грунтов в соответствии с ГОСТ 25100—2011 (пункт 4.1);

- выявления степени однородности (выдержанности) грунтов по площади и глубине;
- определения нормативных и расчетных значений физических и механических характеристик слоев грунтов (ИГЭ, РГЭ) в соответствии с ГОСТ 20522;
- прогноза изменения состояния и свойств грунтов в процессе строительства и эксплуатации объектов.

Лабораторные исследования свойств грунтов следует выполнять в соответствии с ГОСТ 30416.

5.10.1 Виды лабораторных определений состава, характеристик физических и механических свойств грунтов при инженерно-геологических изысканиях приведены в приложении Л.

Выбор вида и состава лабораторных определений характеристик физических и механических свойств грунтов следует проводить с учетом вида грунта, этапа изысканий, вида и назначения проектируемых зданий и сооружений, проектных нагрузок на грунтовое основание, методов расчета оснований зданий и сооружений, а также прогнозируемых изменений инженерно-геологических условий территории (площадки, трассы) в результате ее освоения.

5.10.2 При соответствующем обосновании в программе допускается выполнять виды исследований, не указанные в приложении Л, но используемые в практике инженерно-геологических изысканий для оценки и прогнозирования поведения грунтов в конкретных природных условиях и с учетом техногенных воздействий на них (например, определение механических свойств грунтов при динамических воздействиях, характеристик ползучести глинистых грунтов, параметров суффозионной устойчивости, тиксотропии, типа и характера структурных связей).

5.10.3 Лабораторные исследования химического состава подземных вод и водных вытяжек из глинистых грунтов выполняют:

- для определения разновидности подземных вод по физическим свойствам и химическому составу;
- оценки влияния подземных вод на развитие геологических и инженерно-геологических процессов (карст, химическая суффозия и др.);
- оценки степени засоленности грунтов;
- оценки степени агрессивного воздействия подземных вод и грунтов на материалы конструкций, находящихся в зоне взаимодействия с подземными водами.

5.10.4 Для определения физических свойств и химического состава воды рекомендуется выполнять стандартный анализ, включающий в себя определение компонентов, указанных в приложении М.

Полный или специальный химический анализ воды следует предусматривать при необходимости получения более полной гидрохимической характеристики водоносного горизонта. Состав показателей при полном химическом анализе воды следует устанавливать в соответствии с приложением М. Состав показателей при специальном химическом анализе воды определяется заданием.

5.10.5 По данным о химическом составе подземных вод и грунтов выполняют оценку степени их агрессивного воздействия на конструкции из бетона и арматуру железобетонных конструкций согласно СП 28.13330.2017 (приложение В). При этом рекомендуется учитывать сезонное изменение химического состава подземных вод и, как следствие, изменение их агрессивности (выщелачивающая агрессивность подземных вод обычно возрастает в паводковый период, а сульфатная агрессивность — зимой).

Коррозионную агрессивность грунтов к поверхности подземных (в том числе подводных с заглублением в дно) стальных сооружений определяют в соответствии с ГОСТ 9.602.

5.11 Инженерно-геокриологические исследования выполняют в составе инженерно-геологических изысканий в районах распространения многолетнемерзлых грунтов для получения материалов и данных, указанных в СП 47.13330.2016 (подпункт 6.3.3.1), в том числе: о характере распространения, особенностях формирования, условиях залегания многолетнемерзлых грунтов, криогенной текстуре и разновидностях грунтов по льдистости, засоленности, пучинистости и др., о физических, механических, теплофизических, химических свойствах многолетнемерзлых и оттаивающих грунтов (сезонномерзлых и сезонноталых); о криогенных процессах и образованиях; об условиях залегания, обильности и химическом составе подземных вод (надмерзлотных, межмерзлотных, подмерзлотных); об изменениях геокриологических условий под влиянием природных факторов и техногенных воздействий; об опыте строительства и эксплуатации зданий и сооружений в этих районах.

Инженерно-геологические изыскания на территориях распространения многолетнемерзлых грунтов следует выполнять с учетом дополнительных требований к видам работ и комплексных исследований, указанных в 5.1, в соответствии с нормативными документами, определяющими правила производства работ в районах распространения многолетнемерзлых грунтов.

При выполнении геокриологических исследований особое внимание необходимо уделять наиболее неблагоприятным для освоения участкам территории с активным проявлением криогенных процессов

(морозное пучение грунтов, термоэрозия, термоабразия, солифлюкция, термокарст, наледеобразование, курумообразование, морозобойное растрескивание), развитием сильнольдистых грунтов, повторно-жильных и пластовых льдов.

5.12 Изучение опасных геологических и инженерно-геологических процессов выполняется при обосновании схем территориального планирования, разработке проекта планировки территории, выборе площадки (трассы) строительства (обоснования инвестиций), архитектурно-строительном проектировании, строительстве, эксплуатации и реконструкции объектов капитального строительства, зданий, сооружений, а также при разработке схем (проектов) инженерной защиты.

К опасным экзогенным геологическим и инженерно-геологическим процессам относятся склоновые процессы (оползни, обвалы, осыпи, сели), карст и связанная с ним суффозия, абразия берегов морей и водохранилищ, подтопление, криогенные процессы.

К опасным эндогенным геологическим процессам относятся сейсмичность, современные тектонические движения (в том числе по разломам), вулканизм.

Оценку категории опасности основных геологических и инженерно-геологических процессов и явлений рекомендуется выполнять в соответствии с СП 115.13330.2016 (таблица 5.1).

Инженерно-геологические изыскания на территории, подверженной распространению и развитию опасных геологических и инженерно-геологических процессов, должны обеспечивать:

- оценку возможности воздействия на намечаемые объекты строительства опасных геологических и инженерно-геологических процессов;
- составление карты территории строительства с выделением границ участков развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов;
- оценку степени пораженности территории опасных геологических и инженерно-геологических процессов;
- характеристику условий формирования и развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов;
- разработку качественного и количественного прогноза развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов во времени и пространстве в естественных условиях и в процессе строительства и эксплуатации проектируемых объектов;
- разработку рекомендаций по проведению мониторинга в процессе строительства и эксплуатации зданий и сооружений за развитием опасных геологических и инженерно-геологических процессов.

Изучение опасных геологических и инженерно-геологических процессов, составление прогноза их развития и активизации, разработка рекомендаций для принятия решений по инженерной защите территории от опасных процессов выполняются в соответствии с нормативными документами, определяющими правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов.

В результате изучения опасных геологических и инженерно-геологических процессов должны быть получены необходимые материалы и данные в соответствии с СП 47.13330.2016 (подпункты 6.3.3.8—6.3.3.12).

5.13 Сейсмологические и сейсмотектонические исследования выполняются в сейсмических районах (с сейсмичностью 6 баллов и более в соответствии с действующим комплектом нормативных карт ОСР — А, В или С в зависимости от периода повторяемости сейсмических воздействий) в соответствии с нормативными документами, определяющими правила производства работ в этих районах для сооружений различных вида и назначения.

Сейсмическое микрорайонирование (СМР) выполняется в сейсмических районах с сейсмичностью 7 баллов и более в соответствии с действующим комплектом нормативных карт ОСР — А, В, С (или D — для ОИАЭ) в зависимости от периода повторяемости сейсмических воздействий.

Сейсмическое микрорайонирование выполняют также при нормативной сейсмичности 6 баллов, если площадка сложена грунтами категории III или IV по сейсмическим свойствам в соответствии с СП 14.13330.2018 (таблица 4.1).

При выполнении инженерно-геологических изысканий в сейсмических районах необходимо учитывать возможность проявления вторичных эффектов, связанных с сейсмичностью, таких как активизация склоновых процессов, разжижение грунтов и др.

В результате выполнения сейсмологических и сейсмотектонических исследований должны быть получены необходимые материалы и данные в соответствии с СП 47.13330.2016 (подпункт 6.3.3.14).

5.14 Инженерно-геологическую (инженерно-геокриологическую) съемку, включающую комплекс различных видов работ и исследований, перечисленных в 5.1, следует предусматривать для изучения

и картирования современного состояния инженерно-геологических условий территории (района, площадки, трассы), намечаемой для градостроительной деятельности при выполнении инженерно-геологических изысканий для подготовки документации по планировке территории, выбора площадок (трасс) строительства, архитектурно-строительного проектирования (на первом этапе изысканий).

Детальность (масштаб) инженерно-геологической (инженерно-геокриологической) съемки, глубину исследований, виды и объемы работ и исследований в составе съемки обосновываются в программе в зависимости от вида градостроительной деятельности, сложности инженерно-геологических условий территории, их изученности, уровня ответственности проектируемых зданий и сооружений и их размеров с учетом требований СП 47.13330.2016 (приложение Б).

В ходе инженерно-геологической (инженерно-геокриологической) съемки должны быть получены сведения и данные: о рельефе; геологическом строении грунтового массива, включая сейсмотектонические особенности в сейсмических районах; геоморфологических и гидрогеологических условиях территории; составе, состоянии и свойствах грунтов; геологических и инженерно-геологических процессах.

Результатом инженерно-геологической (инженерно-геокриологической) съемки являются карты инженерно-геологического районирования и инженерно-геологических условий [общие и (или) специальные], на которых должны быть показаны инженерно-геологические факторы, учитываемые при территориальном планировании, планировке территории, выборе площадок (трасс) строительства (обосновании инвестиций), проектировании, строительстве зданий и сооружений.

Карты составляются в масштабе, соответствующем масштабу (детальности) съемки или в более мелком масштабе, если это требуется в задании или обосновано в программе. При масштабе 1:10 000 и крупнее на картах должны быть указаны местоположения существующих и проектируемых зданий и сооружений.

Карту инженерно-геологического районирования составляют на основе выделения на исследуемой территории таксономических единиц, сходных или различающихся по одному показателю инженерно-геологических условий или по совокупности нескольких таких показателей. Карта инженерно-геологического районирования может быть составлена как на основе общего районирования, так и на основе частного (специального) районирования.

Карта на основе общего инженерно-геологического районирования составляется по иерархическому принципу с выделением регионов (по структурно-тектоническим признакам), областей внутри регионов (по геоморфологическим признакам), районов внутри областей (по типу геологических условий), участков и зон внутри районов (по одному из характерных для данной территории факторов).

Карта инженерно-геологического районирования на основе частного (специального) районирования строится по типологическому принципу, с выделением территорий, характеризующихся определенным типом инженерно-геологических условий для решения определенных проектных задач.

К карте инженерно-геологического районирования должна быть приложена таблица с описанием характеристик выделенных таксономических единиц.

На общих картах инженерно-геологических условий должны быть отражены следующие факторы, определяющие сложность инженерно-геологических условий территории:

- геоморфологические (рельеф, его характер, формы, генезис);
- геологические (генезис, возраст, условия залегания, состав, строение и физико-механические свойства грунтов, в том числе специфических и многолетнемерзлых, их распространение);
- гидрогеологические (наличие, распространение, характер и химический состав подземных вод);
- геодинамические (распространение опасных эндогенных геологических процессов, тектонических разломов, в первую очередь активных разломов и вулканов);
- инженерно-геологические (распространение экзогенных геологических и инженерно-геологических процессов, многолетнемерзлых и специфических грунтов) и техногенные.

Карты сопровождаются разрезами, таблицами, текстовыми пояснениями.

На специальных картах инженерно-геологических условий отображаются какие-либо отдельные факторы и характеристики [например, карта оползней, карта закарстованности территории, карта кровли коренных пород, гидрогеологические карты, карты детального сейсмического районирования (при проведении региональных работ) и СМР и т. п.].

При составлении инженерно-геологических карт следует применять условные обозначения в соответствии с ГОСТ 21.302.

5.15 Прогноз изменений инженерно-геологических условий исследуемой территории в соответствии с [1, часть 1, статья 15, глава 3] разрабатывается для всех видов градостроительной деятельности.

При инженерно-геологических изысканиях для подготовки документов территориального планирования, документации по планировке территории и выбора площадок (трасс) строительства (обоснования инвестиций) на первом этапе изысканий при подготовке проектной документации, как правило, составляется качественный прогноз.

Качественный прогноз составляется с использованием методов природных (геологических) аналогий: сравнительно-геологическим методом (прогноз изменения уже известного комплекса инженерно-геологических условий в результате планируемого техногенного воздействия на территорию) и методом инженерно-геологических аналогий (сравнительный анализ с однотипной по инженерно-геологическим условиям территорией, на которой уже ведется аналогичная техногенная деятельность).

На втором этапе изысканий при подготовке проектной документации объектов капитального строительства, строительстве и реконструкции зданий и сооружений составляется количественный прогноз.

Количественный прогноз составляется в соответствии с существующими методиками и рекомендациями с использованием, при необходимости, методов физического и математического моделирования.

Прогноз возможных изменений инженерно-геологических условий необходимо приводить в техническом отчете по результатам инженерно-геологических изысканий наряду с оценкой современного состояния этих условий в соответствии с требованиями 6.2.3, 6.3.16, 7.1.18, 7.2.23.

5.16 Камеральную обработку полученных материалов необходимо осуществлять в процессе производства полевых работ и после их завершения и выполнения лабораторных исследований.

В процессе производства полевых работ выполняют предварительную камеральную обработку материалов, после завершения полевых работ и выполнения лабораторных исследований — окончательную камеральную обработку материалов.

Предварительную камеральную обработку материалов необходимо проводить для обеспечения контроля за полнотой и качеством инженерно-геологических работ и своевременной корректировки программы (при необходимости) в зависимости от полученных промежуточных результатов.

В процессе предварительной обработки материалов изысканий осуществляются:

- систематизация записей маршрутных наблюдений;
- просмотр и проверка описаний инженерно-геологических выработок, разрезов естественных и искусственных обнажений;
- составление графиков обработки полевых исследований грунтов, каталогов и ведомостей инженерно-геологических выработок, образцов грунтов и проб воды для лабораторных исследований;
- увязка между собой результатов отдельных видов инженерно-геологических работ (инженерно-геофизических, проходки инженерно-геологических выработок, полевых испытаний и полевых лабораторных исследований грунтов и др.);
- составление колонок (описаний) инженерно-геологических выработок, предварительных инженерно-геологических разрезов, карт фактического материала, предварительных инженерно-геологических карт и пояснительных записок к ним.

На карте фактического материала изучаемой территории (площадки, трассы) должны быть отражены:

- рекогносцировочные маршруты и точки наблюдений;
- инженерно-геологические выработки и гидрогеологические скважины с указанием их нумерации (в том числе по имеющимся фондовым/архивным материалам), отметки устья, глубины бурения;
- точки полевых испытаний грунтов и геофизических исследований;
- линии инженерно-геологических разрезов и геофизических профилей с указанием их номеров;
- границы предполагаемого размещения проектируемых и существующих зданий и сооружений (на втором этапе изысканий для разработки проектной документации наносят контуры зданий и сооружений в соответствии с генеральным планом).

При окончательной камеральной обработке проводят:

- уточнение и доработку предварительных материалов (по результатам полевых работ и лабораторных исследований);
- оформление текстовых и графических приложений (с учетом требований заказчика к предоставлению материалов в цифровом виде);
- составление текста технического отчета по результатам инженерно-геологических изысканий, содержащего все необходимые сведения и данные об инженерно-геологических условиях территории, прогнозе их возможных изменений в период строительства и эксплуатации зданий и сооружений, а также рекомендации для принятия проектных решений в соответствии с требованиями СП 47.13330.2016 (пункт 6.1.10).

При графическом оформлении инженерно-геологических карт, разрезов, колонок инженерно-геологических выработок условные обозначения элементов геоморфологии, гидрогеологии, тектоники, залегания слоев грунтов, а также обозначения видов грунтов и их литологических особенностей следует принимать в соответствии с ГОСТ 21.302.

5.17 Общие правила производства отдельных видов инженерно-геологических работ и исследований в составе специальных инженерных изысканий (5.2) приведены в приложении Н.

6 Инженерно-геологические изыскания для подготовки документов территориального планирования, документации по планировке территории и выбора площадок (трасс) строительства (обоснования инвестиций)

6.1 Инженерно-геологические изыскания для подготовки документов территориального планирования, документации по планировке территории и выбора площадок (трасс) строительства (обоснования инвестиций) должны обеспечивать получение сведений об инженерно-геологических условиях территории, необходимых и достаточных для принятия решений о функциональном назначении территорий, в целях обеспечения их устойчивого развития, сохранения окружающей среды, создания условий для привлечения инвестиций, выделения элементов планировочной структуры, установления границ земельных участков и зон планируемого размещения объектов федерального, регионального, муниципального значения, защиты территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и составления прогноза изменения инженерно-геологических условий.

6.2 Инженерно-геологические изыскания для подготовки документов территориального планирования выполняют в целях получения материалов и данных об инженерно-геологических условиях территории, необходимых для установления функциональных зон, определения планируемого размещения объектов капитального строительства, разработки предварительных схем инженерной защиты от опасных геологических и инженерно-геологических процессов.

6.2.1 В составе инженерно-геологических изысканий для подготовки документов территориального планирования выполняют:

- сбор, изучение и систематизацию материалов изысканий и исследований прошлых лет, оценку возможности их использования при выполнении полевых и камеральных работ;
- дешифрирование аэро- и космических материалов;
- рекогносцировочное обследование при недостаточности собранных материалов изысканий прошлых лет, аэро- и космических материалов и других данных для подготовки документов территориального планирования;
- анализ сейсмичности и сейсмотектонических условий [сбор и анализ сведений о сейсмичности (каталогов и описаний землетрясений) и о сейсмотектонических условиях территории].

На недостаточно изученной территории в составе инженерно-геологических изысканий может быть выполнена инженерно-геологическая съемка. Число точек наблюдений на 1 км^2 (включая инженерно-геологические выработки) определяется сложностью инженерно-геологических условий и составляет 0,5—1,1 для масштаба 1:200 000, 1—2,2 для масштаба 1:100 000 и 2,3—5,3 для масштаба 1:50 000.

6.2.2 Материалы инженерно-геологических изысканий для подготовки документов территориального планирования должны содержать достаточные сведения для составления карт инженерно-геологического районирования территории и карт территорий, подверженных риску возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Масштабы карт устанавливаются заданием или в соответствии с СП 47.13330.2016 (приложение Б).

6.2.3 Прогноз изменений инженерно-геологических условий для подготовки документов территориального планирования осуществляется, как правило, в форме качественного прогноза.

Прогноз следует осуществлять на основе обобщения материалов инженерных изысканий прошлых лет, дешифрирования аэро- и космических материалов с учетом результатов рекогносцировочного обследования (при его выполнении).

Прогноз изменений инженерно-геологических условий должен содержать оценку возможных изменений инженерно-геологических условий под влиянием факторов природного и техногенного воздействия.

Особое внимание при разработке прогноза изменений инженерно-геологических условий следует уделять оценке возможности возникновения и развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов, а также изменениям состава, состояния и свойств грунтов.

6.2.4 Состав и содержание технического отчета по результатам выполненных инженерно-геологических изысканий для подготовки документов территориального планирования должны соответствовать требованиям СП 47.13330.2016 (пункт 4.39, подпункт 6.2.1.2).

6.3 Инженерно-геологические изыскания для подготовки документации по планировке территории должны обеспечивать:

- получение материалов об инженерно-геологических условиях территории, необходимых для установления границ зон планируемого размещения объектов капитального строительства, установления границ земельных участков;
- разработку прогноза изменения инженерно-геологических условий при хозяйственном освоении территории в целях обеспечения ее рационального и безопасного использования;
- получение материалов, необходимых для обоснования инженерной подготовки, инженерной защиты и благоустройства территории.

6.3.1 В составе инженерно-геологических изысканий для подготовки документации по планировке территории строительства могут выполняться:

- сбор, изучение и систематизация материалов изысканий и исследований прошлых лет, оценка возможности их использования при выполнении полевых и камеральных работ;
- дешифрирование аэро- и космических материалов;
- анализ сейсмичности и сейсмотектонических условий [сбор и анализ сведений о сейсмичности (каталогов и описаний землетрясений) и о сейсмотектонических условиях территории];
- рекогносцировочное обследование;
- инженерно-геологическая съемка.

В составе специальных инженерных изысканий может выполняться локальный мониторинг компонентов геологической среды (приложение Н.3), если это предусмотрено заданием.

6.3.2 В соответствии с [5] в составе инженерно-геологических изысканий могут выполняться следующие работы:

- поиск и обследование существующих объектов культурного наследия и археологические исследования;
- поиск, обнаружение и определение мест воинских захоронений;
- поиск и обследование территории на наличие взрывоопасных предметов в местах боевых действий и на территориях бывших воинских формирований.

Указанные работы выполняются юридическими (физическими) лицами, имеющими в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации право на выполнение данных работ.

Организация и выполнение данных видов работ ведется в соответствии с СП 438.1325800.2019 (приложение А).

6.3.3 Сбор и обработку материалов изысканий и исследований прошлых лет необходимо выполнять в соответствии с 5.3.

6.3.4 Дешифрирование аэро- и космических материалов рекомендуется осуществлять в три этапа:

- предварительное дешифрирование в предполевой период;
- дешифрирование в полевых условиях;
- окончательное дешифрирование в период камеральной обработки материалов и составления технического отчета.

6.3.5 Рекогносцировочное обследование и (или) инженерно-геологическую съемку следует выполнять при недостаточности собранных материалов изысканий прошлых лет, аэро- и космических материалов и других данных для обоснования документации по планировке территории.

6.3.6 Рекогносцировочное обследование выполняют в соответствии с 5.5 на территории размещения площадки строительства и (или) трасс линейных сооружений.

По трассам линейных сооружений намечаются ключевые участки с характерными инженерно-геологическими условиями, в том числе участки распространения специфических грунтов, опасных геологических и инженерно-геологических процессов, участки переходов трасс линейных сооружений через естественные и искусственные препятствия.

6.3.7 Инженерно-геологическую съемку площадок для планируемого размещения объектов капитального строительства следует выполнять в масштабах, указанных в задании, или в соответствии с требованиями СП 47.13330.2016 (приложение Б). Увеличение масштаба съемки при сложных инженерно-геологических условиях или уменьшение масштаба съемки при простых инженерно-геологических условиях с учетом характера проектируемых объектов допускается по согласованию с заказчиком при обосновании в программе.

6.3.8 Границы инженерно-геологической съемки необходимо определять в соответствии с границами предполагаемого размещения проектируемого объекта с учетом положения геоморфологических элементов и гидрографической сети, развития геологических и инженерно-геологических процессов и сферы взаимодействия объекта с геологической средой.

По трассам линейных сооружений инженерно-геологическую съемку, как правило, выполняют на ключевых участках, намеченных при рекогносцировочном обследовании территории.

6.3.9 В составе инженерно-геологической съемки выполняют следующие работы и комплексные исследования:

- проходка инженерно-геологических выработок с их опробованием;
- инженерно-геофизические исследования;
- гидрогеологические исследования;
- лабораторные исследования свойств грунтов и химический анализ подземных вод;
- геокриологические (инженерно-геокриологические) исследования;
- изучение опасных геологических и инженерно-геологических процессов с разработкой рекомендаций по инженерной защите территории;
- полевые исследования грунтов (выполняются при необходимости, обоснованной в программе).

6.3.10 Количество точек наблюдений (в том числе инженерно-геологических выработок) на площадках в пределах границ съемки следует определять по таблице 6.1 в зависимости от масштаба съемки и категории сложности инженерно-геологических условий, определяемой в соответствии с СП 47.13330.2016 (приложение Г), предусматривая сокращение числа выработок за счет наличия обнажений горных пород.

Таблица 6.1 — Количество точек наблюдений при инженерно-геологической съемке в зависимости от ее масштаба и категории сложности инженерно-геологических условий

Категория сложности инженерно-геологических условий	Количество точек наблюдений на 1 км^2 инженерно-геологической съемки (в числителе), в том числе инженерно-геологических выработок (в знаменателе)			
	Масштаб инженерно-геологической съемки			
	1:25 000	1:10 000	1:5 000	1:2 000
I	6/2,4	25/9	50/25	200/100
II	9/3	30/11	70/35	350/175
III	12/4	40/16	100/50	500/250
Примечание — Требования не распространяются на инженерно-геологические изыскания, выполняемые в пределах континентального шельфа.				

Часть инженерно-геологических выработок допускается заменять геофизическими наблюдениями при соответствующем обосновании в программе (но не более 25 %).

Количество инженерно-геологических выработок следует определять с учетом ранее пройденных выработок, по которым сохраняется актуальность на время проведения съемки в соответствии с СП 47.13330.2016 (пункт 6.1.7).

На территории, где ранее пройдено достаточное количество выработок (не менее указанного в таблице 6.1) следует дополнительно проходить контрольные выработки (не менее 5 % ранее пройденных выработок) для подтверждения инженерно-геологического разреза.

Выработки и точки наблюдений должны сгущаться на участках со сложными инженерно-геологическими условиями и в местах сочленений различных геоморфологических элементов и типов ландшафтов.

Глубина проходки инженерно-геологических выработок при инженерно-геологической съемке должна обеспечивать изучение инженерно-геологического разреза и оценку гидрогеологических условий в пределах предполагаемой сферы взаимодействия проектируемых объектов с геологической средой в соответствии с 7.1.9.

6.3.11 Точки наблюдений, в том числе инженерно-геологические выработки, на ключевых участках трасс линейных сооружений следует размещать вдоль оси трасс и по поперечникам.

На участках со сложными инженерно-геологическими условиями, в том числе с развитием геологических и инженерно-геологических процессов, распространением специфических грунтов, необходимо располагать поперечники из трех—пяти выработок и увеличивать ширину полосы инженерно-геологической съемки.

Расстояния между инженерно-геологическими скважинами по трассе следует устанавливать в зависимости от ее назначения (вида), протяженности и сложности инженерно-геологических условий в пределах от 500 до 1000 м, а глубину скважин — в соответствии с предварительными техническими характеристиками проектируемых сооружений по таблице 7.2.

На участках переходов трасс через естественные и искусственные препятствия следует проходить от одной до трех инженерно-геологических скважин глубиной от 5 до 10 м.

6.3.12 Инженерно-геофизические исследования выполняются для решения следующих задач:

- уточнение геологического строения между горными выработками (в том числе определения положения кровли коренных пород, мощности четвертичных отложений и коры выветривания);
- расчленение разреза скальных и дисперсных грунтов на слои разных литологического состава и состояния;
- обнаружение и оконтуривание зон повышенной трещиноватости, тектонических нарушений, геодинамических зон и активных разрывных структур;
- предварительная оценка гидрогеологических условий;
- изучение геокриологических условий (выявления зон распространения сильнольдистых грунтов и таликов);
- определение границ опасных геологических и инженерно-геологических процессов.

Число профилей и точек геофизических наблюдений определяется масштабом инженерно-геологической съемки (таблица 6.1) с учетом рекомендаций приложения Д. На выделенных аномальных участках сеть наблюдений сгущается.

Для предварительной оценки физико-механических характеристик грунтов могут быть использованы корреляционные зависимости для грунтов-аналогов, приведенные в таблице Г.4.

6.3.13 Полевые исследования грунтов выполняются: для оценки физико-механических свойств грунтов в массиве; установления характера пространственной изменчивости свойств грунтов; выявления, уточнения и прослеживания границ литологических тел (пластов, прослоев, линз) и других целей.

Необходимость выполнения полевых исследований грунтов, их методы и объемы следует устанавливать в программе с учетом сложности инженерно-геологических условий исследуемой территории. На данном этапе изысканий рекомендуется применение зондирования (приложение Ж).

6.3.14 Гидрогеологические исследования выполняются в соответствии с 5.9 для изучения условий залегания водоносных горизонтов, оценки глубин залегания грунтовых вод и верховодки, изучения химического состава подземных вод.

Изучение условий залегания водоносных горизонтов, оценку глубин залегания грунтовых вод и верховодки, изучение химического состава подземных вод выполняют с использованием результатов сбора и анализа фондовых материалов, рекогносцировочного обследования территории, бурения инженерно-геологических скважин, выполнения геофизических и лабораторных исследований.

Из каждого водоносного горизонта на глубину проходки инженерно-геологических скважин следует отбирать не менее трех проб воды на химический анализ.

Гидрогеологические параметры водоносного горизонта характеризуются по объектам-аналогам, справочным, фондовым и опубликованным материалам.

6.3.15 Лабораторные определения показателей свойств грунтов следует выполнять для классификации грунтов каждого выделенного слоя в соответствии с ГОСТ 25100, оценки их состава и физических характеристик согласно ГОСТ 5180.

Число определений физических характеристик грунтов должно быть достаточным для получения статистически обеспеченных характеристик выделенных слоев в соответствии с требованиями ГОСТ 20522.

Виды лабораторных определений свойств грунтов при инженерно-геологических изысканиях устанавливают в соответствии с приложением Л.

Для объектов капитального строительства нормального и пониженного уровней ответственности, а также для линейных сооружений (независимо от уровня ответственности) оценку прочностных и деформационных свойств грунтов допускается осуществлять по региональным таблицам, используя физические характеристики грунтов (если они имеются и согласованы в установленном порядке), или в соответствии с требованиями СП 22.13330.2016 (приложение А).

Характеристику состава и состояния крупнообломочных и скальных грунтов следует приводить по результатам их визуального описания (петрографический состав, размер обломков, их процентное содержание, состав и состояние заполнителя, трещиноватость, степень выветрелости и др.), с использованием справочных табличных данных, а также результатов инженерно-геофизических исследований.

При оценке свойств грунтов допускается использовать метод инженерно-геологических аналогий (в качестве вспомогательного).

При определении химического состава подземных вод выполняют стандартный химический анализ. Состав показателей при стандартном химическом анализе воды следует устанавливать в соответствии с приложением М.

6.3.16 Прогноз изменений инженерно-геологических условий при изысканиях для подготовки документации по планировке территории следует осуществлять (уточнять) в соответствии с 6.2.3 на основе обобщения материалов изысканий прошлых лет, аэро- и космических материалов и данных инженерно-геологического (инженерно-геокриологического) картирования исследуемой территории с учетом результатов рекогносцировочного обследования.

6.3.17 Состав и содержание технического отчета по результатам инженерно-геологических изысканий для подготовки документации по планировке территории должны соответствовать требованиям СП 47.13330.2016 (подпункт 6.2.2.3). В заключении технического отчета должны быть сформулированы рекомендации и предложения по выполнению последующих инженерно-геологических изысканий.

6.4 Инженерно-геологические изыскания для подготовки документации по выбору площадок (трасс) строительства (обоснования инвестиций) должны обеспечивать получение материалов об инженерно-геологических условиях конкурентных вариантов размещения площадок (трасс линейных сооружений):

- для определения базовой стоимости строительства;
- принятия принципиальных объемно-планировочных и конструктивных решений, а также решений по инженерной защите зданий и сооружений;
- составления ситуационного плана (схемы) с размещением объектов капитального строительства и трасс линейных сооружений (включая места присоединения к существующим инженерным сетям и коммуникациям);
- составления генерального плана объекта с определением площади отводимого земельного участка и оценки воздействия объекта строительства на геологическую среду.

6.4.1 В составе инженерно-геологических изысканий для выбора вариантов площадок (трасс) строительства на участках каждого варианта размещения объекта выполняют работы и комплексные исследования в соответствии с требованиями 6.3, анализируют инженерно-геологические условия конкурентных вариантов размещения площадок (трасс), обосновывают выбор оптимального по инженерно-геологическим условиям варианта размещения площадки строительства и (или) трассы линейного сооружения.

6.4.2 Состав и содержание технического отчета по результатам инженерно-геологических изысканий для подготовки документации по выбору площадок (трасс) строительства должны соответствовать требованиям СП 47.13330.2016 (пункт 6.2.3).

7 Инженерно-геологические изыскания для архитектурно-строительного проектирования при подготовке проектной документации объектов капитального строительства

Инженерно-геологические изыскания для подготовки проектной документации объектов капитального строительства в соответствии с СП 47.13330.2016 (подраздел 6.3) выполняют в один или два этапа.

Инженерно-геологические изыскания для подготовки проектной документации объектов капитального строительства выполняют в два этапа в следующих случаях:

- при недостаточной изученности инженерно-геологических условий территории и факторов техногенного воздействия;
- отсутствии материалов и данных для принятия проектных решений по окончательному выбору местоположения зданий и сооружений (переходов трассы через естественные и искусственные препятствия), выбору типов фундаментов;
- отсутствии материалов и данных для принятия проектных решений по инженерной защите объектов капитального строительства.

Инженерно-геологические изыскания выполняют в один этап, если территория хорошо изучена в инженерно-геологическом отношении, материалов и данных достаточно для определения окончательного местоположения проектируемого объекта, окончательного выбора типа и глубины фундаментов, а также для принятия проектных решений по инженерной защите.

В этом случае инженерно-геологические изыскания следует выполнять в соответствии с требованиями 7.2.

7.1 Инженерно-геологические изыскания для подготовки проектной документации — первый этап

7.1.1 На первом этапе инженерно-геологических изысканий для подготовки проектной документации выполняют комплексное изучение инженерно-геологических условий выбранной площадки (участка, трассы) и составляют прогноз их изменений в период строительства и эксплуатации с детальностью, достаточной для обоснования компоновки зданий и сооружений, конструктивных и объемно-планировочных решений, предварительного выбора типов фундаментов, составления генерального плана проектируемого объекта, предварительной разработки мероприятий по инженерной защите, охране геологической среды и созданию безопасных условий жизни населения.

7.1.2 В составе инженерно-геологических изысканий на первом этапе выполняют:

- сбор, изучение и систематизацию материалов изысканий и исследований прошлых лет, оценку возможности их использования при выполнении полевых и камеральных работ (в соответствии с требованиями 5.3);
- дешифрирование аэро- и космических материалов (в соответствии с требованиями 5.4);
- рекогносцировочное обследование (в соответствии с требованиями 5.5);
- уточнение исходной сейсмичности (УИС) и СМР для сейсмических районов в соответствии с требованиями СП 47.13330.2016 (подпункт 6.3.3.14);
- инженерно-геологическую (инженерно-геокриологическую) съемку (в соответствии с требованиями 5.14).

В составе специальных инженерных изысканий может выполняться локальный мониторинг компонентов геологической среды (см. Н.3), если это предусмотрено заданием.

7.1.3 При изучении инженерно-геологических условий территории выбранной площадки (трассы) строительства состав и объемы работ должны быть достаточными для выделения в плане и по глубине ИГЭ (в соответствии с требованиями ГОСТ 20522) с определением для них лабораторными и полевыми исследованиями прочностных и деформационных характеристик грунтов, их нормативных и расчетных значений. Комплекс ИГЭ используют при создании инженерно-геологической модели грунтового массива.

7.1.4 Инженерно-геологическую съемку исследуемой территории площадки выполняют в масштабах, как правило, 1:5 000 — 1:2 000 (таблица 7.1), притрассовой полосы линейных сооружений — в масштабах 1:10 000 — 1:2 000. Ширина притрассовой полосы определяется требованиями 7.1.11.

При проектировании особо опасных, технически сложных и уникальных объектов в сложных инженерно-геологических условиях допускается выполнение съемки в масштабе 1:1 000 — 1:500 при соответствующем обосновании в программе.

Выбор масштаба инженерно-геологической съемки следует осуществлять в зависимости от размера исследуемой территории, сложности инженерно-геологических условий, вида и назначения проектируемых зданий и сооружений.

7.1.5 Границы инженерно-геологической съемки устанавливают, как правило, в зависимости от положения основных геоморфологических элементов, геологического строения и гидрогеологических особенностей исследуемой территории (естественных и искусственных гидродинамических границ), с учетом необходимости выявления и изучения на сопредельной территории комплекса природных факторов и техногенных воздействий, обусловливающих развитие опасных геологических и инженерно-геологических процессов на территории проектируемого объекта.

7.1.6 В составе инженерно-геологической съемки выполняют следующие работы и комплексные исследования:

- проходку инженерно-геологических выработок с их опробованием;
- инженерно-геофизические исследования;
- полевые исследования грунтов;
- гидрогеологические исследования;
- лабораторные исследования физико-механических свойств грунтов и химический анализ подземных вод.

7.1.7 Количество инженерно-геологических выработок при выполнении инженерно-геологической съемки (в том числе инженерно-геологических скважин) следует устанавливать в программе в зависимости от принятого масштаба съемки и категории сложности инженерно-геологических условий в соответствии с таблицей 7.1, с учетом ранее пройденных выработок, данные по которым сохраняют актуальность на время проведения инженерно-геологической съемки в соответствии с СП 47.13330.2016 (пункт 6.1.7).

Таблица 7.1 — Количество инженерно-геологических выработок при инженерно-геологической съемке в зависимости от ее масштаба и категории сложности инженерно-геологических условий

Категория сложности инженерно-геологических условий	Количество инженерно-геологических выработок на 1 км^2 инженерно-геологической съемки (в числителе) и расстояние между ними (в знаменателе)			
	Масштаб инженерно-геологической съемки			
	1:5 000	1:2 000	1:1 000	1:500
I	25/200	100/100	300/60	—
II	35/170	175/75	575/45	—
III	50/150	250/65	750/35	1600/25

Примечания

1 До 1/3 инженерно-геологических выработок допускается заменять точками статического (динамического) зондирования.

2 Инженерно-геологическую съемку в масштабе 1:500 выполняют в сложных инженерно-геологических условиях при обосновании в программе.

7.1.8 Размещение инженерно-геологических выработок в пределах территории съемки следует осуществлять в местах, выбранных в процессе маршрутных наблюдений при рекогносцировочном обследовании (в соответствии с 5.5.2), предусматривая наибольшее число выработок на участках сочленения отдельных геоморфологических элементов и проявления опасных геологических и инженерно-геологических процессов.

7.1.9 Глубину инженерно-геологических выработок следует устанавливать, исходя из предполагаемой сферы взаимодействия намечаемых объектов капитального строительства с геологической средой с учетом вида и назначения проектируемых зданий и сооружений.

Глубина выработок должна быть не менее чем на 2 м больше суммы предполагаемой глубины фундамента и минимальной глубины сжимаемой толщи. Минимальную глубину сжимаемой толщи следует принимать в соответствии с СП 22.13330.2016 (пункт 5.6.41). При бурении инженерно-геологических скважин для обоснования компоновки зданий и сооружений с различной шириной фундамента глубина скважин по всей площадке должна соответствовать максимально установленной.

При отсутствии данных для определения минимальной глубины сжимаемой толщи глубина выработок на данном этапе изысканий должна быть не менее 10 м (для площадных объектов).

Выбор способа и разновидности бурения инженерно-геологических скважин следует устанавливать в соответствии с 5.6.

7.1.10 На участках распространения специфических грунтов до 30 % инженерно-геологических выработок необходимо проходить на полную мощность специфических грунтов или до глубины, где их наличие не будет оказывать влияния на устойчивость проектируемых зданий и сооружений (в соответствии с 7.2.6).

При инженерно-геологических изысканиях на участках развития геологических и инженерно-геологических процессов выработки следует проходить на 3—5 м ниже зоны активного развития процесса.

Если в пределах предполагаемой глубины скважины залегают скальные грунты, то их необходимо проходить на 1—2 м ниже кровли слаботрещиноватых (слабовыветрелых) грунтов. Оценку степени трещиноватости скальных грунтов в процессе бурения и проходки горных выработок рекомендуется выполнять в соответствии с приложением П.

7.1.11 Ширину притрассовой полосы линейного сооружения, среднее расстояние между инженерно-геологическими скважинами и их глубину следует принимать в соответствии с таблицей 7.2.

7.1.12 На слабо изученных территориях для выявления общих закономерностей геологического строения и гидрогеологических условий исследуемой территории следует предусматривать проходку опорных инженерно-геологических скважин глубиной, превышающей глубину, указанную в 7.1.9. Глубина опорных скважин обосновывается в программе.

Местоположение и количество опорных скважин следует устанавливать в процессе маршрутных наблюдений, но не менее одной в пределах каждого основного геоморфологического элемента исследуемой территории.

Таблица 7.2 — Ширина притрассовой полосы линейного сооружения, среднее расстояние между инженерно-геологическими скважинами и их глубина

Вид линейного сооружения	Ширина полосы трассы, м	Среднее расстояние между инженерно-геологическими скважинами по трассе, м	Глубина инженерно-геологической выработки (от поверхности земли), м	
Железная дорога	200—500	250—500	До 5	Но не менее чем на 2 м ниже нормативной глубины промерзания грунта с учетом предполагаемого положения проектных отметок
Автомобильная дорога	200—500	350—500	3—5	
Магистральный трубопровод	100—500	300—500	На 1—2 м ниже предполагаемой глубины заложения трубопровода	
Эстакада для наземных коммуникаций	100	100—200	3—7	
Воздушная линия связи и электропередачи напряжением, кВ:				
- до 35	100—300	1000—3000	3—5	
- свыше 35	100—300	500—1000	5—7	
Кабельная линия связи и электропередачи	50—100	300—500	На 2 м ниже предполагаемой глубины заложения трубопровода (шпунта, острия свай, колодца, камеры)	Но не менее чем на 1—2 м ниже нормативной глубины промерзания грунта
Водопровод, канализация, теплосеть и газопровод	100—200	100—300		
Подземный коллектор — водосточный и коммуникационный	100—200	100—200	На 2 м ниже предполагаемой глубины заложения коллектора (шпунта, острия свай)	

Примечания

1 На участках распространения специфических грунтов, развития опасных геологических процессов, переходов через естественные и искусственные препятствия следует уменьшать расстояние между выработками (с учетом 7.1.8) и увеличивать их глубину (с учетом 7.1.10), а также, при необходимости, предусматривать отдельные поперечники из трех—пяти выработок.

2 При проектировании воздушных линий электропередачи или других сооружений на свайных фундаментах глубину выработок следует принимать с учетом 7.2.15.

3 При положении в одном коридоре нескольких трасс линейных сооружений число и глубину выработок следует устанавливать в программе, исходя из максимальных глубин и минимальных расстояний между выработками для соответствующих видов линейных сооружений.

4 Ширину притрассовой полосы (если не указана в задании) определяют в зависимости от сложности инженерно-геологических условий территории: Бо́льшие значения ширины притрассовой полосы следует применять в сложных инженерно-геологических условиях.

Ширина притрассовой полосы в условиях городской застройки может быть уменьшена при соответствующем обосновании в программе.

7.1.13 Инженерно-геофизические исследования для подготовки проектной документации на первом этапе инженерно-геологических изысканий следует выполнять в соответствии с 5.7 для выявления и прослеживания неоднородности строения массива грунтов в пределах исследуемой территории, оценки свойств грунтов, структурно-динамического картирования с выделением устойчивых блоков пород (при проведении УИС), определения сейсмических и сейсмоакустических свойств грунтов (при выполнении СМР территории и решения других задач). Значения характеристик свойств грунтов следует обязательно уточнять прямыми лабораторными и полевыми методами.

Указанные задачи решаются с применением как отдельных геофизических методов, так и комплекса геофизических методов в соответствии с таблицей Г.3.

7.1.13.1 При выполнении исследований на площадках сеть геофизических профилей и точек наблюдений назначают в соответствии с масштабом инженерно-геологической съемки (таблица 7.1) и приложением Д. Число геофизических профилей и точек наблюдений необходимо устанавливать с учетом результатов выполненных ранее работ и их актуальности.

7.1.13.2 При выполнении инженерно-геофизических исследований в полосе трассы линейного сооружения ширину притрассовой полосы следует принимать в соответствии с таблицей 7.2. Исследования следует выполнять по оси трассы и поперечникам — профилям, перпендикулярным к оси трассы. Длина поперечников должна быть не менее ширины притрассовой полосы. Расположение точек наблюдений по оси трассы и на поперечниках устанавливают в соответствии с таблицей 7.2 и приложением Д.

На первом этапе инженерно-геологических изысканий в составе инженерно-геофизических исследований выполняют непрерывное электромагнитное и сейсмоакустическое профилирование и зондирование. При профилировании шаг наблюдений не должен превышать длину приемной линии (от 2 до 10 м). При зондировании по профилю шаг наблюдений может изменяться, увеличиваясь в пределах однородных участков до первой сотни метров и уменьшаясь в зонах контактов и локальных неоднородностей до первых метров. При зондировании отдельных элементов (неоднородностей) расстояния между точками не должны превышать 1/3 линейных размеров этих элементов.

7.1.13.3 По трассам металлических трубопроводов различного назначения в целях проектирования защитных сооружений следует выполнять электроразведочные работы для определения блуждающих токов и оценки коррозионной агрессивности грунта в соответствии с ГОСТ 9.602. Измерения блуждающих токов по трассе выполняют шагом не менее одной точки на 1 км. Электроразведочные работы для оценки коррозионной агрессивности грунта выполняют шагом 50—100 м на глубинах заложения трубы (в ее верхней и нижней частях).

7.1.13.4 На участках развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов и явлений исследования необходимо выполнять по профилям или по сети параллельных профилей, располагающихся вдоль оси тела опасного геологического процесса. Число профилей определяется линейными размерами участка развития процесса. Профили следует располагать по всему участку, а также за его пределами.

При выполнении комплекса исследований на участках оползневых процессов (профили располагаются вдоль тела оползня) и зон тектонических нарушений (профили располагаются перпендикулярно возможному простиранию) используют комплекс сейсмических и электроразведочных исследований с шагом между точками от 2 до 10 м в зависимости от размера тел.

7.1.13.5 При решении специальных задач возможно выполнение микромагнитной и гравиметрической съемок.

7.1.13.6 В пределах каждого геоморфологического элемента исследуемой территории следует выполнять не менее одного параметрического измерения.

7.1.14 Полевые исследования грунтов следует выполнять в соответствии с требованиями 5.8.

7.1.14.1 Для расчленения толщи грунтов в массиве на отдельные слои, оценки пространственной изменчивости свойств грунтов, предварительной оценки их прочностных и деформационных характеристик, а также для оконтуривания участков распространения глинистых грунтов с показателем текучести выше 0,75 д. е., рыхлых песков, специфических грунтов, уточнения рельефа поверхности скальных грунтов, определения степени уплотнения и упрочнения насыпных и намывных грунтов и их изменения во времени, водонасыщенных грунтов применяют статическое и динамическое зондирование (приложение Ж).

7.1.14.2 Для определений плотности сложения песчаных грунтов, их прочностных и деформационных характеристик также применяют статическое и динамическое зондирование в соответствии с 5.8.2.

7.1.14.3 Для определения прочностных и деформационных характеристик грунтового массива в случаях, когда в сфере взаимодействия сооружений с геологической средой залегают неоднородные, тонкослоистые, текучие глинистые, водонасыщенные песчаные, искусственные, крупнообломочные и другие грунты, из которых затруднен отбор монолитов при проектировании зданий и сооружений повышенного и нормального уровней ответственности, чувствительных к неравномерным осадкам, выполняют и другие полевые методы, указанные в приложении Е. В этом случае, как правило, выполняют испытания штампом, срезом целиков, вращательным срезом.

7.1.14.4 Для прочностных и деформационных характеристик грунтового массива при проектировании сооружений на свайных фундаментах или в случае, когда тип фундамента не определен, выполняют статическое зондирование. Точки зондирования (не менее шести), как правило, размещают вблизи инженерно-геологических выработок на всей площади, по сетке со стороной не более 100 м.

Для линейных сооружений на свайных фундаментах статическое зондирование должно быть выполнено у каждой скважины.

7.1.14.5 Для определения прочностных и деформационных характеристик грунтового массива при проектировании линейных сооружений в траншеях с обратной засыпкой допускается полевые методы не использовать.

7.1.14.6 Для определения гранулометрического состава крупнообломочных грунтов и гравелистых песков в полевых условиях осуществляются грохочение и рассев проб по фракциям.

Определение природной влажности и плотности таких грунтов выполняют в соответствии с ГОСТ 33028, ГОСТ 28514, а также способами обмера и взвешивания (в частности, мерной лунки, мерного куба и др.).

Прочностные характеристики крупнообломочных грунтов определяют в соответствии с 5.8.4.

7.1.14.7 Для классификации крупнообломочных грунтов рекомендуется также выполнять петрографическую разборку грунтов по фракциям гравия и гальки (после рассева) и определять процентное содержание различных петрографических разновидностей.

7.1.14.8 В сейсмических районах (при нормативной сейсмичности 6 и более баллов по действующей карте ОСР, указанной в задании) на данном этапе изысканий определяют возможность разжижения водонасыщенных песков с использованием динамического зондирования.

7.1.15 Гидрогеологические исследования следует выполнять для изучения условий залегания, строения и мощности водоносных горизонтов, химического состава подземных вод, агрессивности их к материалам подземных коммуникаций и фундаментов, а также для качественной оценки возможного воздействия подземных вод на проектируемые здания и сооружения, разработки предварительных рекомендаций по предотвращению этих воздействий.

Каждый водоносный горизонт на глубину проходки скважин должен быть охарактеризован не менее чем тремя стандартными химическими анализами проб воды.

Для оценки подтопления составляют карту глубин залегания грунтовых вод.

По трассам линейных сооружений на инженерно-геологических разрезах должны быть показаны: поверхность грунтовых вод, уровни появления и установления воды в скважинах.

По данным, полученным в процессе выполнения гидрогеологических исследований, для сооружений, указанных в 5.9.10, составляют карту гидроизогипс.

7.1.16 Лабораторные исследования образцов грунтов и определение химического состава подземных вод и водных вытяжек из грунтов следует осуществлять в соответствии с требованиями 5.10.

7.1.16.1 Виды лабораторных исследований и количество определений характеристик свойств грунтов следует устанавливать в программе в зависимости от требуемой точности определения свойств, степени неоднородности грунтов и уровня ответственности проектируемого объекта (с учетом результатов ранее выполненных инженерно-геологических изысканий в данном районе). Количество определений характеристик свойств грунтов должно быть достаточным для обоснования выделения ИГЭ в соответствии с ГОСТ 20522.

7.1.16.2 Определение прочностных и деформационных характеристик дисперсных грунтов в лабораторных условиях следует проводить методами компрессионного сжатия, одноплоскостного среза и трехосного сжатия (ГОСТ 12248).

Результаты, полученные методом трехосного сжатия, используют для корректировки результатов испытаний, полученных методами компрессионного сжатия для сооружений нормального уровня ответственности.

7.1.16.3 Допускается определять нормативные значения прочностных и деформационных характеристик грунтов в соответствии с СП 22.13330.2016 (приложение А) в зависимости от их физических характеристик для опор воздушных линий электропередачи (до 35 кВ), кабельных линий связи и электропередачи подземной прокладки, сооружений пониженного уровня ответственности, а также для сооружений нормального уровня ответственности, приведенных в СП 22.13330.2016 (таблица 5.11).

Прочностные свойства крупнообломочных грунтов допускается определять расчетом по специальным методикам на основании лабораторных определений физических свойств [8].

7.1.16.4 По образцам грунтов, отобранных из опорных скважин, определяется комплекс характеристик грунтов, включая прочностные и деформационные характеристики.

7.1.16.5 При наличии специфических (набухающих и просадочных), а также скальных грунтов выполняют определение их минерального и (или) петрографического состава.

7.1.16.6 Химический состав отобранных из водоносных горизонтов проб воды (не менее трех из одного водоносного горизонта) и водных вытяжек из грунтов (не менее трех для каждого ИГЭ, залегающего

выше УПВ) оценивается по результатам стандартного химического анализа, а при обосновании в программе — полного химического анализа (приложение М).

Каждый вид агрессивности воды (среды) должен быть подтвержден не менее чем тремя анализами химического состава воды и водных вытяжек из грунтов, отобранных выше УПВ.

7.1.17 При определении нормативных и расчетных значений показателей прочностных и деформационных свойств грунтов выделенных ИГЭ, необходимо использовать результаты ранее выполненных полевых и лабораторных исследований, с учетом срока давности, отвечающих требованиям СП 47.13330.2016 (пункт 6.1.7), в пределах границ площадки (участка) изысканий и в прилегающей зоне.

Ширину прилегающей зоны следует принимать равной среднему расстоянию между выработками соответствующего масштаба инженерно-геологической съемки с учетом категории сложности инженерно-геологических условий и расположения объекта в пределах геоморфологических элементов. При обосновании в программе допускается увеличивать прилегающую зону в пределах одного геоморфологического элемента.

Результаты инженерно-геологических изысканий, выполненных за пределами прилегающей зоны, следует использовать при составлении прогноза изменений свойств грунтов и установлении их изменений на освоенных (застроенных) территориях.

7.1.18 Прогноз изменений инженерно-геологических условий на первом этапе выполнения инженерно-геологических изысканий для подготовки проектной документации следует осуществлять в виде качественного прогноза.

Если качественный прогноз разрабатывался на предшествующих этапах градостроительной деятельности, то на первом этапе выполнения инженерно-геологических изысканий:

- уточняют прогноз изменений инженерно-геологических условий исследуемой территории (состава, состояния и свойств грунтов, рельефа, подземных вод, геологических и инженерно-геологических процессов) в период строительства и эксплуатации зданий и сооружений;
- устанавливают количественные показатели, используемые при оценке категории опасности геологических и инженерно-геологических процессов с учетом требований СП 115.13330 и СП 116.13330.

7.1.19 Состав и содержание технического отчета по результатам выполненных инженерно-геологических изысканий для подготовки проектной документации объектов капитального строительства на первом этапе должны соответствовать требованиям СП 47.13330.2016 (подпункт 6.3.1.5).

7.2 Инженерно-геологические изыскания для подготовки проектной документации — второй этап

7.2.1 Инженерно-геологические изыскания для подготовки проектной документации объектов капитального строительства на втором этапе выполняют для уточнения инженерно-геологических условий конкретных участков строительства проектируемых зданий и сооружений, прогноза их изменений в период строительства и эксплуатации с детальностью, необходимой и достаточной для разработки окончательных объемно-планировочных решений, расчетов оснований, фундаментов и конструкций проектируемых зданий и сооружений, разработки проекта организации строительства, детализации проектных решений по инженерной защите, рациональному природопользованию и обоснованию методов производства земляных работ.

7.2.2 Инженерно-геологические изыскания следует выполнять на участках размещения зданий и сооружений в соответствии с генеральным планом.

Для проектирования линейных сооружений изыскания выполняют на участках:

- где предполагается возведение искусственных сооружений, выемок, насыпей и др.;
- переходов через водотоки;
- пересечений с транспортными и инженерными коммуникациями;
- с развитием опасных геологических и инженерно-геологических процессов или распространением слабоустойчивых грунтов.

Состав и объемы инженерно-геологических работ следует устанавливать в программе с учетом вида (назначения) зданий и сооружений (трасс), уровня их ответственности, сложности инженерно-геологических условий, наличия данных ранее выполненных изысканий, а также с учетом работ и исследований, необходимых для выполнения количественного прогноза.

Состав и объемы инженерно-геологических работ следует устанавливать с учетом необходимости обеспечения окончательного выделения ИГЭ [и (или) РГЭ], установления для них нормативных и расчетных показателей на основе определений лабораторными и (или) полевыми методами физических, прочностных, деформационных, фильтрационных и других характеристик свойств грунтов, определения гидрогеологических параметров водоносных горизонтов, количественных характеристик динамики

геологических и инженерно-геологических процессов и получения других данных для расчетов оснований, фундаментов и конструкций зданий и сооружений, обоснования их инженерной защиты, а также для решения отдельных вопросов, возникших при разработке и согласовании генерального плана объекта.

7.2.3 В составе инженерно-геологических изысканий на втором этапе, как правило, выполняют:

- сбор, изучение и систематизация материалов изысканий и исследований прошлых лет, оценка возможности их использования при выполнении полевых и камеральных работ в соответствии с 5.3;
- рекогносцировочное обследование в соответствии с 5.5;
- УИС и СМР для сейсмических районов в соответствии с требованиями СП 47.13330.2016 (подпункт 6.3.3.14), если это не выполнялось на первом этапе изысканий;
- проходка инженерно-геологических выработок с их опробованием;
- инженерно-геофизические исследования;
- полевые исследования грунтов;
- гидрогеологические исследования;
- лабораторные исследования физико-механических свойств грунтов и химический анализ подземных вод и водных вытяжек из грунтов.

При проектировании особо опасных, технически сложных и уникальных объектов в сложных инженерно-геологических условиях в составе инженерно-геологических изысканий, как правило, выполняют геотехнические исследования (Н.1) и локальный мониторинг компонентов геологической среды (Н.3).

7.2.4 Инженерно-геологические скважины следует располагать по контурам и (или) осям проектируемых зданий и сооружений в местах резкого изменения нагрузок на фундаменты и глубины их заложения, на границах геоморфологических элементов.

Для изучения инженерно-геологических условий в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой при наличии опасных геологических и инженерно-геологических процессов, при необходимости, следует располагать дополнительные скважины за пределами контуров проектируемых зданий и сооружений, в том числе и на прилегающей территории.

7.2.5 Расстояния между инженерно-геологическими скважинами следует устанавливать в соответствии с таблицей 7.3, с учетом ранее пройденных скважин, возможность использования данных по которым устанавливают в соответствии с таблицей 6.1 СП 47.13330.2016, в зависимости от сложности инженерно-геологических условий и уровня ответственности проектируемых зданий и сооружений.

Таблица 7.3 — Расстояния между инженерно-геологическими скважинами

Категория сложности инженерно-геологических условий	Расстояния между инженерно-геологическими скважинами, м, для зданий и сооружений уровней ответственности	
	повышенного	нормального
I (простая)	75—50	100—75
II (средняя)	40—30	50—40
III (сложная)	25—20	30—25
Примечание — Бóльшие значения расстояний следует применять для зданий и сооружений, малочувствительных к неравномерным осадкам, меньшие — для чувствительных к неравномерным осадкам, с учетом регионального опыта и требований проектирования.		

При наличии в основании зданий и сооружений грунтов, характеризующихся неоднородными составом и состоянием, изменчивой мощностью, а также опасных геологических процессов и иных факторов, влияющих на устойчивость проектируемых объектов, расстояния между скважинами допускается принимать менее 20 м, а также проходить их под отдельные опоры фундаментов при соответствующем обосновании в программе.

Общее количество инженерно-геологических скважин в пределах контура здания и сооружения нормального уровня ответственности должно быть не менее трех, включая скважины, пройденные ранее, а для зданий и сооружений повышенного уровня ответственности — не менее четырех-пяти (в зависимости от вида и назначения сооружений).

При выполнении инженерно-геологических изысканий для проектирования объектов капитального строительства нормального и повышенного уровней ответственности, ширина и длина которых не превышает 12 м, допускается проходить одну скважину на участках с инженерно-геологическими условиями простой (I) и средней (II) категорий сложности и две скважины — на участках сложной (III) категории.

При расположении группы зданий и сооружений нормального уровня ответственности, строительство которых предполагается по проектной документации повторного использования, на участках с инженерно-геологическими условиями категорий сложности I (простой) и II (средней) допускается ограничиваться пятью скважинами, располагаемыми по углам и в центре участка (если расстояния между скважинами не выходят за пределы максимально допустимых согласно таблице 7.3), а в пределах контура каждого здания и сооружения инженерно-геологические скважины допускается не предусматривать.

7.2.6 Глубина инженерно-геологических скважин для зданий и сооружений, проектируемых на естественном основании, должна быть не менее чем на 2 м более суммы предполагаемой глубины фундамента и глубины сжимаемой толщи. Глубина сжимаемой толщи в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой рассчитывается в соответствии с СП 22.13330.2016 (пункт 5.6.41) и указывается заказчиком (лицом, осуществляющим подготовку проектной документации) в задании.

7.2.7 Если в пределах предполагаемой глубины скважины залегают скальные грунты, то горные выработки необходимо проходить с учетом требований 7.1.10 или на 1—2 м ниже подошвы фундамента при его заложении в скальный грунт.

7.2.8 При наличии в сфере взаимодействия зданий и сооружений специфических грунтов и опасных инженерно-геологических процессов глубину скважин определяют с учетом требований 7.1.10, но не менее указанной в 7.2.6.

7.2.9 Глубину инженерно-геологических скважин при плитном типе фундамента следует устанавливать в соответствии с требованиями 7.2.6. Расстояние между выработками определяется требованиями 7.2.5, но должно быть не более 50 м, а число скважин под один фундамент — не менее трех.

7.2.10 При инженерно-геологических изысканиях для проектирования подземных частей сооружений повышенного и нормального уровней ответственности в котлованах глубиной более 5 м с ограждающими конструкциями инженерно-геологические скважины размещают по периметру котлована с шагом не менее 20 м. При отсутствии фактической возможности размещения скважин указанным образом бурение скважин выполняют по сетке не более 20×20 м. Число скважин должно зависеть от категории сложности инженерно-геологических условий и составлять не менее пяти.

Глубина инженерно-геологических скважин должна быть на 5 м ниже полуторной глубины заложения подошвы ограждающей конструкции, но не менее 10 м от подошвы ограждающей конструкции. На указанную глубину должно быть пройдено не менее 30 % скважин, но не менее трех.

Для подземных частей сооружений в котлованах без ограждающих конструкций глубина инженерно-геологических скважин должна быть на 5 м ниже полуторной глубины котлована.

7.2.11 Глубину инженерно-геологических скважин для свайных фундаментов в дисперсных грунтах следует принимать в соответствии с требованиями СП 24.13330.2011 (пункт 5.5), ниже проектируемой глубины заложения нижнего конца свай на глубину сжимаемой толщи, но не менее чем на 5 м.

При нагрузке на куст висячих свай свыше 3 МН, а также при свайном поле под всем сооружением глубину 50 % скважин в дисперсных грунтах следует устанавливать ниже проектируемой глубины погружения нижнего конца свай не менее чем на 10 м.

При свайных полях размерами более 10×10 м и применении плитно-свайных фундаментов глубина 50 % скважин должна превышать предполагаемое заглубление свай не менее чем на глубину сжимаемой толщи, не менее половины ширины свайного поля или плиты, но не менее чем на 15 м.

Глубину инженерно-геологических скважин при опирании или заглублении свай в скальные грунты следует принимать ниже проектируемой глубины погружения нижнего конца свай на 2 м, но не менее чем на 1—2 м ниже кровли слабых скальных грунтов (сильно трещиноватых и очень сильно трещиноватых в соответствии с приложением П).

Для свай, работающих только на выдергивание, глубину скважин следует назначать на 1 м ниже проектируемой глубины погружения нижнего конца свай.

7.2.12 На участках ограждающих и водорегуляционных плотин (дамб) водотоков и накопителей промышленных отходов и стоков (хвосто- и шламохранилищ, гидрозолоотвалов и т. п.) высотой до 25 м инженерно-геологические скважины необходимо размещать по осям плотин (дамб) через 50—150 м в зависимости от сложности инженерно-геологических условий и с учетом требований сводов правил по проектированию сооружений и (или) сводов правил, регламентирующих выполнение инженерных изысканий для строительства сооружений различного вида (назначения).

В сложных инженерно-геологических условиях при высоте плотин (дамб) более 12 м следует намечать поперечники через 100—300 м не менее чем из трех скважин.

Глубины инженерно-геологических скважин следует принимать с учетом величины сферы взаимодействия плотины (дамбы) с геологической средой (сжимаемой толщи и зоны фильтрации), но не менее полуторной высоты плотин (дамб).

7.2.13 В пределах чаш накопителей промышленных отходов и стоков проходку дополнительных инженерно-геологических скважин следует предусматривать в случае необходимости уточнения результатов инженерно-геологической съемки, а также оценки возможного загрязнения подземных вод.

Количество поперечников в чаше накопителя необходимо устанавливать в зависимости от геолого-гидрогеологических условий территории с учетом расположения створов наблюдательных скважин за режимом подземных вод. Расстояние между поперечниками не должно превышать 200—400 м, а расстояние между инженерно-геологическими скважинами в створе — 100—200 м. При этом рекомендуется уменьшать расстояния между скважинами на бортах оврагов и балок для оценки их устойчивости при формировании накопителей жидких отходов и стоков. Если борта чаш накопителей сложены скальными грунтами, для установления возможности утечек жидких отходов необходимо проводить исследования трещиноватости и проницаемости скальных грунтов, а также наличия и характера разрывных нарушений.

За пределами контуров чаш накопителей инженерно-геологические скважины необходимо располагать по поперечникам, ориентированным по направлениям предполагаемого растекания и движения промышленных стоков, а также в сторону ближайших водотоков, водоемов, водозаборов подземных вод, населенных пунктов, ценных сельскохозяйственных и лесных угодий, которые будут находиться в зоне влияния накопителей.

Расстояния между инженерно-геологическими скважинами на поперечниках от контура накопителя до объектов в зоне их влияния следует принимать от 300 до 2000 м в зависимости от сложности гидрогеологических условий и протяженности поперечника (минимальные расстояния — в сложных условиях или при протяженности поперечника до 1 км, а максимальные — при простых условиях или при протяженности поперечника более 10 км).

Глубины скважин принимают, как правило, не менее чем на 3 м ниже УПВ. Часть скважин (примерно 30 %) следует проходить до выдержанного водоупора.

7.2.14 На участках проектируемых водозаборных сооружений из поверхностных вод (затопленных водоприемников, струенаправляющих и волнозащитных дамб и др.) инженерно-геологические скважины следует располагать по створам, ориентированным перпендикулярно к водотоку (водоему), с расстояниями между створами 100—200 м и скважинами на них шагом 50—100 м с учетом основных геоморфологических элементов долины (в русле, на пойме, террасах). Глубину инженерно-геологических скважин определяют в соответствии с требованиями 7.2.6.

7.2.15 На полях фильтрации число инженерно-геологических скважин следует принимать из расчета две-три скважины на 1 га исследуемой площади.

Глубины скважин устанавливают, как правило, до 5 м, при близком залегании подземных вод — на 1—2 м ниже их уровня. Для оценки возможного загрязнения водоносного горизонта часть скважин следует проходить на 1—2 м ниже водоупора или слабопроницаемого слоя.

7.2.16 На участках трасс линейных сооружений, указанных в 7.2.2, размещение и глубину инженерно-геологических скважин следует принимать в соответствии с таблицей 7.4.

Таблица 7.4 — Размещение и глубина инженерно-геологических скважин на участках трасс линейных сооружений

Сооружения	Размещение инженерно-геологических скважин			Глубина инженерно-геологических скважин
	Расстояние по оси трассы, м	Расстояние на поперечниках, м	Расстояние между поперечниками, м	
Насыпи (высотой) и выемки (глубиной)				
До 12 м	100—300 и в местах перехода выемок в насыпи	25—50	100—300	Для насыпей: 3—5 м — на слабодеформируемых грунтах; 10—15 м — на средне-, сильно и очень сильно деформируемых грунтах.

Продолжение таблицы 7.4

Сооружения	Размещение инженерно-геологических скважин			Глубина инженерно-геологических скважин
	Расстояние по оси трассы, м	Расстояние на поперечниках, м	Расстояние между поперечниками, м	
				Для выемок: на 1—3 м ниже глубины сезонного промерзания и от проектной отметки дна выемки
Более 12 м	50—100 и в местах перехода выемок в насыпи	10—25	50—100	Для насыпей: 5—8 м на слабодеформируемых грунтах или на полную мощность; на средне-, сильно и очень сильно деформируемых грунтах с заглублением в скальные или слабодеформируемые грунты на 1—3 м, а при большей мощности средне-, сильно и очень сильно деформируемых грунтов — не менее полуторной высоты насыпи. Для выемок: на 1—3 м ниже глубины сезонного промерзания или проектной отметки дна выемки
Искусственные сооружения при переходах трасс через водотоки, лога, овраги				
Мосты, путепроводы, эстакады и др.	В местах заложения опор по одной-две скважины	—	—	В зависимости от типов фундаментов сооружений согласно 7.2.6 или 7.2.10
Водопропускные трубы	В точках пересечения с осью трубы	10—25	—	3—5 м, но не менее чем на 2 м ниже нормативной глубины промерзания грунта с учетом положения проектных отметок
Трубопроводы и кабели при наземной или подземной проходке				
Участки переходов через водотоки (подводные переходы)	Не менее трех скважин (в русле и на берегах), но не реже чем через 50—100 м и не менее одной — при ширине водотока до 30 м	—	—	На реках — на 3—5 м ниже проектируемой глубины укладки трубопровода (кабеля). На озерах и водохранилищах — на 1—2 м ниже проектируемой глубины укладки трубопровода (кабеля)
Участки пересечений с транспортными и инженерными коммуникациями	В местах заложения опор по одной скважине	—	—	7—10 м
Для всех видов сооружений				
Участки с развитием опасных геологических и инженерно-геологических процессов или распространением слабоустойчивых грунтов	25—50	25—50, но не менее трех скважин	50—100	Согласно 7.1.10

Окончание таблицы 7.4

Примечания

1 Минимальные расстояния следует принимать в сложных, а максимальные — в простых инженерно-геологических условиях.

2 При переходах трасс через естественные препятствия (водотоки, лога, овраги и др.) с неустойчивыми склонами количество и глубину инженерно-геологических скважин следует уточнять в зависимости от типа проектируемых сооружений и характера намечаемых мероприятий по инженерной защите.

3 Грунты выемок трасс линейных сооружений исследуют, как правило, в целях оценки возможности использования их для укладки в земляное полотно или в качестве грунтовых строительных материалов.

4 В данном случае под слабоустойчивыми грунтами понимают рыхлые пески, специфические грунты, сильнодеформируемые и очень сильнодеформируемые грунты.

7.2.17 По трассам линейных сооружений (за исключением участков, указанных в 7.2.2) при выполнении инженерно-геологических изысканий на втором этапе следует использовать материалы изысканий, полученные на первом этапе или на этапе подготовки документации по планировке территории, а при необходимости — дополнительно проходить контрольные инженерно-геологические скважины по оси трассы для уточнения инженерно-геологических условий.

При одноэтапном выполнении изысканий для подготовки проектной документации линейных сооружений на участках, не указанных в 7.2.2, ширину притрассовой полосы линейного сооружения следует принимать в соответствии с 7.1.11, среднее расстояние между инженерно-геологическими скважинами и их глубину — в соответствии с указаниями 7.2, а при отсутствии таковых — также в соответствии с 7.1.11.

7.2.18 При проектировании трасс воздушных линий электропередачи 35 кВ и более инженерно-геологические скважины следует размещать в пунктах установки опор: от одной скважины в центре площадки в простых инженерно-геологических условиях до четырех-пяти скважин в сложных условиях.

При проектировании трасс воздушных линий электропередачи менее 35 кВ инженерно-геологические скважины размещают, как правило, в пунктах установки угловых опор, но не более чем через 300 м друг от друга в простых инженерно-геологических условиях и через 100 м — в сложных. На участках переходов через водотоки, транспортные и инженерные коммуникации инженерно-геологические скважины следует размещать не менее чем через 100 м.

Глубина скважин устанавливается:

- до 8 м — для опор на естественном основании (в зависимости от их типа);
- на 2 м ниже наибольшей глубины погружения конца свай — для свайных фундаментов промежуточных опор;
- не менее чем на 4 м ниже погружения нижнего конца свай — для свайных фундаментов угловых опор.

7.2.19 При проектировании подземных коммуникаций (трубопроводов, кабельных линий и коллекторов) глубина инженерно-геологических скважин и точек статического (динамического) зондирования по трассе строительства подземных коммуникаций определяется требованиями СП 249.1325800.2016 (пункт 5.5).

Расстояние между инженерно-геологическими скважинами следует принимать в соответствии с 7.2.16 и 7.2.17. В случае если в пределах предварительно определенной зоны влияния подземных коммуникаций расположены существующие здания и сооружения, расстояние между скважинами следует принимать не более 25 м. Предварительную оценку размера зоны влияния определяют в соответствии с СП 249.1325800.2016 (пункт 6.4.6).

7.2.20 При проектировании вертикальных резервуаров повышенного уровня ответственности количество инженерно-геологических скважин определяется площадью резервуара и должно быть не менее четырех: одна — в центре и три — в районе стенки (0,9—1,2 радиуса резервуара), при этом расстояния между скважинами не должны превышать расстояний, указанных в таблице 7.3.

Глубина скважины, расположенной в центре резервуара, определяется в соответствии с 7.2.6. Глубины скважин в области стенки резервуара должны быть на 2 м ниже суммы глубины фундамента и 0,7 глубины сжимаемой толщи.

При проектировании вертикальных резервуаров нормального уровня ответственности количество и глубина скважин определяются требованиями 7.2.5 и 7.2.6 соответственно.

7.2.21 Инженерно-геофизические исследования выполняются в соответствии с 5.7 на участках размещения зданий и сооружений, а также на участках трасс линейных сооружений, указанных в 7.2.2, с использованием преимущественно скважинных методов.

7.2.21.1 Для сооружений повышенного уровня ответственности рекомендуется выполнять сейсмоакустическое или радиоволновое просвечивание массива между скважинами или горными выработками.

7.2.21.2 Положение геофизических точек на площадках проектируемых зданий и сооружений выбирают, исходя из необходимости уточнения геологического строения по контурам сооружений и их осям, в местах резкого изменения нагрузок на фундаменты, на границах различных геоморфологических элементов.

Общее число точек геофизических наблюдений в пределах контура проектируемых сооружений определяется с учетом уровня ответственности сооружений и сложности инженерно-геологических условий территории. Расстояния между точками геофизических наблюдений должны быть соизмеримы с расстояниями между инженерно-геологическими скважинами (в соответствии с 7.2.5). Для зданий и сооружений повышенного уровня ответственности должно быть не менее четырех-пяти точек геофизических наблюдений, для зданий и сооружений нормального уровня ответственности — не менее трех точек. Для зданий и сооружений пониженного уровня ответственности геофизические исследования не выполняются.

7.2.21.3 Глубина инженерно-геофизических исследований должна достигать полуторной мощности сжимаемой толщи (или полуторной глубины инженерно-геологических скважин). Бóльшая глубина геофизических исследований обосновывается в программе.

7.2.21.4 На участках трасс линейных сооружений, указанных в 7.2.2, при профилировании шаг наблюдений на геофизических профилях по оси трассы и на поперечниках, намечаемых через 50—100 м, должен составлять от 5 до 10 м; при зондировании шаг наблюдений должен составлять от 50 до 150 м по оси трассы и от 20 до 50 м на поперечниках, намечаемых через 100—500 м. При обосновании в программе допускается использование сплошного зондирования (методом электротомографии).

Электроразведочные работы для определения оценки коррозионной агрессивности грунта к стали выполняют в соответствии с 7.1.13.3. Измерения блуждающих токов выполняются в одной-двух точках на участок.

При проектировании неметаллических трубопроводов работы по определению удельного электрического сопротивления (УЭС) не выполняются (ГОСТ 9.602).

7.2.21.5 При проектировании трасс воздушных линий электропередачи геофизические исследования проводят на участках, указанных в 7.2.2, преимущественно в пунктах установки опор. Под каждой опорой в зависимости от сложности инженерно-геологических условий назначают от одной до трех точек наблюдений.

7.2.21.6 При одноэтапном выполнении изысканий для подготовки проектной документации инженерно-геофизические исследования на участках трасс линейных сооружений, не указанных в 7.2.2, выполняют в соответствии с требованиями 7.1.13.2—7.1.13.6.

7.2.21.7 На участках электрических подстанций и прилегающих территориях должны быть выполнены электроразведочные работы методом вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) в целях установления геоэлектрического разреза и УЭС грунта для проектирования заземляющих устройств и станций анодной защиты. На площадках расположения заземляющих устройств глубина исследований должна составлять от 50 до 200 м в зависимости от глубины заземляющего устройства (в соответствии с заданием).

7.2.22 Полевые исследования грунтов следует проводить в контурах участков проектируемого размещения зданий и сооружений.

Выбор методов определения характеристик грунтов при полевых исследованиях следует устанавливать в соответствии с требованиями 5.8, а также в зависимости от вида и назначения зданий и сооружений, с учетом их уровня ответственности, глубины заложения и типов фундаментов, методов их расчетов, проектных нагрузок на фундаменты, условий эксплуатации оснований зданий и сооружений.

Основными методами получения деформационных показателей в массиве грунта являются испытания штампом, прессиометрия, а также, в сочетании с ними, статическое зондирование.

7.2.22.1 Для зданий и сооружений повышенного и нормального уровней ответственности, проектируемых на естественном основании, испытания грунтов статическими нагрузками следует осуществлять штампами площадью 600, 2500 и 5000 $см^2$ на проектируемой глубине (отметке) заложения фундаментов, а в пределах сжимаемой толщи взаимодействия зданий и сооружений с основанием — штампами площадью 600 $см^2$ (плоскими или винтовыми) в скважинах.

7.2.22.2 Количество испытаний грунтов штампом каждого выделенного ИГЭ ниже проектной отметки основания фундамента следует устанавливать не менее трех (или двух, если определяемые показатели отклоняются от среднего не более чем на 25 %), а испытаний прессиометром — не менее шести.

Испытания грунтов штампами предусматриваются также для корректировки модулей деформации грунтов, полученных по результатам компрессионных испытаний при их использовании для расчетов оснований зданий и сооружений повышенного и нормального уровней ответственности (при нагрузках более 0,15 МПа).

Если в основании сооружений при нагрузках менее 0,15 МПа залегают грунты дочетвертичного возраста или специфические грунты, для которых отсутствует повышающий коэффициент m_{oed}, корректировка модулей деформации грунтов, полученных в результате компрессионных испытаний, также выполняется по результатам штамповых испытаний.

Испытания грунтов штампами предусматриваются для корректировки модулей деформации грунтов, полученных в результате испытаний грунтов радиальными прессиометрами, в случаях, указанных в ГОСТ 20276—2012 (пункт 6.5.3).

При определении деформационных характеристик грунтов и их корректировке в качестве эталонного метода следует принимать испытания штампом площадью 2500—5000 см^2, а также 600 см^2 (плоским или винтовым) в скважинах.

7.2.22.3 Число определений характеристик грунтов косвенными методами рекомендуется назначать в зависимости от уровня ответственности зданий и сооружений: не более 30 % общего числа полевых исследований для повышенного уровня ответственности и не более 50 % для нормального уровня ответственности.

7.2.22.4 При подземной прокладке линий связи (в том числе линейно-кабельных сооружений), трубопроводов (при прокладке в траншее с обратной засыпкой), а также при строительстве сооружений пониженного уровня ответственности допускается прочностные и деформационные характеристики грунтов определять статическим и динамическим зондированием (по приложению Ж) или лабораторными методами.

7.2.22.5 В случае отсутствия необходимости использования прочностных и (или) деформационных характеристик для расчетов оснований сооружений (в том числе линейных) полевые исследования грунтов не выполняются.

7.2.22.6 В пределах каждого контура здания и сооружения, проектируемого на свайных фундаментах, следует выполнять статическое зондирование для уточнения инженерно-геологического разреза и определения несущей способности сваи.

Количество испытаний статическим зондированием должно быть не менее чем 50 % общего количества скважин, но не менее шести, а при ширине и длине здания 25 м и меньше — не менее трех. В случае наличия в разрезе обводненных песчаных грунтов, играющих решающую роль в принятии проектных решений, количество испытаний статическим зондированием может увеличиваться до 100 % количества скважин. Глубина зондирования должна быть не менее чем на 2 м ниже проектной отметки нижнего конца сваи.

На участках проектирования линейных сооружений (мостов, путепроводов, эстакад и др.) на свайных фундаментах статическое зондирование выполняют под каждую опору. При ширине опоры 12 м и более число точек зондирования увеличивается, а расстояние между ними не должно превышать 12 м.

7.2.22.7 Статическое и динамическое зондирование следует применять также для специальных задач: определения степени уплотнения и упрочнения во времени насыпных и намывных грунтов, изменения прочности и плотности песчаных и глинистых грунтов при обводнении, дренировании и т. п.

7.2.22.8 Необходимость выполнения испытаний грунтов эталонными сваями и сваями-зондами, а также испытания натурных свай определяется требованиями СП 24.13330 и должна быть указана в задании.

Испытания выполняют для сооружений нормального и повышенного уровней ответственности при любой категории сложности инженерно-геологических условий. Выполняют не менее шести испытаний грунтов эталонными сваями и сваями-зондами на каждой заданной глубине и не менее двух испытаний натурных свай на каждой заданной глубине при наличии более 100 свай.

Испытания натурных свай выполняются профильными или строительными организациями после принятия проектных решений о конструкции свай.

7.2.22.9 При определении нормативных характеристик грунтов для расчета устойчивости склонов или прочностных свойств массива, сложенных крупнообломочными или неоднородными грунтами, методом одноплоскостного среза число определений показателей прочности для каждого ИГЭ следует устанавливать не менее трех (или двух, если они отклоняются от среднего не более чем на 25 %).

В этом случае при определении расчетных характеристик грунтов допускается использовать коэффициенты надежности по грунту, указанные в СП 22.13330.2016 (примечание 1 к пункту 5.3.20).

7.2.22.10 Количество полевых испытаний грунтов следует обосновывать в программе с учетом результатов предшествующих инженерно-геологических работ.

7.2.23 Гидрогеологические исследования следует выполнять для определения (уточнения) характеристик водоносных горизонтов и их химического состава.

Пробы воды следует отбирать не менее трех из каждого водоносного горизонта из инженерно-геологических скважин (после прокачки). Число проб следует увеличивать при значительной изменчивости показателей химического состава подземных вод или подтоплении участков проектируемых зданий и сооружений промышленными стоками и иными источниками загрязнения.

При решающем влиянии гидрогеологических условий на проектные решения и для объектов, указанных в 5.9.10, гидрогеологические исследования должны включать:

- опытные кустовые откачки и наливы;
- режимные наблюдения за УПВ;
- построение карт гидроизогипс (гидроизопьез) и глубин залегания в соответствии с 5.9.7 (при наличии фондовых материалов линейные размеры территории, отображенной на картах, должны превышать размеры участка строительства в три-четыре раза; в их отсутствие карты составляют по данным измерений установившихся уровней в инженерно-геологических и гидрогеологических скважинах в пределах отведенного участка строительства);
- специальные гидрогеологические исследования (в соответствии с 5.9.8);
- количественный прогноз изменения гидрогеологических условий.

Первоочередной работой при этом является оборудование наблюдательных гидрогеологических скважин по контуру участка строительства, с противоположных его сторон. Минимальное количество гидрогеологических скважин, оборудованных для наблюдений за первым от поверхности водоносным горизонтом — четыре; на воды нижележащего горизонта — определяется задачами и программой исследований. Наблюдения за УПВ в скважинах проводятся в течение всего периода изысканий.

7.2.24 Лабораторные определения физико-механических характеристик грунтов следует выполнять по образцам, отобранным из скважин, пройденных в контурах каждого проектируемого здания (сооружения) или их группы (7.2.5) в соответствии с требованиями 5.10.

7.2.24.1 Состав и методы лабораторных определений физических, механических (прочностных и деформационных) и химических характеристик грунтов и их специфических особенностей следует обосновывать в программе в соответствии с приложением Л, с учетом возможных изменений свойств грунтов в основании зданий и сооружений в процессе строительства и эксплуатации объекта.

7.2.24.2 Для сооружений повышенного и нормального уровней ответственности (при нагрузках более 0,15 МПа) деформационные свойства грунтов определяются методом компрессионного сжатия с использованием корректировочных коэффициентов. Для сооружений повышенного уровня ответственности корректировочные коэффициенты определяют в результате сравнения с результатами штамповых испытаний, а для сооружений нормального уровня ответственности — с результатами штамповых испытаний или трехосного сжатия.

Для зданий и сооружений повышенного уровня ответственности, проектируемых на естественном основании, при глубине исследований, ограничивающей использование штампа, выполняют испытания грунтов лабораторным методом трехосного сжатия.

7.2.24.3 Определение нормативных значений прочностных и деформационных характеристик грунтов по их физическим характеристикам допускается в соответствии с требованиями 7.1.16.4.

7.2.24.4 При строительстве в сейсмических районах (с нормативной сейсмичностью 6 и более баллов по действующей карте ОСР, указанной в задании) выполняют динамические испытания в соответствии с ГОСТ Р 56353 для определения сейсмической разжижаемости, потери прочности и деформируемости грунтов:

- песков, классифицируемых как разжижаемые и легко разжижаемые (ГОСТ Р 56353);
- связных грунтов с показателем консистенции I_L выше 0,25;
- водонасыщенного дисперсного заполнителя крупнообломочных грунтов при его содержании в грунте более 30 %.

При проектировании зданий и сооружений вблизи внешних источников динамических нагрузок от транспорта или промышленного оборудования, а также сооружений, являющихся при эксплуатации источниками динамических нагрузок, выполняют динамические испытания в соответствии с ГОСТ Р 56353 для определения характеристик виброползучести грунтов основания:

- песков рыхлых любой влажности;
- песков средней плотности водонасыщенных;
- связных грунтов с показателем консистенции I_L выше 0,5.

Динамические испытания грунтов допускается не проводить, если граница фундамента сооружения находится на расстоянии более 100 м от края земляного полотна железной дороги, далее 50 м от осевой части автомобильной дороги категории I (IA, IБ и IВ по СП 34.13330.2012), трамвайной линии, линии метрополитена (с учетом глубины заложения), а также далее 50 м от границ фундаментов машин с динамическими нагрузками.

7.2.24.5 Число определений одноименных характеристик грунтов, необходимых для получения нормативных и расчетных значений на основе статистической обработки результатов испытаний, следует устанавливать в зависимости от степени неоднородности грунтов основания, требуемой точности (при заданной доверительной вероятности) вычисления характеристик.

Число определений характеристик грунтов следует обеспечивать на участке каждого здания (сооружения) или их группы (7.2.5) по каждому выделенному ИГЭ (РГЭ) не менее десяти характеристик физических свойств грунтов и не менее шести характеристик механических (прочностных и деформационных) свойств грунтов с учетом требований 7.1.17.

7.2.24.6 Расчетные показатели характеристик грунтов определяются в соответствии с доверительной вероятностью расчетных характеристик грунтов, которая устанавливается сводами правил по проектированию отдельных видов сооружений, с учетом их надежности при эксплуатации, определяемой уровнем ответственности сооружения, и должны быть указаны в задании.

7.2.24.7 Определение химического состава подземных вод и водных вытяжек из грунтов, оценку их агрессивности к конструкциям фундаментов следует выполнять в соответствии с 5.10.3—5.10.5 и 7.1.16.4.

7.2.25 Прогноз возможных изменений инженерно-геологических условий на втором этапе выполнения инженерно-геологических изысканий для подготовки проектной документации следует осуществлять в форме количественного прогноза с установлением числовых значений прогнозируемых характеристик состава и свойств грунтов, закономерностей возникновения и интенсивности (скорости) развития геологических и инженерно-геологических процессов.

Количественный прогноз возможных изменений инженерно-геологических условий площадки (участка, трассы) изысканий следует осуществлять на основе результатов изучения состава, состояния и свойств грунтов лабораторными и полевыми методами, данных локального мониторинга динамики развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов (если он проводился) с использованием аналитических (расчетных) методов и методов физического моделирования. Физическое моделирование используют для прогноза развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов, исследование которых в естественных условиях затруднено.

Для обоснования количественного прогноза изменений инженерно-геологических условий возможно выполнение дополнительного объема полевых и лабораторных работ и исследований (за контурами проектируемых зданий и сооружений) при согласовании с заказчиком.

Для составления количественного прогноза возможных изменений инженерно-геологических условий на территории проектируемого строительства особо опасных, технически сложных и уникальных объектов в сложных инженерно-геологических условиях рекомендуется привлекать профильные и (или) научно-исследовательские организации.

7.2.26 Состав и содержание технического отчета по результатам второго этапа инженерно-геологических изысканий для подготовки проектной документации должны соответствовать требованиям СП 47.13330.2016 (подпункт 6.3.2.5).

7.2.27 На втором этапе изысканий при подготовке проектной документации объектов капитального строительства на территории с изученными ранее инженерно-геологическими условиями под отдельные здания и сооружения могут выполняться инженерно-геотехнические изыскания, основными видами работ которых являются проходка инженерно-геологических выработок, полевые испытания грунтов, лабораторные исследования грунтов.

Проходка инженерно-геологических выработок выполняется в контурах размещения проектируемых зданий и сооружений с отбором проб в соответствии с 5.6; расположение выработок, их количество и глубина определяются требованиями 7.2.4—7.2.20.

Полевые испытания грунтов выполняют в соответствии с требованиями 5.8 и 7.2.22.

Лабораторные исследования грунтов с определением механических свойств и характеристик для конкретных схем расчета оснований фундаментов выполняют в соответствии с требованиями 5.10 и 7.2.24.

При инженерно-геотехнических изысканиях должен быть выполнен необходимый и достаточный объем полевых и лабораторных испытаний, чтобы получить статистически обеспеченные физико-механические показатели ИГЭ (ГОСТ 20522), необходимые для выделения РГЭ и построения пообъектных геомеханических моделей исследуемого грунтового массива и расчета несущих элементов фундамента.

8 Инженерно-геологические изыскания при строительстве и реконструкции зданий и сооружений

8.1 Инженерно-геологические изыскания при строительстве следует выполнять в случаях:

- строительства зданий и сооружений повышенного уровня ответственности;
- строительства зданий и сооружений нормального уровня ответственности в сложных инженерно-геологических условиях;
- строительства зданий и сооружений в условиях стесненной городской застройки;
- осуществления мероприятий по технической мелиорации грунтов оснований и устройству искусственных оснований зданий и сооружений;
- необходимости продолжения (или организации) локального мониторинга режима подземных вод и динамики развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов, а также прогнозирования возможности их возникновения и активизации;
- размещения объекта строительства вблизи существующих зданий и сооружений, которые могут пострадать в результате проведения строительных работ;
- существенных изменений геологической среды, связанных с влиянием строящегося объекта (гидротехническое строительство, осушение, поливы сельскохозяйственных угодий и т. п.);
- непредвиденных осложнений при строительстве объектов (трудности с погружением свай на проектную глубину, прорывы подземных вод в котлованы и выемки, обрушение их откосов и т. п.);
- расхождения между выявленными и принятыми в проектной документации данными инженерно-геологических условий;
- изменения генеральных планов объектов, в том числе со смещением контуров зданий и сооружений по отношению к контурам, в пределах которых выполнялись изыскания.

8.1.1 Инженерно-геологические работы следует осуществлять в подготовленных для строительства котлованах, траншеях, искусственных выемках, на участках земляных сооружений из намывных или насыпных грунтов в процессе их возведения, грунтовых массивах после их закрепления, мелиорации и т. п. с учетом требований СП 45.13330.

8.1.2 В период строительства при инженерно-геологических изысканиях выполняют:

- геотехнический контроль строительства зданий, сооружений и прилегающих территорий;
- работы в составе геотехнического мониторинга (по отдельному заданию в соответствии с СП 305.1325800).

Геотехнический контроль включает:

- контроль за производством земляных работ (ведется геологическая документация строительных выемок и оснований сооружений в строительных котлованах);
- контроль за состоянием и изменениями отдельных компонентов геологической среды;
- контроль за качеством подготовки оснований, возведения земляных сооружений и качеством используемых грунтовых строительных материалов;
- контроль за влиянием динамических нагрузок (при их наличии) на грунтовое основание, включающий определение параметров виброползучести и вибропрочности грунтов.

8.1.3 При выполнении контроля за производством земляных работ следует устанавливать соответствие инженерно-геологических условий, принятых в проектной документации, фактическим на основе проведения обследования выемок (котлованов, траншей), туннелей и др.

При обследовании следует выполнять:

- описание грунтов (характер напластования, состав, состояние и свойства) в стенках и дне котлованов и других выемок;
- выполнение зарисовок и фотографирование;
- отбор, при необходимости, контрольных проб грунтов и подземных вод;
- регистрация появления и установления УПВ, зоны капиллярного насыщения грунтов;
- установление характерных особенностей поступления воды в выемки, величины водоотлива.

В результате обследования составляют детальные инженерно-геологические разрезы и карты инженерно-геологических условий в масштабе 1:500—1:50 (при соответствующем обосновании — 1:10).

На участках возведения ограждающих и водорегулирующих плотин (дамб) водотоков и накопителей промышленных стоков, возведения высоких насыпей и создания глубоких выемок для трасс линейных сооружений (в том числе автомобильных дорог и железнодорожных путей) инженерно-геологическую документацию и наблюдения в строительных котлованах и траншеях следует вести с учетом требований сводов правил, регламентирующих выполнение инженерных изысканий для строительства сооружений различного вида.

При установлении существенных расхождений с принятыми в проектной документации инженерно-геологическими данными, которые могут привести к изменению принятых проектных решений, следует выполнять дополнительные инженерно-геологические работы в объемах, достаточных для проведения корректировки проектной документации.

8.1.4 При выполнении контроля за качеством возведения земляного сооружения (укладки, уплотнения и намыва грунтов) и инженерной подготовки основания намывных и насыпных грунтов, в том числе планомерно возводимых отвалов пород и хвостохранилищ, следует осуществлять оценку их качества на основе сопоставления фактически полученных значений плотности сухого грунта со значениями, предусмотренными проектной документацией, а также сопоставления фактических значений влажности отсыпаемых (уплотняемых) грунтов со значениями оптимальной влажности. При необходимости следует определять гранулометрический состав песчаных и крупнообломочных грунтов.

Для определения плотности грунтов следует использовать полевые экспресс-методы: виброзондирование, малогабаритные зонды (забивные, задавливаемые и др.), геофизические (в том числе ядерные методы определения плотности и влажности грунтов) и метод определения плотности и влажности грунтов с помощью режущего цилиндра или шурфика (для крупнообломочных и песчаных грунтов со значительным содержанием включений).

Определение качества грунтов земляных сооружений следует проводить в соответствии с требованиями СП 45.13330.

При контроле работ по технической мелиорации грунтов оснований (их закреплению) следует выполнять лабораторные исследования проб закрепленных грунтов, отбираемых из скважин (пройденных для этой цели), или полевые испытания грунтов на дне котлованов (выемок). При закреплении грунтов защелачиванием целесообразно применять статическое зондирование.

При выполнении контроля эффективности мероприятий по строительному водопонижению на участках строительства заглубленных и подземных сооружений и при проходке котлованов, для устройства дренажных и других сооружений необходимо проводить наблюдения в специально оборудованных гидрогеологических скважинах.

8.1.5 Специальные инженерно-геологические исследования в период строительства объектов следует проводить для решения изложенных ниже задач:

- определения скорости выветривания грунтов в откосах котлованов (выемок) и их устойчивости на основе осуществления систематических наблюдений за интенсивностью их разрушения во времени;
- определения изменений параметров массива грунтов от техногенного воздействия на основе выполнения геофизических исследований в туннелях и котлованах;
- оценки развития склоновых и суффозионных процессов, выдавливания и оплывания грунтов в откосах котлованов;
- определения свойств грунтов на фрагменте опытного намыва земляного сооружения, если грунты не полностью отвечают установленным требованиям;
- определения свойств грунтов при проведении инженерной подготовки оснований зданий и сооружений методами глубинного уплотнения, закрепления грунтов и др.

8.1.6 Результаты инженерно-геологических изысканий в период строительства следует представлять в виде технического отчета в соответствии с требованиями СП 47.13330.2016 (пункт 6.4.4), который в зависимости от решаемых задач и состава выполненных работ должен содержать акты по приемке основания после инженерной подготовки участка к строительству или намыву, заключение о качестве технической мелиорации грунтов основания, а при намыве и отсыпке грунтов — заключение о разработке грунтов в карьере, материалы и акты послойного контроля намыва и приемки отдельных участков или карты намыва, акты приемки других возводимых сооружений, а также рекомендации по уточнению организации и методов производства строительных работ, в том числе по технологии искусственного закрепления грунтов, разработке профилактических и защитных мероприятий и др.

При выявлении расхождений фактических инженерно-геологических условий с принятыми в проектной документации результаты инженерно-геологических изысканий должны содержать предложения по уточнению соответствующих проектных решений.

8.2 Инженерно-геологические изыскания для реконструкции зданий и сооружений должны обеспечивать получение материалов и данных, необходимых для разработки проектной документации на осуществление реконструкции, в том числе мероприятий инженерной защиты объекта строительства.

8.2.1 При инженерно-геологических изысканиях для реконструкции зданий или сооружений необходимо определять изменения инженерно-геологических условий за период строительства и эксплуатации зданий и сооружений, включая изменения рельефа, геологического строения, гидрогеологических условий, состава, состояния и свойств грунтов, активности инженерно-геологических процессов.

8.2.2 Состав, объемы и методы инженерно-геологических изысканий определяют в зависимости от целей реконструкции, категории сложности инженерно-геологических условий и уровня ответственности здания или сооружения, его состояния.

8.2.3 При реконструкции зданий и сооружений инженерно-геологические изыскания выполняют в соответствии с требованиями 7.2.

8.2.4 Инженерно-геологические скважины и полевые испытания грунтов размещают по периметру здания на расстоянии от него не более 5 м. Количество скважин и полевых испытаний грунтов принимают в зависимости от размеров здания и категории сложности инженерно-геологических условий, но не менее трех скважин и трех испытаний грунтов.

Шурфы размещают снаружи здания, рядом с фундаментами (при необходимости — в его подвале или на полу первого этажа). Глубина шурфов должна быть на 0,5—1,0 м ниже отметки подошвы фундамента.

8.2.5 При реконструкции зданий и сооружений в составе специальных инженерных изысканий могут выполняться следующие виды инженерно-геологических исследований [4]:

- обследование состояния грунтов оснований существующих зданий и сооружений (Н.2);
- локальный мониторинг компонентов геологической среды (Н.3).

8.2.6 При инженерно-геологических изысканиях для реконструкции зданий или сооружений следует проверять и уточнять достоверность количественного прогноза изменения инженерно-геологических условий, составленного при изысканиях для подготовки проектной документации.

8.2.7 Результаты инженерно-геологических изысканий для реконструкции зданий и сооружений следует представлять в виде технического отчета об инженерно-геологических изысканиях в соответствии с СП 47.13330.2016 (пункт 6.4.7).

8.3 Общие правила производства инженерно-геологических работ при эксплуатации и сносе (демонтаже) зданий и сооружений приведены в приложениях Р и С.

Приложение А

Виды специфических грунтов и их основные характеристики

Таблица А.1 — Виды специфических грунтов и их основные характеристики

Виды специфических грунтов	Характеристики специфических грунтов
Просадочные	Грунты, которые под действием нагрузки, соответствующей весу вышележащей толщи грунта, при замачивании водой претерпевают вертикальную деформацию (просадку) и имеют относительную деформацию просадки $\varepsilon_{sl} \geq 0,01$. В зависимости от значения просадки грунтов от собственного веса при их замачивании разделяют на просадочные грунты: - типа I — грунтовые условия, в которых возможна в основном просадка грунтов от внешней нагрузки, а просадка грунтов от собственного веса отсутствует или не превышает 5 см; - типа II — грунтовые условия, в которых помимо просадки грунтов от внешней нагрузки возможна их просадка от собственного веса, величина которой превышает 5 см
Набухающие	Грунты, увеличивающие свой объем при замачивании водой и имеющие относительную деформацию набухания $\varepsilon_{sw} \geq 0,04$ (в условиях свободного набухания) или развивающие давление набухания (в условиях ограниченного набухания)
Органические и органо-минеральные	Органический грунт — грунт, содержащий 50 % масс. и более органического вещества. Органо-минеральный грунт — грунт, содержащий от 3 % масс. до 50 % масс. органического вещества. Согласно ГОСТ 25100 выделяют: - Заторфованный грунт — песчаный или глинистый грунт, содержащий в своем составе от 3 % масс. до 50 % масс. торфа. - Торфяной грунт (торф) — органический грунт, содержащий в своем составе 50 % масс. и более органического вещества, представленного растительными остатками и гумусом. - Ил — современный морской или пресноводный органо-минеральный осадок, содержащий более 3 % масс. органического вещества, имеющий текучую консистенцию $I_L > 1$, коэффициент пористости, как правило, $e \geq 0,9$ и содержащий частиц меньше 0,01 мм, как правило, 30 % масс. и более. - Сапропель— современный органо-минеральный или органический осадок пресноводных застойных водоемов (или погребенный), содержащий более 10 % масс. органического вещества, имеющий, как правило, коэффициент пористости $e > 3$ и текучепластичную или текучую консистенцию
Засоленные	К засоленным грунтам следует относить грунты, в которых содержание легко- и среднерастворимых (водорастворимых) солей не менее значений, указанных в ГОСТ 25100—2011 (таблицы Б.25, Б.26 и Б.33). Состав и содержание легкорастворимых солей следует определять по ГОСТ 26424, характеристики суффозионного сжатия — по ГОСТ 12248
Элювиальные	Грунты, образованные в результате выветривания (физического, физико-химического, химического, биологического). Гранулометрический состав следует определять в соответствии с ГОСТ 12536. Предел прочности грунта на одноосное сжатие, коэффициент размягчаемости в воде для полускальных и глинистых грунтов с $I_L \leq 0,25$ определяют в соответствии с ГОСТ 12248. Плотность грунтов следует проводить в соответствии с ГОСТ 5180. Испытания крупнообломочных фракций грунта на истирание в полочном барабане следует проводить по ГОСТ 8269.0

Окончание таблицы А.1

Виды специфических грунтов	Характеристики специфических грунтов
Техногенные	Грунты, измененные, перемещенные или образованные в результате инженерно-хозяйственной деятельности человека. Техногенно-измененный в условиях естественного залегания грунт — природный грунт, подвергнутый различному по природе техногенному воздействию (химическому, физическому, физико-химическому, биологическому и т. п.) на месте его залегания. Техногенно-перемещенный (переотложенный) грунт — природный грунт, перемещенный тем или иным искусственным способом с места его естественного залегания и подвергнутый при этом частичному преобразованию

Приложение Б

Виды, глубины и назначение инженерно-геологических выработок

Таблица Б.1 — Виды, глубины и назначение инженерно-геологических выработок

Вид инженерно-геологических выработок	Максимальная глубина выработок, м	Условия применения инженерно-геологических выработок
Закопушки	0,6	Для вскрытия грунтов при мощности перекрывающих отложений не более 0,5 м
Расчистки	1,5	Для вскрытия грунтов на склонах при мощности перекрывающих отложений не более 1 м
Канавы	3,0	Для вскрытия крутопадающих слоев грунтов при мощности перекрывающих отложений не более 2,5 м
Траншеи	6,0	
Шурфы и дудки	20	Для вскрытия грунтов, залегающих горизонтально или моноклинально
Шахты	20 м и более	Для вскрытия грунтов при решении специальных задач
Подземные горизонтальные выработки (штольни)	Длина 10 м и более	Для вскрытия грунтов при решении специальных задач
Инженерно-геологические скважины	Длина 10 м и более	Определяются в соответствии с приложением В

Приложение В

Способы и разновидности бурения инженерно-геологических скважин

Таблица В.1 — Способы и разновидности бурения инженерно-геологических скважин

Способ бурения	Разновидность способа бурения	Диаметр бурения (по диаметру обсадных труб), мм	Условия применения (виды и разновидности грунтов)
Колонковый	С промывкой водой	34—146	Скальные невыветрелые (монолитные) и слабовыветрелые (трещиноватые)
	С промывкой глинистым раствором	73—146	Скальные слабовыветрелые (трещиноватые); выветрелые и сильновыветрелые (рухляки); крупнообломочные; песчаные; глинистые
	С продувкой воздухом (охлажденным при проходке мерзлых грунтов)	73—146	Скальные невыветрелые (монолитные) и слабовыветрелые (трещиноватые), необводненные, а также в мерзлом состоянии; дисперсные, твердомерзлые и пластичномерзлые
	С промывкой солевыми и охлажденными растворами	73—146	Все виды грунтов в мерзлом состоянии
	С призабойной циркуляцией промывочной жидкости	89—146	Скальные выветрелые и сильновыветрелые (рухляки), обводненные; глинистые
	Всухую	89—219	Скальные выветрелые и сильновыветрелые (рухляки); песчаные водонасыщенные и влажные; глинистые от твердой до мягкопластичной консистенции; твердомерзлые и пластичномерзлые
Ударно-канатный кольцевым забоем	Забивной	108—325	Песчаные водонасыщенные и влажные; глинистые от твердой до мягкопластичной консистенции; пластичномерзлые
	Клюющий	89—168	Глинистые от твердой до мягкопластичной консистенции
Ударно-вращательный кольцевым забоем	С применением пневмоударника	113—151	Скальные невыветрелые (монолитные) и слабовыветрелые (трещиноватые)
		151—219	Твердомерзлые низкотемпературные грунты всех разновидностей
Ударно-канатный сплошным забоем	С применением долот и желонок	127—325	Крупнообломочные; песчаные водонасыщенные и влажные
Вибрационный	С применением вибратора или вибромолота	89—168	Песчаные водонасыщенные и влажные, глинистые от твердой до мягкопластичной консистенции
Шнековый	Рейсовый кольцевым забоем	146—273	Крупнообломочные; песчаные водонасыщенные и влажные; глинистые от твердой до мягкопластичной консистенции
	Поточный	108—273	Крупнообломочные; песчаные водонасыщенные и влажные; глинистые от твердой до мягкопластичной консистенции
Примечание — Применение других способов бурения допускается при соответствующем обосновании в программе изысканий.			

Приложение Г

Методы и задачи инженерно-геофизических исследований

Таблица Г.1 — Сокращенные наименования геофизических методов

Принятое обозначение	Наименование метода
АК	Акустический каротаж
АП	Акустическое просвечивание
АЭ	Акустическая эмиссия
БКЗ	Боковое каротажное зондирование
БТ	Метод блуждающих токов
БИЭП	Бесконтактное электропрофилирование
ВИЭП	Векторное измерение электрического поля
ВК	Видеокаротаж
ВП	Метод вызванной поляризации
ВСП	Вертикальное сейсмическое профилирование
ВЧЭП	Высокочастотное электропрофилирование
ВЭЗ	Вертикальное электрическое зондирование
ВЭЗ ВП	Вертикальное электрическое зондирование методом вызванной поляризации
ВЭЗ МДС	Вертикальное электрическое зондирование по методу двух составляющих
Г	Гравиразведка
ГГМ	Гамма-спектрометрия
ГК	Гамма-каротаж
ГРЛ	Георадиолокационное зондирование
ГЭМ	Газово-эманационные методы
ДЗ	Дистанционное зондирование (электромагнитное)
ДИП (ДЭМП)	Дипольное индукционное профилирование (Дипольное электромагнитное профилирование)
ДЭЗ	Дипольное электрическое зондирование
ЕИЭМПЗ	Метод естественных импульсов электромагнитного поля Земли
ЕП	Метод естественного электрического поля
ЗСП	Зондирование становлением поля
ИЗ	Изопараметрическое зондирование (электромагнитное)
ИК	Индукционный каротаж
Кав	Кавернометрия
Кап	Каппаметрия
Кар	Каротаж комплексный
КВЭЗ	Круговое вертикальное электрическое зондирование
КМПВ (МПВ)	Корреляционный метод преломленных волн
КС	Каротаж сопротивления
КЭП	Круговое электропрофилирование
М	Магниторазведка
МДС	Метод двух составляющих
МЗТ	Метод заряженного тела

Окончание таблицы Г.1

Принятое обозначение	Наименование метода
МОВ	Метод отраженных волн
МОВ ОГТ	Метод отраженных волн в модификации общей глубинной точки
МП	Межскважинное прозвучивание
МПВ	Метод преломленных волн
НАЗ	Непрерывное электрическое зондирование на акваториях
ННМ	Нейтрон-нейтронный метод
НСП	Непрерывное сейсмоакустическое профилирование
ОГТ	Метод общей глубинной точки
ПС	Каротаж потенциалов собственной поляризации
Рез	Резистивиметрия
Радиокип	Радиокомпарационный метод
РВП	Радиоволновое просвечивание
СВР	Сейсморазведка высокого разрешения
СГ	Метод срединного градиента
СЗ	Сейсмическое зондирование
СК	Сейсмический каротаж
СП	Сейсмическое просвечивание
ССВР	Сейсморазведка сверхвысокого разрешения
СТ	Сейсмотомография
СУВР	Сейсморазведка ультравысокого разрешения
СЭП	Симметричное электропрофилирование
Т°	Термометрия
УЗ	Ультразвуковое просвечивание
УЗК	Ультразвуковой каротаж
УЭС	Удельное электрическое сопротивление
ЧЗ	Частотное зондирование
ЧЭМЗ	Частотное электромагнитное зондирование
ЭДЗ	Электроконтактное динамическое зондирование
ЭК	Электрокаротаж
ЭП	Электропрофилирование
ЭП ВП	Электропрофилирование методом вызванной поляризации
ЭП МДС	Электропрофилирование по методу двух составляющих
ЭТ	Электротомография
ЭХО	Эхолотирование
ЯМР	Метод ядерно-магнитного резонанса
MASW	Метод поверхностных волн

Таблица Г.2 — Краткая характеристика инженерно-геофизических методов

Модификации	Изучаемые параметры	Используемые частоты	Технологии способа измерений	Глубинность и просвечиваемые базы // разрешающая способность (*n* — целое число от 1 до 9)*
Электромагнитные методы				
Методы естественного поля				
Метод естественного электрического поля (ЕП)	Естественные потенциалы электрохимического и электрокинетического происхождения (ЕП)	0	Наземное и акваториальное профилирование; площадная съемка; каротаж	От 0 до 100 м
Метод блуждающих токов (БТ)	Амплитуда разности потенциалов постоянного тока и ее изменение во времени	0	Наземное	—
Метод естественных импульсов электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ)	Амплитудные и частотные характеристики естественных электромагнитных импульсов Земли	10—50 кГц	Наземные, подземные	От 0 до 50 м
Электроразведка постоянным (или низкочастотным) током				
Электропрофилирование (ЭП) различными установками	Кажущиеся электрические сопротивления, являющиеся параметрами поля постоянного тока; распределение УЭС грунтов в горизонтальном направлении	0—30 Гц	Наземные, подземные	От 0,1*n* до 10*n* м // от 0,1*n* до 10*n* м. Зависят от соотношения УЭС грунтов, мощности геоэлектрических слоев и размера измерительной установки
Симметричное электропрофилирование (СЭП) с симмметричной установкой Шлюмберже или Веннера	Кажущиеся электрические сопротивления, являющиеся параметрами поля постоянного тока; распределение УЭС грунтов в горизонтальном направлении	0—30 Гц	Наземные, подземные	От 0,1*n* до 10*n* м // от 0,1*n* до 10*n* м. Зависят от соотношения УЭС грунтов, мощности геоэлектрических слоев и размера измерительной установки
Круговое электропрофилирование (КЭП) с различными установками	Коэффициент электрической анизотропии грунтов. Кажущиеся электрические сопротивления, являющиеся параметрами поля постоянного тока в разных направлениях	0—30 Гц	Наземные, подземные	От 0,1*n* м до 10*n* м // от 0,1*n* м до 10*n* м. Зависят от соотношения УЭС грунтов, мощности геоэлектрических слоев и размера измерительной установки

Продолжение таблицы Г.2

Модификации	Изучаемые параметры	Используемые частоты	Технологии способа измерений	Глубинность и просвечиваемые базы // разрешающая способность (*n* — целое число от 1 до 9)*
Бесконтактное электропрофилирование (БИЭП) с различными установками	Кажущиеся электрические сопротивления, являющиеся параметрами поля; распределение УЭС грунтов в горизонтальном направлении	625—16000 Гц	Наземные	От 5 м до 30 м в зависимости от разноса
Метод срединного градиента (СГ) с установкой, в которой электроды А и В стоят неподвижно, а электроды MN передвигаются в средней трети пространства между А и В	Кажущиеся электрические сопротивления, являющиеся параметрами поля постоянного тока; распределение УЭС грунтов на площади в горизонтальном направлении до определенной глубины	0—30 Гц	Наземные, подземные	От 0,1*n* до 100*n* м // от 0,1*n* до 100*n* м. Зависят от соотношения УЭС грунтов, мощности геоэлектрических слоев и размера измерительной установки
Вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ) различными установками	Распределение УЭС в горизонтально-слоистых средах в вертикальном направлении	0—10 Гц	Наземные, на акваториях	От 0,1*n* до 100*n* м. Зависят от соотношения УЭС грунтов, мощности геоэлектрических слоев и размера измерительной установки
Непрерывное электрическое зондирование на акваториях (НАЗ) с различными установками в движении	Распределение УЭС в горизонтально-слоистых средах в вертикальном направлении	0—10 Гц	На акваториях	От 0,1*n* до 100*n* м. Зависят от соотношения УЭС грунтов, мощности геоэлектрических слоев и размера измерительной установки
Электропрофилирование и зондирование по методу двух составляющих (ЭП МДС) и (ВЭЗ МДС), метод векторных измерений электрического поля (ВИЭП), электротомография (ЭТ)	Распределение УЭС в двумерных и трехмерно-неоднородных средах	0—10 Гц	Наземные, подземные, скважинные, «скважина—земля», надводные и подводные	От 0,1*n* до 100*n* м. Зависят от соотношения УЭС грунтов, мощности геоэлектрических слоев и размера измерительной установки
Электрокаротаж сопротивлений (КС); токовый каротаж	Кажущиеся электрические сопротивления, УЭС; сила тока в питающей цепи	0—30 Гц	Скважинные	// от 0,01 м в зависимости от размеров зонда
Электроконтактное динамическое зондирование (ЭДЗ)	Измерение кажущегося электрического сопротивления во время динамического зондирования скважины, УЭС; сила тока в питающей цепи	0—30 Гц	Скважинные	// от 0,01 м в зависимости от размеров зонда
Боковое каротажное зондирование (БКЗ)	Зависимость УЭС от расстояния от оси скважины	0—30 Гц	Скважинные	// от 0,01 м в зависимости от максимального разноса

Продолжение таблицы Г.2

Модификации	Изучаемые параметры	Используемые частоты	Технологии способа измерений	Глубинность и просвечиваемые базы // разрешающая способность (*n* — целое число от 1 до 9)*
Видеокаротаж (ВК)	Видеофиксация изображения стенок скважины	Спектр видимых электромагнитных сигналов	Скважинные	0
Каротаж потенциалов собственной поляризации (ПС)	Измерение электрических потенциалов	0 Гц	Скважинные	—
Кавернометрия (Кав)	Определение размеров поперечного сечения скважины	—	Скважинные	—
Метод заряженного тела (МЗТ)	Электрическое и магнитное поля электрически заряжаемого проводящего тела	От 0 до 3000 Гц	«Скважина—земля»	До 100 м
Резистивиметрия	УЭС жидкостей	—	Лабораторные, скважинные, акваториальные	—
Метод вызванной поляризации				
Метод вызванной поляризации (ВП)	Частотно-временные и амплитудные поляризационные свойства грунтов	0—30 Гц	Наземные, подземные, скважинные, акваторные	От 0,1*n* до 100*n* м. Зависят от соотношения УЭС грунтов, мощности геоэлектрических слоев и размера измерительной установки
Электропрофилирование и зондирование методом вызванной поляризации (ЭП ВП и ВЭЗ ВП)	Поляризуемость грунтов	0—30 Гц	Наземные	Те же, что и у ЭП и ВЭЗ
Электроразведка переменными установившимися электромагнитными полями				
Частотное электромагнитное зондирование (ЧЭМЗ)**, частотное зондирование (ЧЗ), дистанционное зондирование (ДЗ), изопараметрическое зондирование (ИЗ)	Параметры гармонических полей, создаваемых электрическими и магнитными диполями	1—100*n* кГц	Наземные	*n*—100*n* м // 0,5—10 м. Глубина зависит от частоты электромагнитных волн и расстояния между излучателем и приемником
Дипольное электромагнитное профилирование (ДЭМП): - высокочастотное (ВЧЭП)**; - непрерывное (НЭП)**	Те же, что и при зондированиях, но измерения выполняются на профилях или по площади при постоянных частоте и расстояниях «излучатель—приемник»	—	Наземные	*n*—10*n* м // 0,5 шага

Продолжение таблицы Г.2

Модификации	Изучаемые параметры	Используемые частоты	Технологии способа измерений	Глубинность и просвечиваемые базы // разрешающая способность (n — целое число от 1 до 9)*
Радиоволновое просвечивание (РВП)	Изучение электрического и (или) магнитного компонентов электромагнитного поля при возбуждении в одной скважине и приеме в другой, на поверхности или в той же скважине	0,1—30 МГц	Скважинные, скважинно-наземные	10—10n м // 1—15 м
Зондирование методом становления поля (ЗСП)	Анализ процесса становления поля, создаваемого электрическим диполем, после его отключения	0, наблюдения начиная с 3—5 мс	Наземные	1—100n м // 0,5—10 м
Электроразведка высокочастотными, переменными, неустановившимися электромагнитными полями				
Радиокип**	Изучение электромагнитного поля, создаваемого длинноволновыми и сверхдлинноволновыми радиостанциями	10n кГц—n МГц	Наземные	n—10n м // 0,5 шага
Радиотепловая и инфракрасная съемки	Изучение естественного электромагнитного излучения земной поверхности	СВЧ	Аэро- и космические, наземные	Приповерхностный слой
Индукционный каротаж (ИК)	Кажущиеся электрические сопротивления, УЭС	1—100 кГц	Скважинные	0,01—1 м в зависимости от частоты и размеров зонда
Гамма-каротаж (ГК)	Регистрация естественного гамма-излучения горных пород	$3 \cdot 10^8$ Гц	Скважинные	0,01—1 м в зависимости от размера зонда
Сейсмические и сейсмоакустические методы				
Сейсмические				
Корреляционный метод преломленных волн (КМПВ, МПВ), метод отраженных волн (МОВ), в модификации общей глубинной точки (МОВ ОГТ)	Изучение динамических и кинематических характеристик упругих колебаний в среде, вызванных искусственными источниками возбуждения колебаний	Менее 1 кГц	Наземные	В зависимости от используемых частот от n до 10n м // 0,5—10 м
Сейсморазведка высокого разрешения (СВР) в модификации МОВ ОГТ	—	100—300 Гц	На акваториях	До 1000 м // 10 м
Сейсмический каротаж (СК), сейсмическое просвечивание (СП), вертикальное сейсмическое профилирование (ВСП)	—	—	Скважинные	Определяется глубиной скважины // 0,1—1 м
Сейсмоакустические				

Продолжение таблицы Г.2

Модификации	Изучаемые параметры	Используемые частоты	Технологии способа измерений	Глубинность и просвечиваемые базы // разрешающая способность (*n* — целое число от 1 до 9)*
Акустическое просвечивание (АП), акустический каротаж (АК), профилирование по стенкам	Изучение кинематических и динамических характеристик вынужденных упругих колебаний	1—17 кГц	На поверхности и внутри массива	До 10*n* м // 0,05 м
Акустическая эмиссия (АЭ)	Изучение акустической эмиссии	—	На поверхности, в шпурах, скважинах	Удаленность от источника возбуждения 10 м
Сейсморазведка сверх- и ультравысокого разрешения (ССВР и СУВР) в модификации МОВ ОГТ	Изучение кинематических и динамических характеристик вынужденных упругих колебаний	150—1500 Гц	На акваториях	До 100—200 м, с разрешением 1—5 м
Непрерывное сейсмоакустическое профилирование (НСП)	Изучение кинематических и динамических характеристик вынужденных упругих колебаний	150—1500 Гц	На акваториях	До 100*n* м // 0,1*n* м
Сейсмотомография (СТ)	Изучение скоростного строения среды	30—130 Гц на поверхности; 200—2000 Гц в скважинах	С поверхности, между скважинами	С поверхности — до 50 м // 7 м. Между скважинами до 100 м // 9 м
Акустическое профилирование	Изучение кинематических и динамических характеристик вынужденных упругих колебаний	1500—15000 Гц	На акваториях	10—0 м с разрешением 1—0,1 м
Ультразвуковые				
Ультразвуковой каротаж (УЗК)	Изучение динамических и кинематических характеристик упругих колебаний	Свыше 10 кГц	На поверхности, в шпурах и скважинах	До 1 м // 0,01 м
Ультразвуковое просвечивание (УЗ) и профилирование	—	—	Лабораторные	До 0,5 м // 0,001 м
Эхолотирование (ЭХО)	Определение глубины дна водоема	50—200 кГц	На акваториях	От 1 до 10 000 м
Магнитометрические методы				
Профильная и площадная магнитная съемка (М)	Изучение стационарного магнитного поля Земли, магнитной восприимчивости	—	Наземные	—
Площадная магнитная съемка	Изучение аномалий магнитного поля	—	На акватории	—
Каппаметрия (Кап)	Изучение магнитных свойств горных пород	—	На образцах и обнажениях	0,01 м

Окончание таблицы Г.2

Модификации	Изучаемые параметры	Используемые частоты	Технологии способа измерений	Глубинность и просвечиваемые базы // разрешающая способность (n — целое число от 1 до 9)*
Гравиметрические методы				
Профильная и площадная гравиразведочная съемка (Г)	Изучение аномалий поля силы тяжести	—	Наземные	До 10 м
Ядерно-физические методы				
Гамма-гамма метод (ГГМ), нейтрон-нейтронный метод (ННМ), метод естественной радиоактивности	Изучение ядерных свойств грунтов	—	Скважинные, подземные	Определяется глубиной скважины // 0,1 м
Метод ядерно-магнитного резонанса (ЯМР)	—	—	Наземные	—
Газово-эманационные методы				
Радон-тороновая съемка	Изучение газового состава подпочвенного воздуха	—	Наземные	—

* Условная величина. В сейсмоакустических методах разрешающая способность определяется в основном частотой используемых волн.

** Методы, редко применяемые в инженерно-геофизических исследованиях, так как не обеспечены соответствующей серийной аппаратурой.

Таблица Г.3 — Основные и вспомогательные геофизические методы, используемые для решения инженерно-геологических задач

Задачи исследований	Геофизические методы	
	Основные	Вспомогательные
Определение геологического строения массива: - рельефа кровли скальных и мерзлых грунтов, мощности нескальных и талых перекрывающих грунтов	ВЭЗ; ДЭЗ; ЭТ; МПВ; МОВ; ОГТ; MASW; ЧЭМЗ; ГРЛ; ЗС; НСП; СУВР; ССВР; СТ	Г; ЭП; ДИП; ВЭЗ-МДС; СВР
- расчленения инженерно-геологического разреза; установления границ между слоями различного литологического состава и состояния в скальных и дисперсных грунтах	ВЭЗ; ДЭЗ; ЭТ; МПВ; МОВ; ОГТ; MASW; ЧЭМЗ; ЗС; ГРЛ; НСП; СУВР; ССВР; СТ	ВЭЗ-ВП; ВЭЗ-МДС; ВСП; Кар; РВП; СВР
Определение местоположения, глубины залегания и формы локальных неоднородностей: - зоны трещиноватости и тектонических нарушений, оценки их современной активности	ВЭЗ; ЭТ; ЭП; МПВ; МОВ; ОГТ; MASW; ВСП; ЗС; Кар; ЕП; ГЭМ; ЕИЭМПЗ; М; ГРЛ; ДЭЗ; СВР; СУВР; ССВР; СТ	РВП; ДЭМП; ВЭЗ-МДС; КВЭЗ; радиокип; НСП
- карстовых полостей и подземных выработок	ЭТ; ЭП; ВЭЗ; КВЭЗ; МОВ ОГТ; ВСП; СП; ГЭМ; ЗС; ДЭЗ	MASW; РВП; Г; ГРЛ; ЕП
- погребенных останцов и локальных переуглублений в скальном основании	МОВ ОГТ; ВЭЗ; ЭТ, ВЭЗ МДС; ЭП; ЗС; М; ГРЛ; ДЭЗ; НСП; ССВР; СУВР	MASW; ДЭМП; СП; РВП; СВР
- льдов и сильнольдистых грунтов	МОВ ОГТ; ВЭЗ; ВЭЗ-МДС, ЭТ; МПВ; УЗП; Кар; ГРЛ; ДЭЗ	ВЭЗ-ВП; ДЭМП; ЧЭМЗ; Г; М; НСП; ССВР; СУВР; СВР
- межмерзлотных вод и таликов	ЭП; ВЭЗ; ЭТ; ГРЛ	ЕП
Изучение гидрогеологических условий: - глубины залегания подземных вод	МПВ; ВЭЗ; ЯМР; ГРЛ	ВЭЗ-ВП
- глубины залегания, мощности линз соленых и пресных вод	ЭП; ВЭЗ; ЭТ; Рез; ЯМР; ЗС; ГРЛ	ВЭЗ-ВП; ЧЭМЗ
- динамики УПВ и температуры подземных вод	Стационарные наблюдения; ВЭЗ, ЭТ; МПВ; Кар (ННК); Т°; ЯМР	ГРЛ
- направления, скорости движения, мест разгрузки подземных вод, изменения их состава	Рез; МЗТ; ЕП; ВЭЗ; ЯМР	Т°; ГГМ
- загрязнения подземных вод	ВЭЗ; ЭТ; ЕП; Рез	ГРЛ
Изучение состава, состояния и свойств грунтов: - скальных: - пористости и трещиноватости, модуля упругости, временного сопротивления одноосному сжатию, коэффициента отпора, напряженного состояния	Кар (АК, ЭК, ННК, ГГМ); СП; ВСП; УЗ (скорости продольных V_p и поперечных V_s волн)	МПВ; ВЭЗ; ЭТ; ЭП; ДЭМП
- песчаных, глинистых, крупнообломочных: - влажности, плотности, пористости, модуля деформации и сцепления	Кар (АК, ЭК, ННК, ГГМ), ВСП; СП; УЗ (V_p и V_s)	МПВ; ВЭЗ; ЭТ; ЭП; ДЭМП; ГРЛ
- песчаных и глинистых мерзлых: - влажности, льдистости, пористости, плотности, временного сопротивления одноосному сжатию	Кар (АК, ЭК, ННК, ГГМ), ВСП; СП; УЗ (V_p и V_s)	МПВ; ВЭЗ; ЭТ; ЭП; ДЭМП
Определение изменения напряженного состояния и уплотнения грунтов	ЕИЭМПЗ; МПВ; ВСП; СП; Кар; ГРЛ; Г	Рез (в скважинах)
Определение коррозионной агрессивности грунтов к стали и наличия блуждающих токов	ЭП; ЕП; измерения на образцах УЭС	—

Окончание таблицы Г.3

Задачи исследований	Геофизические методы	
	Основные	Вспомогательные
Изучение инженерно-геологических процессов: - оползней	МПВ; МОВ; ОГТ; MASW; ВЭЗ; ЭТ; ГЭМ; ЕИЭМПЗ; Кар; ГРЛ	ЭП; ЕП; АЭ; магнитные марки; УЗ
- карста	ЭТ; ВЭЗ; ЭП; МОВ; ОГТ; MASW; Кар; ВСП; Рез (в скважинах и водоемах); Г; ГРЛ	ВЭЗ МДС; ВЭЗ ВП; МЗТ; ЕП
- геокриологических (изменения мощности слоя оттаивания)	ВЭЗ; ЭП; ЭТ; ГРЛ; Кар	—
Сейсмическое микрорайонирование территории	МПВ; ВСП; MASW, Кар; регистрация слабых землетрясений, взрывов	Регистрация сильных землетрясений, регистрация микросейсм

Примечания

1 Основные методы используют в обязательном порядке, вспомогательные методы — для решения специальных задач или когда с помощью основных методов решение задачи возможно не в полной мере.

2 В сложных инженерно-геологических условиях ВЭЗ проводится в модификации ВЭЗ МДС, ЭП — в модификации ЭП МДС.

3 MASW при СМР выполняется только при соблюдении требования: частотные параметры сейсмоприемников должны составлять 4,5 Гц.

4 Физико-механические характеристики грунтов, полученные геофизическими методами, являются оценочными (предварительными), должны уточняться лабораторными и (или) полевыми исследованиями грунтов и не могут использоваться для определения нормативных и расчетных значений характеристик грунтов.

Таблица Г.4 — Определение инженерно-геологических характеристик грунтов по результатам геофизических исследований

Виды и состояние грунтов	Наименование инженерно-геологических характеристик, единица измерения	Геофизический параметр, единица измерения	Уравнение связи
Деформационные характеристики			
Для образцов скальных, полускальных пород (по В.Н. Никитину)	Статический модуль упругости E_c, МПа	Динамический модуль Юнга $E_д$, МПа	$E_c = 0{,}35\ E_д^{1{,}14}$
Мерзлые дисперсные грунты (по Б.Г. Хазину)	Статический модуль упругости E_c, МПа	Динамический модуль Юнга $E_д$, МПа	$E_c = 0{,}6 + 0{,}116E_д + 0{,}01\ E_д^{\ 2}$
Мерзлые глины и супеси (по Н.Н. Горяинову)	Модуль деформации E, МПа	Скорость p-волн V_p, м/с	$E = 8{,}13 \cdot 10^{-6} V_p^{\ 2}$
Скальные породы (эффузивные) (по О.К. Воронкову)	Модуль деформации E, МПа	Динамический модуль Юнга $E_д$ ($E_д = 10^4 – 8 \cdot 10^4$) МПа	$\lg E = – 0{,}75 + 1{,}14 \lg E_д$
Скальные породы (интрузивные и метаморфические) (по О.К. Воронкову)	Модуль деформации E, МПа	Динамический модуль Юнга $E_д$ ($E_д = 10^4 – 8 \cdot 10^4$) МПа	$\lg E = – 1{,}45 + 1{,}28 \lg E_д$
Скальные породы (осадочные) (по О.К. Воронкову)	Модуль деформации E, МПа	Динамический модуль Юнга $E_д$ ($E_д = 10^4 – 8 \cdot 10^4$) МПа	$\lg E = – 1{,}5 + 1{,}26 \lg E_д$
Скальные и полускальные грунты (по А.И. Савичу и З.Г. Ященко)	Модуль деформации E, МПа	Динамический модуль Юнга $E_д$, МПа	$E = 0{,}826 + 10^{-4} E_д^{\ 1{,}632}$
Дресвяные, щебенистые, крупнообломочные грунты (по В.И. Бондареву)	Модуль деформации E, МПа	Динамический модуль Юнга $E_д$, МПа	$E = 0{,}1E_д – 16$
Пески от крупных до гравелистых, выше уровня грунтовых вод (УГВ) (1 — по В.Н. Агееву, В.И. Бондареву, В.Н. Шмакову; 2 — по В.И. Бондареву; 3 — по И.П. Мишуриной)	Модуль деформации E, МПа	Динамический модуль Юнга $E_д$, МПа	1) $E = 0{,}0854\ E_д + 3$ $E = 0{,}116\ E_д – 4{,}7$
		Скорости p- и s-волн V_p, V_s, м/с	2) $E = 0{,}14\ V_p + 0{,}198\ V_s – 27$
		Динамический модуль Юнга $E_д$, МПа. Коэффициент Пуассона μ. Глубина Z, м	3) $E = 11 + 0{,}03E_д + 12\mu + 0{,}1Z$
Пески влажные (по В.И. Бондареву)	Модуль деформации E, МПа	Динамический модуль Юнга $E_д$, МПа	$E = 0{,}0445\ E_д + 3{,}1$
Толща песчано-глинистых грунтов при природной влажности (по Е.С. Григорчуку)	Модуль деформации E, МПа	Динамический модуль Юнга $E_д$, МПа	$E = 0{,}64\ E_д + 3{,}5$
Толща песчано-глинистых грунтов, выше УГВ (по В.И. Бондареву и В.В. Писецкому)	Модуль деформации E, МПа	Скорость s-волн V_s, м/с	$E = 0{,}154\ V_s – 12$

Продолжение таблицы Г.4

Виды и состояние грунтов	Наименование инженерно-геологических характеристик, единица измерения	Геофизический параметр, единица измерения	Уравнение связи
Толща песчано-глинистых грунтов, ниже УГВ (1, 2 — по В.И. Бондареву и В.В. Писецкому; 3 — по И.П. Мишуриной)	Модуль деформации E, МПа	Скорость s-волн V_s, м/с	1) $E = 0{,}1517\ V_s - 18{,}9$
		Динамический модуль Юнга $E_д$, МПа	2) $E = 2{,}26110^{-4} V_s^2 + 4{,}2$
		Коэффициент Пуассона μ Глубина Z, м	3) $E = 2 + 0{,}03E_д + 10\ \mu + 0{,}1Z$
Толща песчано-глинистых грунтов (по В.Е. Васильевскому)	Модуль деформации E, МПа	Скорость p-волн V_p, м/с. Плотность ρ, г/см^3	$E = \rho\ e^{Vp/(0{,}126 + 31)}\ 10^{-1}$
Лессовые суглинки, выше УГВ (по И.Г. Минделю)	Модуль деформации E, МПа	Динамический модуль Юнга $E_д$, МПа	$E = 0{,}045\ E_д + 7$
Лессовидные суглинки и супеси с включениями обломков, выше УГВ (по И.Г. Минделю)	Модуль деформации E, МПа	Динамический модуль Юнга $E_д$, МПа	$E = 0{,}033\ E_д + 6{,}5$
Суглинок мягкопластичный (по И.П. Мишуриной)	Модуль деформации E, МПа	Динамический модуль Юнга $E_д$, МПа. Коэффициент Пуассона μ. Глубина Z, м	$E = 2{,}7 + 0{,}014E_д + 9{,}3\ \mu + 0{,}046Z$
Суглинок твердый (по И.П. Мишуриной)	Модуль деформации E, МПа	Динамический модуль Юнга $E_д$, МПа. Коэффициент Пуассона μ. Глубина Z, м	$E = 10{,}3 + 0{,}016E_д + 0{,}11\mu + 0{,}047Z$
Глина твердая и полутвердая (по И.П. Мишуриной)	Модуль деформации E, МПа	Динамический модуль Юнга $E_д$, МПа. Коэффициент Пуассона μ. Глубина Z, м	$E = 12{,}2 + 0{,}007E_д + 8{,}6\ \mu + 0{,}03Z$
Глинистые грунты Урала (по В.И. Бондареву)	Модуль деформации E, МПа	Динамический модуль Юнга $E_д$, МПа	$E = 0{,}108\ E_д - 1{,}9$
Прочностные характеристики			
Мерзлые грунты (по Ю.Д.Зыкову и О.П. Червинской)	Сцепление C, МПа	Скорость p-волн V_p, м/с	$C = 1{,}8 \cdot 10^{-5} V_p^{1{,}75}$
Лессовидные породы при влажности 8 % — 20 % (по И.Г. Минделю)	Сцепление C, кПа	Модуль сдвига G, кПа	$C = 4{,}8 \cdot 10^{-4} G - 0{,}08$
Лессовидные непросадочные суглинки (по В.И. Бондареву)	Сцепление C, кПа	Модуль сдвига G, кПа	$C = 7{,}5 \cdot 15^{-4} G - 0{,}356$

Окончание таблицы Г.4

Виды и состояние грунтов	Наименование инженерно-геологических характеристик, единица измерения	Геофизический параметр, единица измерения	Уравнение связи
Пески выше УГВ (по В.И. Бондареву)	Угол внутреннего трения φ, град	Модуль сдвига *G*, кПа	$\varphi = 5{,}64 \cdot 10^{-2} G - 29$
		Скорость *s*-волн V_s, м/с	$\varphi = 4{,}98 \cdot 10^{-2} V_s + 23{,}3$
Пески ниже УГВ (по В.И. Бондареву)	Угол внутреннего трения φ, град	Модуль сдвига *G*,кПа	$\varphi = 0{,}378 \cdot 10^{-4} G - 28{,}6$
		Скорость *s*-волн V_s, м/с	$\varphi = 8{,}468 \cdot 10^{-5} V_s^3 + 27{,}8$
Для образцов скальных и полускальных грунтов (по Ф.М. Ляховицкому)	Предел прочности на одноосное сжатие $\sigma_{сж}$, МПа	Скорость *p*-волн V_p, м/с. Динамический коэффициент Пуассона $\mu_д$. Плотность ρ, г/см^3. Скорость *s*-волн V_s, м/с	$\sigma_{сж} = \frac{V_p^2 \rho (1 - 2\mu_д)}{2C(1 - 2\mu_д)} \cdot 10^{-3}$, $\sigma_{сж} = \frac{rV_s^2}{C} \cdot 10^{-3}$ (*C* = 240 для известняков; *C* = 180 для метаморфических пород; *C* = 120 для древних интрузивных пород; *C* = 180 для песчаников и алевролитов; C = 55—65 для молодых интрузивных и эффузивных пород)
Песок, суглинок, глина (по А.Д. Потапову)	Расчетное сопротивление R_u, кГ/см2	Скорость *p*-волн V_p, м/с	$R_u = 0{,}265 + 7{,}04 \cdot 10^{-4} + 8{,}439 \cdot 10^{-6} V_p^2$
Физические характеристики			
Пески любой степени влажности (по В.И. Бондареву)	Плотность сухого грунта ρ_d, г/см^3	Скорость *p*-волн $_p$, м/с	$\rho_d = 1{,}013\ V_p^{0{,}125} - 0{,}390$ $\rho_d = 0{,}332 \cdot 10^{-3} V_p + 1{,}660$
Лесс (по Н.Н. Горяинову и Т.А. Поляковой)	Плотность сухого грунта ρ_d, г/см^3	Скорость поперечных волн V_s, м/с	$\rho_d = 1{,}19 + 475 \cdot 10^{-6} V_s$
Песчаные грунты выше УГВ (по В.И. Бондареву)	Коэффициент пористости *e*	Динамический модуль Юнга $E_д$, МПа	$e = 37{,}5 / E_д + 0{,}364$
	Пористость *n*, %	Динамический модуль Юнга $E_д$, МПа	$n = (15{,}58 / E_д + 0{,}198) \cdot 100$

Примечание — Физико-механические характеристики грунтов, полученные геофизическими методами, являются оценочными (предварительными), должны уточняться лабораторными и (или) полевыми исследованиями грунтов и не могут использоваться для определения нормативных и расчетных значений характеристик грунтов.

Приложение Д

Виды и объемы инженерно-геофизических исследований

Таблица Д.1 — Виды и объемы геофизических исследований при инженерных изысканиях для подготовки документации по видам градостроительной деятельности

Вид градостроительной деятельности	Электроразведка			Сейсморазведка			Магниторазведка, гравиразведка		Газово-эманационная съемка		Скважинные методы
	Профилирование		Зондирование	Профилирование		Зондирование (СЗ)	Расстояние между профилями, м	Шаг по профилю, м	Расстояние между профилями, м	Шаг по профилю, м	Кол-во точек на 1 км^2
	Расстояние между профилями, м	Шаг по профилю, м	Кол-во физических наблюдений на 1 км^2	Расстояние между профилями, м	Шаг по профилю, м	Кол-во на 1 км^2					
Изучение в плане и разрезе геологических границ, обусловленных сменой литологического состава, степени трещиноватости, обводненности грунтов, состояния (талого, мерзлого) и др.											
Планировка территории и выбор площадки	500—750	10—20	10—20	500—750	10—20	5—10	—	—	—	—	2—10
Проектная документация — первый и второй этапы	50—250	5—10	20—50	50—250	2—10	10—20	—	—	—	—	10—50
Обнаружение и изучение в плане и разрезе локальных неоднородностей, связанных с результатами тектонической деятельности, процессами выветривания, карстообразования, мерзлотными явлениями, техногенным воздействием и др.											
Планировка территории и выбор площадки	100—500	10—20	20—50	100—500	10—20	20—50	20—100	2,5—5,0	25—50	5—10	2—15
Проектная документация — первый и второй этапы	25—50	5—10	50—100	20—50	2—5	100—500	5—10	1,0—2,5	10—20	5—10	25—100

Окончание таблицы Д.1

Вид градостроительной деятельности	Электроразведка			Сейсморазведка			Магниторазведка, гравиразведка		Газово-эманационная съемка		Скважинные методы
	Профилирование		Зондирование	Профилирование		Зондирование (СЗ)	Расстояние между профилями, м	Шаг по профилю, м	Расстояние между профилями, м	Шаг по профилю, м	Кол-во точек на 1 км^2
	Расстояние между профилями, м	Шаг по профилю, м	Кол-во физических наблюдений на 1 км^2	Расстояние между профилями, м	Шаг по профилю, м	Кол-во на 1 км^2					
Определение состава, строения, состояния и получения электрофизических и упругих свойств грунтов											
Планировка территории и выбор площадки	—	—	С	—	—	С	—	—	—	—	2—15
Проектная документация — первый и второй этапы	—	—	С	—	—	С	—	—	—	—	15—100
Изучение геологических и инженерно-геологических процессов											
Планировка территории и выбор площадки	160—500	10—20	20—50	20—50	2—5	10—20	20—100	2,5—5,0	25—50	5—10	—
Проектная документация — первый и второй этапы	25—50	5—10	50—100	50—100	2—5	20—50	2—10	1,0—2,5	10—20	5—10	2—10

Примечания

1 При назначении объемов необходимо учитывать количество профилей и точек наблюдений, выполненных ранее.

2 Густота сети в пределах указанных диапазонов зависит от масштабов съемки, определяемых сложностью инженерно-геологических условий, уровнем ответственности проектируемого сооружения и этапом выполнения изысканий.

3 Знак «С» означает, что определения выполняются по дополнительному требованию в задании.

Приложение Е

Методы полевых исследований свойств грунтов и задачи, решаемые при их использовании

Таблица Е.1 — Методы полевых исследований свойств грунтов и задачи, решаемые при их использовании

Методы полевых исследований грунтов	Задачи полевых исследований грунтов						Грунты			Стандарт
		Определение показателей								
	Расчленение геологического разреза и выделение ИГЭ	физических характеристик грунтов	деформационных свойств грунтов	прочностных свойств грунтов	показателей сопротивления грунтов основания свай	оценка возможности погружения свай в грунты и несущей способности сваи	Крупнообломочные	Песчаные	Глинистые	
Статическое зондирование	+	+	+	+	+	+	—	+	+	ГОСТ 19912
Динамическое зондирование	+	+	+	+	—	+	—	+	+	ГОСТ 19912
Испытание штампом	—	—	+	—	—	—	+	+	+	ГОСТ 20276
Испытание прессиометром	—	—	+	—	—	—	—	+	+	ГОСТ 20276
Испытание дилатометром	—	—	+	—	—	—	—	+	+	ГОСТ 20276
Испытание на срез целиков грунта (крупногабаритных монолитов)	—	—	—	+	—	—	+	+	+	ГОСТ 20276
Вращательный срез	+	—	—	+	—	—	—	—	+	ГОСТ 20276
Испытание эталонной сваей	—	—	—	—	+	+	+	+	+	ГОСТ 5686
Испытание натурных свай	—	—	—	—	+	+	+	+	+	ГОСТ 5686

Примечание — В настоящей таблице применены следующие обозначения:
«+» — исследования выполняют;
«—» — исследования не выполняют.

Приложение Ж

Определение физико-механических характеристик грунтов по результатам статического и динамического зондирования

Ж.1 При определении физико-механических характеристик грунтов в качестве показателей зондирования следует принимать:

- при статическом зондировании (по ГОСТ 19912) значения q_c — удельное сопротивление грунта под наконечником (конусом) зонда [сопротивление грунта наконечнику (конусу) зонда при статическом зондировании, отнесенное к площади основания наконечника (конуса) зонда];
- при динамическом зондировании (по ГОСТ 19912) значения p_d — условное динамическое сопротивление грунта погружению зонда.

Ж.2 При определении физико-механических характеристик грунтов не могут быть использованы показатели зондирования, полученные на глубинах менее 1 м, а также полученные с использованием малогабаритных зондов.

Ж.3 Определяемые по настоящему приложению характеристики относятся к кварцевым и кварцево-полевошпатовым песчаным грунтам четвертичного возраста со значением удельного сцепления менее 0,01 МПа и к четвертичным глинистым грунтам с содержанием органических веществ менее 10 %.

Ж.4 Определение физико-механических характеристик грунтов по данным статического зондирования следует выполнять по таблицам Ж.1—Ж.4.

Ж.5 Определение физико-механических характеристик грунтов по данным динамического зондирования следует выполнять по таблицам Ж.5 и Ж.6. Приведенные в таблицах Ж.5 и Ж.6 зависимости не распространяются на пылеватые водонасыщенные пески.

Ж.6 Определение вероятности разжижения песков при динамических нагрузках следует выполнять по таблице Ж.7. Приведенные в таблице Ж.7 зависимости не используются при определении вероятности разжижения песков континентального шельфа.

Таблица Ж.1 — Определение плотности сложения песков по данным статического зондирования

Пески	Плотность сложения песков		
	Плотные	Средней плотности	Рыхлые
	при q_c, МПа		
Крупные и средней крупности независимо от влажности	Более 15	От 5 до 15	Менее 5
Мелкие независимо от влажности	Более 12	От 4 до 12	Менее 4
Пылеватые			
- малой и средней степени водонасыщения	Более 10	От 3 до 10	Менее 3
- водонасыщенные	Более 7	От 2 до 7	Менее 2

Таблица Ж.2 — Определение нормативного модуля деформации песчаных грунтов E по данным статического зондирования

Пески	Нормативный модуль деформации песчаных грунтов E при q_c, МПа									
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Все генетические типы, кроме аллювиальных и флювиогляциальных	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
Аллювиальные и флювиогляциальные	17	20	22	25	28	30	33	36	38	41

Таблица Ж.3 — Определение нормативного угла внутреннего трения песчаных грунтов φ по данным статического зондирования

q_c, МПа	Нормативный угол внутреннего трения песчаных грунтов φ, град, при глубине зондирования, м	
	2	5 и более
1,5	28	26
3	30	28

Окончание таблицы Ж.3

q_c, МПа	Нормативный угол внутреннего трения песчаных грунтов φ, град, при глубине зондирования, м	
	2	5 и более
5	32	30
8	34	32
12	36	34
18	38	36
26	40	38
Примечание — Значения угла внутреннего трения φ в интервале глубин от 2 до 5 м определяется интерполяцией.		

Таблица Ж.4 — Определение нормативных значений модуля деформации *E*, угла внутреннего трения φ и удельного сцепления *C* глин, суглинков и супесей (кроме грунтов ледникового комплекса) по данным статического зондирования

q_c, МПа	Нормативные значения модуля деформации *E*, угла внутреннего трения φ и удельного сцепления *C* суглинков, глин и супесей (кроме грунтов ледникового комплекса)							
	E, МПа (для глин и суглинков)	Глины		Суглинки		Супеси		
		φ, град	*C*, МПа	φ, град	*C*, МПа	*E*, МПа	φ, град	*C*, МПа
0,5	3,5	14	0,25	16	0,14	—	—	—
1	7	17	0,30	19	0,17	7	19	0,10
2	14	18	0,35	21	0,23	12	22	0,12
3	21	20	0,40	23	0,29	16	25	0,15
4	28	22	0,45	25	0,35	20	27	0,17
5	35	24	0,50	26	0,41	25	29	0,20
6	42	25	0,55	27	0,47	30	30	0,22
7	—	—	—	—	—	35	31	0,24

Таблица Ж.5 — Определение плотности сложения песков по данным динамического зондирования

Пески	Плотность сложения песков		
	Плотные	Средней плотности	Рыхлые
	при p_d, МПа		
Крупные и средней крупности независимо от влажности	Свыше 9,8	2,7—9,8	Менее 2,7
Мелкие:			
- маловлажные и влажные	Свыше 8,6	2,3—8,6	Менее 2,3
- водонасыщенные	Свыше 6,6	1,6—6,6	Менее 1,6
Пылеватые маловлажные и влажные	Свыше 6,6	1,6—6,6	Менее 1,6

Т а б л и ц а Ж.6 — Определение нормативных значений модуля деформации E и угла внутреннего трения φ песков по данным динамического зондирования

Пески	Характеристики свойств грунтов	Нормативные E, МПа, и φ, град, при p_d, МПа									
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Все генетические типы, кроме аллювиальных и флювиогляциальных:											
- крупные и средней крупности независимо от влажности	E φ	21 31	31 34	39 36	45 38	51 39	55 40	59 41	62 42	64 43	66 43
- мелкие независимо от влажности	E φ	15 29	23 32	30 33	34 35	39 36	42 37	45 38	48 39	51 40	53 41
- пылеватые (неводонасыщенные)	E φ	10 27	18 29	23 31	27 32	30 33	33 34	36 35	38 36	40 37	42 37
Аллювиальные и флювиогляциальные	E	15	24	32	41	49	57	65	73	81	89

Т а б л и ц а Ж.7 — Определение вероятности разжижения песков при динамических нагрузках

p_d, МПа		Вероятность разжижения песков при динамических нагрузках
Среднее	Минимальное	
Менее 1,5	Менее 0,5	Большая вероятность разжижения (пески рыхлого сложения, сцепление практически отсутствует)
От 1,5 до 2,7	От 0,5 до 1,1	Разжижение возможно (пески рыхлые или средней плотности со слаборазвитым сцеплением)
От 2,7 до 3,8	От 1,1 до 1,6	Вероятность разжижения невелика (пески средней плотности с развитым сцеплением)
Более 3,8	Более 1,6	Разжижение песков практически невозможно (пески плотные и средней плотности с хорошо развитым сцеплением)
П р и м е ч а н и е — Оценку разжижаемости песков проводят по средним значениям p_d. Учет минимальных значений повышает достоверность прогноза.		

Приложение И

Виды и продолжительность откачек и наливов в гидрогеологических скважинах

Таблица И.1 — Виды и продолжительность откачек и наливов в гидрогеологических скважинах

Вид	Задачи	Продолжительность
Прокачка	Очистка ствола после бурения, посадки фильтра для устранения кольматации и отбора проб на химический анализ	От 2 до 6 ч и до осветления воды и прекращения выноса шлама
	Определение установившегося УПВ	До 1—2 ч. Восстановление до стабилизации УПВ (не менее 2 ч)
Пробная откачка или налив (нагнетание) с одним или несколькими значениями дебита	Корректировка конструкции и характеристик планируемой опытной откачки или налива: дебит, динамический уровень воды, длительность	2—4 ч на каждой ступени понижения (повышения). Восстановление 0,5—1 сут
	Определение связи дебита ступенчатой откачки, налива или нагнетания с понижением или повышением напора	До стабилизации режима каждой ступени в течение 0,5—1 ч
Опытная одиночная откачка или налив	Оценка ориентировочных значений проводимости и коэффициента фильтрации	Не менее 8 и до 24 ч. Восстановление не менее 1 сут
Опытная кустовая откачка или налив	Определение проводимости, коэффициентов фильтрации, упругой емкости, коэффициента перетока (параметра перетекания)	Не менее 3 сут, с полным восстановлением
	Оценка сопротивления ложа водоема, гравитационной емкости, уровнепроводности	Не менее одной-двух недель и более, с полным восстановлением
Примечание — Задачи и продолжительность испытаний приведены в соответствии с ГОСТ 23278.		

Приложение К

Методы определения гидрогеологических параметров и характеристик

Таблица К.1 — Методы определения гидрогеологических параметров и характеристик при инженерно-геологических изысканиях

Гидрогеологические параметры и характеристики	Методы определения
Проводимость, коэффициент фильтрации	Опытные откачки и наливы в скважинах, колодцах, шурфах. Лабораторные определения (для песчаных грунтов). Анализ фондовых материалов опытно-фильтрационных работ
Упругая емкость, коэффициент перетока (параметр перетекания)	Кустовые опытные откачки и опытные наливы в скважинах
Гравитационная емкость	Кустовые опытные откачки и опытные наливы в скважинах. Наблюдения за УГВ при нестационарном режиме
Фильтрационное сопротивление ложа водотока, дрены	Кустовые опытные откачки и опытные наливы в скважинах. Меженная съемка УПВ и уровня поверхностных вод. Режимные наблюдения за УГВ по лучам скважин и уровнем поверхностных вод по водопостам
Удельное водопоглощение, удельный дебит	Поинтервальные наливы и нагнетания воды в скважины. Поинтервальные откачки из скважин. Расходометрия скважин
Мощность водоносного горизонта, пласта, слоя. Положение проводящей зоны. Мощность разделяющего горизонта, слоя	Гидрогеологическое бурение. Анализ литолого-фациального состава, трещиноватости горных пород. Расходометрия скважин
Гидродинамические характеристики потока подземных вод: поле напоров, гидравлические градиенты	Режимные наблюдения за УПВ. Анализ карты гидроизогипс (гидроизопьез). Меженная съемка УПВ
Инфильтрационное питание грунтовых вод	Режимные наблюдения за УГВ. Балансовые гидрогеологические и гидрометеорологические расчеты (специальные исследования). Анализ фондовых материалов по оценке поверхностного и подземного стока
Примечание — Методы полевых испытаний грунтов для определения гидрогеологических параметров и характеристик указаны в соответствии с ГОСТ 23278.	

Приложение Л

Виды лабораторных определений состава, характеристик физических и механических свойств грунтов

Таблица Л.1 — Виды лабораторных определений состава, характеристик физических и механических свойств грунтов

Виды лабораторных определений	Грунты				Стандарт на методы определения
	Скальные	Крупнообломочные	Песчаные	Глинистые	
Гранулометрический состав	—	+	+	С	ГОСТ 12536
Минеральный состав	С	С	С	С	—
Валовой химический состав	С	—	С	С	—
Суммарное содержание: - легкорастворимых солей	—	С	+	+	ГОСТ 26423
- среднерастворимых солей	—	С	С	С	—
Емкость поглощения и состав обменных катионов	—	—	—	С	—
Относительное содержание органических веществ	—	С	+	+	ГОСТ 23740
Природная влажность	С	+ (для заполнителя)	+	+	ГОСТ 5180
Плотность	+	+ (для заполнителя)	+	+	ГОСТ 5180
Максимальная плотность (стандартное уплотнение)	—	С	С	С	ГОСТ 22733
Плотность в предельно плотном и рыхлом состояниях	—	С	С	—	ГОСТ 25584—2016 (подпункт 4.2.3.4); ГОСТ 5180
Плотность частиц грунта	—	+	+	+	ГОСТ 5180
Границы текучести и раскатывания	—	+ (с глинистым заполнителем более 30 %)	—	+	ГОСТ 5180
Угол естественного откоса	—	—	С	—	—
Коэффициент фильтрации	—	—	С	С	ГОСТ 25584
Коэффициент размягчаемости в воде	С	—	—	С	Расчетом по ГОСТ 25100
Растворимость	С	—	—	—	—
Коэффициент выветрелости	С	С	—	—	Расчетом по ГОСТ 25100
Коррозионная агрессивность грунтов к поверхности подземных (в том числе подводных с заглублением в дно) стальных сооружений	—	+	+	+	ГОСТ 9.602
Показатели деформационных свойств методом компрессионного сжатия	—	С	С	+	ГОСТ 12248
Динамические свойства дисперсных грунтов	—	—	С	С	ГОСТ Р 56353

Окончание таблицы Л.1

Виды лабораторных определений	Грунты				Стандарт на методы определения
	Скальные	Крупнообломочные	Песчаные	Глинистые	
Показатели прочностных и деформационных свойств методом трехосного сжатия	—	С	С	+	ГОСТ 12248
Показатели прочностных свойств методом одноплоскостного среза	—	С	С	+	ГОСТ 12248
Набухание и усадка	—	—	—	+	ГОСТ 12248
Относительная деформация просадочности	—	—	—	+	ГОСТ 23161
Касательные силы морозного пучения грунтов	—	—	+	+	ГОСТ Р 56726
Степень пучинистости грунтов	—	+ (с содержанием глинистого заполнителя более 10 % масс.)	+ (с содержанием частиц мельче 0,05 мм более 2 % масс.)	+	ГОСТ 28622
Сопротивление одноосному сжатию	+	С	—	С	ГОСТ 12248
Предел прочности на одноосное сжатие скальных и глинистых грунтов	+	—	—	С	ГОСТ 12248; ГОСТ 21153.2 (для скальных грунтов)

Примечания

1 В настоящей таблице применены следующие обозначения:

«+» — определения выполняются;

«—» — определения не выполняются;

«С» — определения выполняются по дополнительному требованию в задании.

2 Для определения минерального, валового и химического составов, суммарного содержания легкорастворимых и среднерастворимых солей, емкости поглощения и состава обменных катионов при отсутствии стандартов пользуются аттестованными методиками, внесенными в Государственный реестр методик количественного химического анализа и оценки состояния объектов окружающей среды, допущенных для государственного экологического контроля и мониторинга. В отсутствие методики ее разрабатывают и аттестовывают в установленном порядке.

3 При выполнении изысканий для дорожного строительства определение гранулометрического состава глинистых грунтов обязательно.

4 Виды лабораторных определений физико-механических и теплофизических свойств многолетнемерзлых, промерзающих и оттаивающих грунтов указаны в нормативных документах, определяющих правила производства работ в районах распространения многолетнемерзлых грунтов.

Приложение М

Показатели физических свойств и химического состава природных вод и методы их лабораторных определений

Таблица М.1 — Сокращенные наименования лабораторных методов

Принятое обозначение	Наименование метода
ААС	Атомно-абсорбционная спектрофотометрия
АЭС с ИСП	Атомно-эмиссионная спектрофотометрия с индуктивно связанной плазмой
ИХ	Ионная хроматография
К	Комплексонометрия
КЭ	Капиллярный электрофорез
О	Органолептика
П	Потенциометрия
ПМА	Полевой метод анализа
Т	Титриметрия
ТБ	Турбидиметрия
Ф	Фотометрия

Таблица М.2 — Показатели физических свойств и химического состава природных вод и методы их лабораторных определений при инженерно-геологических изысканиях

Показатели физических свойств и химического состава воды	Вид химического анализа воды		Метод определения (стандарт)
	Стандартный	Полный	
Физические свойства			
Температура в момент взятия пробы, °С	—	+	ПМА (ГОСТ 24902)
Запах при температуре, °С			
20	+	+	О (ГОСТ Р 57164)
60	—	+	О (ГОСТ Р 57164)
Вкус и привкус при температуре 20 °С	—	+	О (ГОСТ Р 57164)
Цветность	+	+	О, Ф (ГОСТ 31868)
Мутность	+	+	Ф (ГОСТ Р 57164)
Химический состав			
Водородный показатель pH	+	+	П (ГОСТ Р 51232)
Сухой остаток	+	+	ГОСТ 18164
Гидрокарбонаты	+	+	Т (унифицированный)
Карбонаты	+	+	Т (унифицированный)
Сульфаты	+	+	ТБ, К (ГОСТ 4389) КЭ, ИХ (ГОСТ 31867) КЭ*
Хлориды	+	+	Т (ГОСТ 4245) КЭ, ИХ (ГОСТ 31867) КЭ*

Окончание таблицы М.2

Показатели физических свойств и химического состава воды	Вид химического анализа воды		Метод определения (стандарт)
	Стандартный	Полный	
Кальций	+	+	К (унифицированный) ААС, АЭС с ИСП (ГОСТ 31870) КЭ (ГОСТ 31869, *)
Натрий	—	+	
Калий	—	+	
Магний	+	+	
Литий, барий, стронций	—	+	
Натрий + калий	По расчету	—	—
Жесткость: - общая - карбонатная - постоянная	По расчету	По расчету	К, ААС, АЭС с ИСП (ГОСТ 31954) — —
Углекислота свободная	+	+	Ф (унифицированный)
Углекислота агрессивная	—	—	Ф (унифицированный). Определяется по отдельному требованию в задании
Окисляемость перманганатная	+	+	Т (унифицированный)
Кремнекислота	—	+	Т (унифицированный)
Соединения азота: - нитраты - нитриты - аммоний	 + + +	 + + +	 Ф (ГОСТ 33045) КЭ, ИХ (ГОСТ 31867) КЭ*
Железо: - общее - закисное - окисное	 — + +	 + + +	 Ф (ГОСТ 4011) ААС, АЭС с ИСП (ГОСТ 31870) Ф (унифицированный) Ф (унифицированный)
Фосфаты	—	+	КЭ, ИХ (ГОСТ 31867) КЭ*
Фториды	+	+	

* Метод определения принимают по методикам, внесенным в Государственный реестр методик количественного химического анализа и оценки состояния объектов окружающей среды, допущенных для государственного экологического контроля и мониторинга.

Примечания

1 Показатели химического состава воды допускается определять другими методами при обосновании в программе.

2 Для показателей, не указанных в настоящей таблице, применяют методики, отвечающие требованиям нормативных документов, а при их отсутствии методику разрабатывают и аттестовывают в установленном порядке.

3 Обозначения методов определения приведены по таблице М.1.

Приложение Н

Виды инженерно-геологических исследований в составе специальных инженерных изысканий

Н.1 Геотехнические исследования

Геотехнические исследования выполняют на втором этапе инженерно-геологических изысканий для подготовки проектной документации объектов капитального строительства, а также при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений.

Геотехнические исследования выполняют, как правило, при проектировании особо опасных, технически сложных и уникальных объектов, при инженерно-геологических изысканиях в сложных инженерно-геологических условиях, а также при строительстве в стесненных условиях застройки.

Геотехнические исследования могут включать:

- специальные исследования отдельных характеристик грунтов, методика определения которых отсутствует в действующих стандартах;
- решение прогнозных задач;
- проведение работ на опытных участках.

Необходимость выполнения тех или иных видов геотехнических работ обосновывается в программе инженерно-геологических изысканий. Для выполнения отдельных видов геотехнических исследований допускается привлекать профильные организации.

Специальные исследования характеристик грунтов могут включать:

- исследования характеристик грунтов (полевые и лабораторные) по отдельным программам для расчета оснований фундаментов и конструкций зданий и сооружений;
- получение исходных данных для численного моделирования грунтовых оснований зданий и сооружений (с учетом напряженно-деформируемого состояния грунтов в основании зданий и сооружений окружающей застройки);
- проведение полевых испытаний грунтов на больших глубинах с применением специальных методик и оборудования.

Параметры грунтов, необходимые для геотехнических расчетов и моделирования грунтовых оснований в зависимости от решаемых задач и используемых моделей, указываются заказчиком в задании.

При выполнении специальных исследований характеристик грунтов при назначении глубины, количества и расположения скважин следует учитывать размеры расчетной модели в плане и по глубине. Размеры расчетной модели указывают в задании.

Прогнозные задачи могут включать:

- прогноз изменения несущих свойств грунтов основания с учетом прогнозных изменений гидрогеологических условий;
- прогноз изменения напряженно-деформированного состояния грунтов в результате возведения ограждения котлована и строительства сооружения.

Работы на опытных участках могут включать:

- статические и динамические испытания свай;
- устройство и испытания фрагментов оснований и фундаментов и др.

Н.2 Обследование состояния грунтов оснований зданий и сооружений

Н.2.1 Обследование состояния грунтов оснований существующих зданий и сооружений выполняют в составе специальных изысканий — обследования состояния грунтов оснований зданий и сооружений, их строительных конструкций.

Обследование состояния грунтов оснований фундаментов существующих зданий и сооружений следует проводить в период строительства, эксплуатации, реконструкции (в том числе надстройки, перестройки, расширения объекта капитального строительства и технического перевооружения) в случаях, когда в прилегающей к ним зоне возможны негативные воздействия или проводят следующие виды работ:

- проходка котлованов и траншей, прокладка подземных коммуникаций, пешеходных и транспортных тоннелей ниже глубины заложения существующих фундаментов, особенно с применением водопонижения и без крепления стенок котлованов и траншей;
- строительство новых зданий, вызывающих дополнительные напряжения, перераспределение напряжений и перемещения грунта в активной зоне фундаментов существующих зданий;
- работы по устройству стен в грунте, забивка шпунта или свай вблизи существующих зданий с передачей на их основание динамических нагрузок;
- динамические воздействия от авто- и железнодорожного транспорта, линий метрополитена, оборудования, устанавливаемого в сооружениях и промышленных установках, расположенных вблизи существующих зданий.

Н.2.2 При обследовании необходимо определять изменение инженерно-геологических условий за период строительства и эксплуатации зданий и сооружений в целях получения данных для решения следующих задач:

- определение возможности реконструкции зданий и сооружений (расширения, пристройки, надстройки, встройки этажа, технического перевооружения и т. д.) с увеличением временных и постоянных нагрузок на фундаменты;
- установление причин деформаций и разработка мер для предотвращения их дальнейшего развития, а также восстановление условий нормальной эксплуатации зданий и сооружений;
- определение возможности и условий достройки зданий и сооружений после длительной консервации их строительства;
- определение состояния мест примыкания зданий-пристроек к существующим и разработка мер по обеспечению их устойчивости;
- установление причин затапливания и подтапливания подвалов и других подземных сооружений.

Н.2.3 В составе работ по обследованию состояния грунтов оснований зданий и сооружений выполняются:
- сбор, изучение и систематизация материалов изысканий и исследований прошлых лет;
- рекогносцировочное обследование;
- проходка и опробование инженерно-геологических выработок;
- инженерно-геофизические исследования;
- полевые исследования грунтов;
- гидрогеологические исследования;
- лабораторные исследования свойств грунтов, определение физических свойств и химического состава подземных и поверхностных вод и (или) водных вытяжек из грунтов;
- инженерно-геокриологические исследования в районах распространения многолетнемерзлых грунтов;
- изучение опасных геологических и инженерно-геологических процессов, являющихся возможной причиной деформаций фундаментов.

Работы выполняются с учетом требований ГОСТ 31937—2011 (подраздел 5.2).

Обследование грунтов оснований зданий и сооружений следует выполнять в комплексе с обследованием их фундаментов.

Н.2.4 Сбору и обработке, помимо сведений и материалов, регламентируемых 5.3.1, подлежат:
- материалы по технической мелиорации грунтов основания и их закреплению, усилению фундаментов;
- сведения о типах, размерах фундаментов существующих зданий и сооружений, наличии подвалов, подземных сооружений (в том числе подземных коммуникаций, стен в грунте, неизвлеченных шпунтовых ограждений, дренажей) и о других заглубленных сооружениях и их состоянии;
- сведения о наличии оборудования с повышенной вибрацией и с другими динамическими нагрузками, об источниках блуждающих токов;
- сведения по истории застройки обследуемых зданий и сооружений и смежных территорий в целях выявления старых фундаментов, участков с грунтами, уплотненными ранее существовавшей застройкой;
- данные обследований (в разные годы) технического состояния зданий и сооружений в пределах границ изучаемой площадки, включая данные о деформациях зданий и сооружений;
- сведения об осуществлявшейся инженерной защите территории, зданий и сооружений от опасных геологических процессов, в том числе от подтопления, и ее эффективности;
- архивные проектные материалы, содержащие данные об отметках заложения фундаментов, их конструкции, проектных планировочных отметках, расчетных давлениях на грунты основания;
- данные о режиме и технологии производственных процессов для установления факторов, отрицательно воздействующих на грунты основания (утечки из водонесущих коммуникаций, затопление подвалов, протечки агрессивных производственных жидкостей);
- сведения о загрязнении геологической среды промышленными стоками и твердыми отходами, о наличии дренажной сети и ее состоянии;
- сведения о наличии наблюдательной сети за УПВ и составом подземных вод, деформациями и осадками зданий и сооружений в пределах площадки строительства или вблизи ее границ.

На основании анализа собранных материалов проводят оценку сложившейся природно-техногенной обстановки, динамики и характера техногенных изменений инженерно-геологических условий, а также оценку информативности материалов изысканий прошлых лет и возможности их использования в дальнейших работах.

Н.2.5 В задачу рекогносцировочного обследования дополнительно к требованиям 5.5 входят:
- выявление дефектов планировки территории, развития заболоченности, подтопления, просадок поверхности земли и других проявлений изменения геологической среды;
- визуальный внешний осмотр и фотографирование наружных и внутренних стен реконструируемых и соседних с ними стен зданий и сооружений в целях определения конструктивных элементов, имеющих деформации, оценки характера деформаций и установления их причин;
- установление наличия и состояния подвалов, подземных галерей, технических подполий в обследуемых зданиях, траншей, котлованов, отвалов грунта рядом с обследуемыми зданиями и сооружениями;
- определение мест расположения вводов и выпусков водонесущих инженерных сетей, системы и состояния ливневой канализации, наличия дренажей, водопонизительных систем, противофильтрационных устройств, состояния гидроизоляции и отмосток;
- установление при возможности наличия засыпанных оврагов, свалок, карьеров, ручьев с указанием ориентировочной мощности насыпных грунтов. В процессе рекогносцировочного обследования следует отмечать выходы и скопления производственных и сточных вод, места слива нефтепродуктов и других загрязняющих веществ.

При рекогносцировочном обследовании следует проводить опрос работников служб эксплуатации об имевших место аварийных ситуациях.

Рекогносцировочное обследование объекта и прилегающей территории, осмотр мест усиления фундаментов, оценку состояния систем инженерной защиты территории и сооружений (дренаж, подпорные стенки и т. д.) рекомендуется проводить совместно с лицами, осуществляющими разработку проектной документации, эксплуатацию и строительство.

Н.2.6 По результатам сбора, обработки и анализа материалов изысканий прошлых лет, других фондовых материалов, рекогносцировочного обследования, при необходимости, составляют предварительную карту инженерно-геологических условий изучаемой территории. На карте, дополнительно к требованиям 5.14, следует отражать изменения инженерно-геологических условий.

Предварительную карту инженерно-геологических условий используют в процессе дальнейших изысканий при выборе методики и объемов выполнения проходки инженерно-геологических выработок, полевых исследований грунтов, геофизических, гидрогеологических, лабораторных и других исследований для установления техногенных изменений геологической среды и получения необходимых данных для проектирования.

Н.2.7 Виды и способы проходки инженерно-геологических выработок должны обеспечивать возможность детального обследования грунтов основания ниже подошвы фундамента и отбора образцов для определения показателей физико-механических свойств грунтов, подвергшихся воздействию техногенных нагрузок, и за пределами зоны их влияния.

Выбор вида инженерно-геологических выработок проводят в соответствии с 5.6, с учетом условий подъезда и размещения оборудования в стесненных условиях существующей застройки (в том числе в подвальных помещениях), размещения строительных котлованов, мест возникновения аварийных ситуаций, а также условий залегания, состава и состояния грунтов, наличия подземных вод, опасных геологических и инженерно-геологических процессов.

При бурении скважин в стесненных условиях (особенно в подвальных помещениях) рекомендуется использовать малогабаритные установки, отвечающие требованиям шумо-, пыле- и газозащиты людей.

При проходке шурфов их следует располагать таким образом, чтобы короткая сторона шурфа вскрывала фундамент. Во всех пройденных шурфах необходимо выполнять описание грунтов под фундаментами, отражать состояние контакта фундаментов с грунтами, проводить фотографирование и (или) зарисовку (развертку) стенок шурфа в масштабе 1:20 или 1:50.

Глубина шурфов, расположенных около фундаментов, не должна превышать глубины заложения подошвы ее чем на 0,5—1,0 м. При глубине шурфов до 1,5; 1,5—2,5 и более 2,5 м рекомендуемая площадь сечения составляет 1,25; 2,0 и 2,5 м^2 соответственно.

Количество шурфов должно быть согласовано со специалистами, выполняющими обследование строительных конструкций зданий и сооружений.

Монолиты необходимо отбирать из каждой разновидности грунта непосредственно из-под подошвы фундамента и с противоположной стенки шурфа.

Исследование и опробование грунтов ниже подошвы фундамента проводят в скважинах, которые следует бурить со дна шурфа либо вблизи него.

При большой глубине залегания подошвы фундаментов, а также при плитном типе фундамента бурение скважин рекомендуется выполнять через фундамент.

Глубину инженерно-геологических скважин назначают, исходя из глубины сжимаемой толщи основания, конструктивных особенностей здания и сложности инженерно-геологических условий.

По окончании работ скважины должны быть затампонированы, а шурфы засыпаны извлеченным из них грунтом с послойным уплотнением. В случаях, когда извлеченный грунт намок, промерз или перемешался со строительным или бытовым мусором, обратную засыпку следует выполнять маловлажным местным грунтом.

Нарушенные при изысканиях покрытия отмосток, противонапорной гидроизоляции пола, защитных слоев, предохраняющих грунты основания и фундаменты, необходимо восстановить после завершения работ. Выполнение этих работ должен организовывать заказчик.

Схему размещения, количество горных выработок и глубину проходки следует устанавливать в программе работ с учетом требуемой детальности изучения инженерно-геологических условий исследуемой территории.

При проходке инженерно-геологических выработок должны быть выполнены мероприятия по сохранению структуры и состояния грунтов основания существующих фундаментов (предотвращению замачивания, промерзания, вымывания, разрыхления и др.).

Отбор образцов грунтов и подземных вод должен соответствовать требованиям 5.6.3. Отбор образцов следует выполнять из каждой разновидности грунтов в зоне влияния фундамента и вне ее пределов. При этом необходимо учитывать, что все грунты, оказавшиеся в зоне влияния техногенных воздействий, меняют свое напряженное состояние и свойства, вследствие чего в пределах одного ИГЭ, выделенного ранее при изысканиях для строительства, ко времени обследования грунтов основания могут возникнуть несколько новых ИГЭ, различающихся состоянием, механическими свойствами, а иногда и составом.

Н.2.8 Геофизические исследования рекомендуется выполнять для решения следующих задач:

- поиска пустот, древних эрозионных врезов, захороненных конструкций (старых фундаментов), погребенных древних колодцев, свалок, захоронений, заброшенных и не используемых по назначению коллекторов и других коммуникаций;

- изучения опасных геологических и инженерно-геологических процессов;

- расчленения разреза, в том числе разделения толщи грунтов на слои с различной степенью уплотнения и упрочнения под фундаментами и вне их пределов;

- определения глубины погружения свай;

- выявления и оконтуривания участков утечек воды из подземных коммуникаций на застроенной территории или в непосредственной близости от нее.

Выбор геофизических методов выполняют в соответствии с рекомендациями 5.7.

В связи с насыщенностью застроенных площадок подземными коммуникациями и электрокабелями, наличием вибрационных помех возможность и условия применения электро- и сейсморазведочных методов должны быть обоснованы в программе работ.

Следует использовать помехоустойчивую аппаратуру, фильтры, не пропускающие наиболее вероятные частоты стабильных помех (в частности, 50 Гц), практиковать работу в ночное время суток, в том числе из-за движения транспорта.

Следует также использовать комплекс геофизических методов, разные составляющие которого нечувствительны к следующим видам помех: к электрическим помехам менее чувствительны сейсмические методы, виброметрия; к вибрационным — электрометрия.

Аномальные зоны, выявленные по данным геофизических исследований, следует подтверждать и корректировать другими методами исследования (шурфованием, бурением инженерно-геологических выработок, статическим зондированием).

Состав геофизических исследований, объемы работ (сеть, число точек), тип и размеры применяемых установок следует устанавливать в программе изысканий, исходя из детальности изучения инженерно-геологических условий и особенностей геоэлектрического разреза.

Н.2.9 Полевые методы исследования грунтов, применяемые в соответствии с 5.8, могут быть использованы в полном объеме при обследовании грунтов оснований зданий и сооружений.

Зондирование грунтов применяют для выделения различных по плотности и прочности зон под фундаментами зданий и сооружений и вне их пределов, оценки пространственной изменчивости свойств грунтов. Допускается выполнение зондирования в горизонтальном и наклонном направлениях из шурфов для выявления неоднородностей грунтов основания под существующими фундаментами (пустот, разложившейся древесины старых деревянных свай и т. п.). Для зондирования в стесненных условиях рекомендуется использовать малогабаритные установки.

Н.2.10 Гидрогеологические исследования при инженерно-геологических изысканиях следует выполнять в соответствии с задачами, составом работ и требованиями к их выполнению, указанными в 5.9 и 7.2.23.

Гидрогеологические расчеты (5.9.10), специальные гидрогеологические исследования (5.9.8), включая расчеты деформаций и процессов, обусловленных подземными водами, прогнозная оценка (5.9.11) выполняются в объеме, указанном в задании, в зависимости от уровня ответственности сооружения и сложности природных и технических условий.

Опытно-фильтрационные работы не следует выполнять в непосредственной близости (менее 50 м) от существующих сооружений во избежание осадок фундаментов.

Н.2.11 Лабораторные исследования грунтов следует выполнять в соответствии с 5.10 и 7.2.24, при этом исследования грунтов, залегающих под фундаментами зданий и сооружений, следует проводить с учетом техногенных воздействий, которым они подвергаются (длительные и часто переменные статические и динамические нагрузки, замачивание сточными водами с содержанием различных химических компонентов).

Модуль деформации и прочностные характеристики грунтов в лабораторных условиях следует определять с учетом фактического напряженного состояния в основании существующего здания и сооружения для грунтов природной влажности и в замоченном состоянии, с использованием для замачивания растворов и жидкостей, аналогичных по составу возможным утечкам из технологических линий существующего производства.

Каждый из вновь образованных ИГЭ следует опробовать в соответствии с требованиями 7.2.24.5.

Н.2.12 Инженерно-геокриологические исследования в районах распространения многолетнемерзлых грунтов выполняют с учетом 5.11.

Изучение опасных геологических и инженерно-геологических процессов, являющихся возможной причиной деформаций фундаментов, выполняют с учетом 5.12.

Н.2.13 В техническом отчете по результатам обследования грунтов оснований фундаментов дополнительно к требованиям СП 47.13330.2016 (подпункт 6.3.2.5) необходимо приводить:

- сведения об изменениях инженерно-геологических условий за период строительства и эксплуатации зданий (сооружений), их соответствии прогнозу;

- нормативные и расчетные показатели выделенных ИГЭ отдельно для грунтов под фундаментами и вне пределов зоны их влияния;

- рекомендации по повышению надежности и безопасности условий эксплуатации зданий и сооружений (усилению их фундаментов, закреплению грунтов оснований, устранению дефектов планировки, изменению технологического процесса и режима эксплуатации зданий и сооружений, совершенствованию способов инженерной защиты).

Графическая часть технического отчета должна содержать карту инженерно-геологических условий (5.14), на которой должны быть отражены с необходимой детальностью: техногенная нагрузка, особенности использования территории в хозяйственных целях, изменения отдельных компонентов геологической среды.

На картах и геологических разрезах следует показывать местоположение обследуемого здания и сооружения, а также расположенных рядом строительных объектов, в том числе отметки заложения фундаментов, котлованов, шпунтового ограждения, стен в грунте, острия фундаментных свай, выявленных подземных погребенных сооружений и коммуникаций.

Н.3 Локальный мониторинг компонентов геологической среды

Локальный мониторинг компонентов геологической среды выполняют в составе специальных изысканий — локального мониторинга компонентов окружающей среды.

Локальный мониторинг компонентов геологической среды выполняют, как правило, в сложных инженерно-геологических условиях для сооружений повышенного и нормального уровней ответственности.

Наблюдения начинаются на этапе изысканий для подготовки документации по планировке территории и продолжаются при инженерно-геологических изысканиях для подготовки проектной документации, а если возможно развитие опасных геологических и инженерно-геологических процессов — при строительстве и эксплуатации объектов.

Локальный мониторинг компонентов геологической среды необходимо выполнять для изучения:

- динамики развития опасных геологических процессов — склоновых процессов (оползней, обвалов, осыпей), карста, абразии берегов морей и водохранилищ, селей, подтопления, криогенных процессов, выветривания пород и др.;
- развития подтопления, деформации подработанных территорий, осадок и просадок территории, в том числе вследствие сейсмической активности;
- изменений состояния и свойств грунтов, уровенного, температурного и гидрохимического режимов подземных вод, глубин сезонного промерзания и оттаивания грунтов;
- осадки, набухания и других изменений состояния грунтов основания фундаментов зданий и сооружений, состояния сооружений инженерной защиты и др.

При локальном мониторинге необходимо обеспечивать получение количественных характеристик изменения отдельных компонентов геологической среды во времени и в пространстве для оценки и прогноза возможных изменений инженерно-геологических условий исследуемой территории, а также для обоснования проектных решений по инженерной защите зданий и сооружений.

При локальном мониторинге компонентов геологической среды в составе инженерно-геологических изысканий могут выполняться инженерно-геофизические исследования, гидрогеологические исследования, полевые испытания грунтов, лабораторные исследования. Инженерно-геологические изыскания осуществляют с использованием контрольно-измерительной аппаратуры, установленной в основании зданий и сооружений, а также на участках развития геологических и инженерно-геологических процессов.

Локальный мониторинг следует проводить на характерных участках (площадках), на оборудованных пунктах (станциях, постах и др.) наблюдательной сети, часть из которых целесообразно использовать для наблюдений после завершения строительства объекта.

В процессе локального мониторинга следует выполнять режимные геофизические исследования — измерения, осуществляемые периодически в одних и тех же точках или по одним и тем же профилям, измерения с закрепленными датчиками и приемниками, а также режимные гидрогеологические наблюдения в специально оборудованных скважинах.

Состав наблюдений (виды, размещение пунктов наблюдательной сети), объемы работ (число пунктов, периодичность и продолжительность наблюдений), методы проведения локального мониторинга (визуальные и инструментальные), точность измерений следует обосновывать в программе изысканий, исходя из особенностей сооружения, инженерно-геологических и гидрогеологических условий и скорости (интенсивности) протекания процессов.

При наличии наблюдательной сети (скважин, постов, точек), созданной на этапе изысканий для подготовки документации по планировке территории, следует использовать эту сеть и, при необходимости, осуществлять ее развитие (сокращение), уточнять частоту (периодичность) наблюдений, точность измерений и другие параметры в соответствии с результатами измерений, полученными в процессе функционирования сети.

Продолжительность наблюдений должна быть не менее одного сезона проявления процесса, а частота (периодичность) наблюдений должна обеспечивать регистрацию экстремальных (максимальных и минимальных) значений изменения компонентов геологической среды за период наблюдений.

Локальный мониторинг компонентов геологической среды, связанный с необходимостью получения точных количественных характеристик развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов геодезическими методами или обусловленных проявлением гидрометеорологических факторов, следует осуществлять в соответствии с положениями соответствующих сводов правил по проведению инженерно-геодезических и (или) инженерно-гидрометеорологических изысканий.

После завершения изысканий наблюдательную сеть в надлежащем состоянии следует передавать по акту заказчику (для передачи лицу, осуществляющему строительство) для продолжения наблюдений.

Приложение П

Оценка степени трещиноватости скальных грунтов

Т а б л и ц а П.1 — Оценка степени трещиноватости скальных грунтов по описанию трещин в керне, обнажениях и горных выработках

Степень трещиноватости скальных грунтов	Описание состояния керна	Описание трещин в обнажениях, горных выработках		
		Модуль трещиноватости	Коэффициент трещиноватости	Характер трещин
Практически не трещиноватые (монолитные)	Трещины практически отсутствуют	Менее 0,5	Менее 1	Единичные волосные и тонкие трещины шириной менее 1 мм
Слабо трещиноватые	Керн с плоскостями ослабления в среднем через 1—1,5 м	0,5—1,5	1—2	Волосные и тонкие трещины шириной менее 1 мм с единичными трещинами шириной 2 мм
Средне трещиноватые	Керн с плоскостями ослабления в среднем через 0,5—1 м	5—10	2—5	Наряду с тонкими трещинами шириной до 1 мм (до 50 %) встречаются мелкие трещины шириной от 2 до 5 мм и средние — шириной от 5 до 20 мм
Сильно трещиноватые	Выход керна кусками с плоскостями ослабления в среднем через 0,1—0,5 м	10—30	5—10	Наряду с мелкими трещинами встречаются крупные трещины шириной от 20 до 100 мм (10 %—20 %)
Очень сильно трещиноватые (разборные)	Выход керна мелкими обломками, плоскости ослабления менее чем через 0,1 м	Более 30	Более 10	Наряду с мелкими и крупными присутствуют трещины шириной более 100 мм

Примечания

1 Плоскости ослабления — зеркала скольжения, трещины, глинистые прослои и другие поверхности практически без сцепления.

3 Модуль трещиноватости пород — число трещин на 1 пог. м линии измерения, перпендикулярной главной (главным) системе трещин.

2 Коэффициент трещиноватости пород — величина трещиноватости горных пород, выраженная отношением объема трещин к объему всей породы, заключающей в себе эти трещины.

Приложение Р

Правила производства инженерно-геологических работ при эксплуатации зданий и сооружений

Инженерно-геологические работы при эксплуатации зданий и сооружений должны обеспечивать получение материалов и данных:

- для выявления изменения состояния и свойств грунтов в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой, в том числе на участках расположения зданий и сооружений с деформациями и значительными осадками, нарушающими их устойчивость и режим нормальной эксплуатации;
- определения развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов, состояния земляных сооружений;
- определения соответствия: уточненных инженерно-геологических условий принятым в проекте; ранее составленного прогноза фактическим изменениям инженерно-геологических условий за период эксплуатации зданий и сооружений;
- оценки изменений инженерно-геологических условий в период эксплуатации зданий и сооружений, тенденции их дальнейших изменений с указанием причин и факторов, их обусловивших.

При эксплуатации зданий и сооружений могут выполняться следующие виды инженерно-геологических работ и исследований:

- обследование грунтов оснований фундаментов существующих зданий и сооружений в целях решения задач в соответствии с требованиями Н.2;
- работы в составе геотехнического мониторинга (в соответствии с СП 22.13330);
- локальный мониторинг компонентов геологической среды в соответствии с требованиями Н.3.

Локальный мониторинг отдельных компонентов геологической среды в период эксплуатации зданий и сооружений следует осуществлять с использованием сети наблюдательных пунктов (скважин, постов, точек), созданной при выполнении инженерно-геологических изысканий для подготовки проектной документации или строительстве, а при ее отсутствии — организуемой сети для наблюдений за развитием опасных геологических и инженерно-геологических процессов, деформациями зданий и сооружений и другими факторами, оказывающими отрицательное воздействие (влияние) на эксплуатационную устойчивость зданий и сооружений.

Результаты работ должны соответствовать требованиям СП 47.13330.2016 (раздел А.2 приложения А) и содержаться в техническом отчете в соответствии с СП 47.13330.2016 (пункт 4.39).

Приложение С

Правила производства инженерно-геологических работ при сносе (демонтаже) зданий и сооружений

При сносе (демонтаже) зданий и сооружений выполняемые работы должны обеспечивать получение материалов и данных:

- для оценки изменений инженерно-геологических условий при сносе (демонтаже) объекта;
- оценки опасности и риска от ликвидации объекта;
- принятия решений по хозяйственному использованию и инженерной подготовке территории, по рекультивации земель, в том числе замене грунтов и почв на отдельных участках территории, ее осушению и охране геологической среды.

При сносе (демонтаже) зданий и сооружений выполняют следующие виды инженерно-геологических работ и исследований:

- сбор и анализ материалов, в том числе результатов локального мониторинга компонентов геологической среды, обследования грунтов оснований зданий и сооружений, геотехнического мониторинга при эксплуатации;
- рекогносцировочное обследование территории.

Изыскания грунтовых строительных материалов и (или) материалов (грунтов) для рекультивации земель после ликвидации объекта следует выполнять в соответствии с требованиями СП 47.13330.2016 (раздел А.4 приложения А) и нормативных правовых актов Российской Федерации [3], [6] и [7].

Результаты работ должны соответствовать требованиям СП 47.13330.2016 (раздел А.3 приложения А) и содержаться в техническом отчете в соответствии с СП 47.13330.2016 (пункт 4.39).

Библиография

[1] Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»
[2] Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»
[3] Закон Российской Федерации от 21 февраля 1992 г. № 2395-1 «О недрах»
[4] Постановление Правительства Российской Федерации от 19 января 2006 г. № 20 «Об инженерных изысканиях для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства»
[5] Постановление Правительства Российской Федерации от 31 марта 2017 г. № 402 «Об утверждении Правил выполнения инженерных изысканий, необходимых для подготовки документации по планировке территории, перечня видов инженерных изысканий, необходимых для подготовки документации по планировке территории, и о внесении изменений в Постановление Правительства Российской Федерации от 19 января 2006 г. № 20»
[6] Постановление Верховного Совета Российской Федерации от 15 июля 1992 г. № 3314-1 «О порядке введения в действие Положения о порядке лицензирования пользования недрами»
[7] Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 31 декабря 2010 г. № 569 «Об утверждении Требований к составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по подсчету запасов питьевых, технических и минеральных подземных вод»
[8] Методика оценки прочности и сжимаемости крупнообломочных грунтов с пылеватым и глинистым заполнителем и пылеватых и глинистых грунтов с крупнообломочными включениями / ДальНИИС. — М.: Стройиздат, 1989. — 24 с.

УДК 624.131.3 ОКС 91.040.01

Ключевые слова: инженерно-геологические изыскания для строительства, геологическая среда, инженерно-геологические условия, категория сложности инженерно-геологических условий, геологический процесс, инженерно-геологический процесс, специфические грунты, свойства грунтов, расчетные и нормативные значения характеристик грунтов, инженерно-геологические элементы, гидрогеологические исследования, режим подземных вод, прогноз изменений инженерно-геологических условий, стационарные наблюдения, техногенные воздействия, геофизические исследования

Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *С.В. Смирнова*
Компьютерная верстка *Е.О. Асташина*

Сдано в набор 22.07.2019. Подписано в печать 05.08.2019. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 9,30. Уч.-изд. л. 8,37.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком свода правил

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru