Система нормативных документов в строительстве

СВОД ПРАВИЛ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СТРОИТЕЛЬСТВУ

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

СП 11-105-97

Часть II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов

ИЗДАНИЕ ОФИЦИАЛЬНОЕ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМУ КОМПЛЕКСУ
(ГОССТРОЙ РОССИИ)
Москва
2003

УП ЦПП

ПРЕДИСЛОВИЕ

РАЗРАБОТАН Призводственным и научно-исследовательским институтом по инженерным изысканиям в строительстве (ПНИИИС) Госстроя России, МГСУ, Научно-производственным центром «Ингеодин» при участии ТОО «ЛенТИСИЗ», кафедры инженерной геологии МГГА, АО «Институт Гидропроект».

ВНЕСЕН ПНИИИСом Госстроя России.

ОДОБРЕН Управлением научно-технических и проектно-изыскательских работ Госстроя России (письмо от 25.09.2000 № 5-11/88).

ПРИНЯТ и ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ с 1 января 2001 г. впервые.

Настоящий нормативный документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Госстроя России

ISBN 5-88111-090-0

© Госстрой России, ГУП ЦПП, 2002

СОДЕРЖАНИЕ

Введение IV

1 Область применения 1

2 Нормативные ссылки 1

3 Основные понятия и определения 1

4 Инженерно-геологические изыскания в районах развития склоновых процессов 2

5 Инженерно-геологические изыскания в районах развития карста 17

6 Инженерно-геологические изыскания в районах развития процессов перера-
ботки берегов водохранилищ 34

7 Инженерно-геологические изыскания в районах развития селей 43

8 Инженерно-геологические изыскания в районах развития подтопления 51

Приложение А Основные термины и определения 74

Приложение Б Схема описания оползня 76

Приложение В Схема описания оползневых трещин 77

Приложение Г Схема описания обвалов и осыпей 78

Приложение Д Схема описания трещиноватости обвальных скальных склонов (откосов) 79

Приложение Е Характеристика литологических типов карста 80

Приложение Ж Основные составляющие приходных и расходных статей водного баланса, определяющие развитие подтопления на застроенных территориях 81

Приложение И Критерии типизации территорий по подтопляемости 82

Приложение К Виды градостроительной документации и детальность соответствующих схем и проектов инженерной защиты от ОПТП 84

Приложение Л Методы прогноза изменения гидрогеологических условий при изысканиях в районах развития подтопления 86

ВВЕДЕНИЕ

Свод правил по инженерно-геологическим изысканиям для строительства (Часть II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов) разработан в развитие обязательных положений и требований СНиП 11-02-96 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения» и в дополнение СП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства» (Часть I. Общие правила производства работ).

Согласно СНиП 10-01-94 «Система нормативных документов в строительстве. Основные положения» настоящий Свод правил является федеральным нормативным документом Системы и устанавливает общие технические требования и правила, состав и объемы инженерно-геологических изысканий, выполняемых на соответствующих этапах (стадиях) освоения и использования территории: разработка предпроектной (в том числе градостроительной) и проектной документации, строительство (реконструкция), эксплуатация и ликвидация (консервация) предприятий, зданий и сооружений в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов.

СВОД ПРАВИЛ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СТРОИТЕЛЬСТВУ

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

ENGINEERING GEOLOGICAL SITE INVESTIGATIONS FOR CONSTRUCTION

Дата введения 2001-01-01

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий Свод правил (часть II) устанавливает дополнительные к положениям СП 11-105 (часть I) правила производства инженерно-геологических изысканий в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов (склоновых процессов, карста, переработки берегов водохранилищ, селей, подтопления) для обоснования проектной подготовки строительства[1], а также инженерно-геологических изысканий, выполняемых в период строительства, эксплуатации и ликвидации объектов.

Инженерно-геологические исследования опасных геологических и инженерно-геологических процессов в районах распространения многолетнемерзлых грунтов следует выполнять в соответствии с СП 11-105 (часть IV), а в сейсмических районах — частью VI указанного свода правил.

При инженерно-геологических изысканиях в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов следует учитывать, что при составлении прогноза их развития и активизации, как правило, нельзя ограничиваться только участком, в пределах которого намечено строительство объекта. Для установления закономерностей развития процесса в большинстве случаев необходимо проведение исследований на прилегающей территории, границы которой устанавливаются в программе изысканий с учетом конкретных инженерно-геологических условий и характера проектируемого строительства. Кроме того, при изысканиях под сооружения повышенного уровня ответственности и при отсутствии соответствующего опыта изысканий и проектирования в аналогичных условиях рекомендуется привлекать специализированные научно-исследовательские организации для консультаций, проведения отдельных видов исследований и выполнения прогноза и моделирования. Программу изысканий в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов следует согласовывать с заказчиком, а в необходимых случаях и с организацией, разрабатывающей проект сооружений и мероприятий инженерной защиты территорий, зданий и сооружений.

Настоящий документ устанавливает состав, объемы, методы и технологию производства инженерно-геологических изысканий в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов и предназначен для применения юридическими и физическими лицами, получившими в установленном порядке лицензию на их производство и осуществляющими деятельность в области инженерных изысканий для строительства на территории Российской Федерации.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем Своде правил (часть II) наряду с ссылками на нормативные документы, указанные в СП 11-105 (часть I), дополнительно использованы ссылки на следующие нормативные документы:

СП 11-103-97 «Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства».

СП 11-104-97. «Инженерно-геодезические изыскания для строительства».

СНиП 3.07.01-85 «Гидротехнические сооружения речные».

СНиП 2.01.15-90 «Инженерная защита территории, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения проектирования».

3 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

При инженерно-геологических изысканиях следует использовать термины и определения в соответствии с приложением А.

---

[1] Проектная подготовка строительства включает в себя: разработку предпроектной документации — определение цели инвестирования, разработку ходатайства (декларации)о намерениях,обоснования инвестиций в строительство, градостроительной документации, а также проектной и рабочей документации строительства новых, расширения, реконструкции и технического перевооружения действующих предприятий, зданий и сооружений.

4 ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ В РАЙОНАХ РАЗВИТИЯ СКЛОНОВЫХ ПРОЦЕССОВ

4.1 Общие положения

4.1.1 К наиболее распространенным опасным склоновым процессам следует относить оползни, обвалы, осыпи, представляющие собой смещение масс горных пород на склоне под действием собственного веса и различных воздействий (гидродинамического, вибрационного, сейсмического и др.).

Под оползнями понимается движение (скольжение, вязкопластическое течение) масс пород на склоне, происходящее без потери контакта между смещающейся массой и подстилающим неподвижным массивом. Следует выделять оползни современные и древние (открытые, погребенные).

Под обвалами и осыпями понимается обрушение (опрокидывание, падение, качение) масс горных пород на склоне (в виде крупных и мелких глыб — обвалы; щебня и дресвы — осыпи) в результате их отрыва от коренного массива.

4.1.2 К оползнеопасным и обвало-, осыпеопасным следует относить склоны, на которых происходят или ранее происходили оползневые и обвально-осыпные процессы.

К потенциально оползнеопасным и обвало-, осыпеопасным следует относить склоны, на которых возможно развитие указанных процессов при прогнозируемом воздействии природных и (или) техногенных факторов.

4.1.3 Для оценки устойчивости склона инженерно-геологические изыскания следует проводить, как правило, на всей площади опасного (потенциально опасного) склона и прилегающих к его верхней бровке и подошве зон (до предполагаемой границы устойчивой части склона), а для береговых склонов — с обязательным охватом их подводных частей, в том числе в случаях, когда территория проектируемого объекта занимает только часть склона.

Границы обследуемой территории необходимо определять с учетом ожидаемого негативного техногенного воздействия (при хозяйственном освоении площадки проектируемого строительства и прилегающей территории) и развития оползне- и обвалообразующих процессов (боковой и донной эрозии, абразии, выветривания и др.)

4.1.4 При изысканиях на оползне- и обвалоопасных склонах необходимо устанавливать в соответствии с таблицей 4.1[1] типы и подтипы склоновых процессов по механизму смещения пород, условия их возникновения и характер проявления, а также выявлять взаимосвязь оползневых деформаций с рельефом, геологическим строением, воздействием подземных вод, геологическими и инженерно-геологическими процессами (эрозия, абразия, выветривание, подтопление, осушение и др.), а также с результатами хозяйственной деятельности (подрезка, пригрузка склонов, изменение уровня подземных вод, уничтожение древесной растительности, динамические нагрузки и т.п.).

При изысканиях на потенциально оползневых склонах типы оползней следует устанавливать по аналогии (по инженерно-геологическим условиям), с учетом прогнозируемых воздействий (природных и техногенных).

4.1.5 Выполнение инженерно-геодезических и инженерно-гидрометеорологических работ при выполнении комплексных инженерных изысканий для строительства в районах распространения склоновых процессов следует осуществлять согласно СП 11-103 и СП 11-104.

4.2 Состав инженерно-геологических изысканий. Дополнительные технические требования

4.2.1 Программа инженерно-геологических изысканий в районах развития склоновых процессов должна содержать дополнительно к требованиям СП 11-105 (часть I):

предварительные представления (или рабочую гипотезу) об инженерно-геологических условиях склона, его геологическом возрасте, генезисе и истории формирования, причинах возникновения опасных склоновых процессов, их типах, подтипах, масштабности и стадиях развития;

сведения об известных в исследуемом районе проявлениях склоновых процессов и связанных с ними деформациях сооружений, повреждениях инженерных коммуникаций, нарушениях (перерывах) в работе транспортных сетей;

сведения о ранее выполненных мероприятиях инженерной защиты склона и состоянии имеющихся защитных сооружений.

Программа изысканий подлежит уточнению в процессе работ, в том числе после рекогносцировочного обследования и в случае изменения рабочей гипотезы об условиях образования оползней и обвалов.

Состав и объемы изыскательских работ следует определять в программе изысканий с учетом стадии (фазы) развития и масштабности проявления склонового процесса (в соответствии с таблицами 4.2. и 4.3) с целью установления:

характера деформаций поверхности земли, инженерно-геологических типов склоновых процессов, развитых в районе, времени (возраста) и причин их возникновения, стадии (фазы) развития, характера деформаций в имеющихся на склоне зданиях и сооружениях, состояния сооружений инженерной защиты и эффективности их работы;

приуроченности склоновых процессов к определенным геологическим образованиям, тектоническим структурам и геоморфологическим элементам;

---

[1] Здесь и далее в тексте при ссылках на пункты, разделы, таблицы и приложения имеется в виду настоящий Свод правил.

Таблица 4.1

Типы опасных склоновых процессов (по механизму смещения пород)	Подтипы	Характеристика пород основного деформируемого горизонта (ОДГ)	Характер проявления
Оползни сдвига (скольжения)	Инсеквентные (срезающие)	Глинистые (реже выветрелые полускальные и скальные) породы, массивные или слоистые, с пологим, или обратным падению склона залеганием слоев	Отрыв и смещение блоков пород по вогнутой криволинейной поверхности с одновременным их запрокидыванием
	Консеквентные (соскальзывающие)	Прослои глинистых пластичных грунтов в толще более прочных грунтов и поверхности ослабления, наклоненные в сторону падения склона	Смещение массива или блоков пород по поверхностям ослабления
Оползни выдавливания	—	Глинистые, преимущественно пластичные	Выдавливание грунта из-под подошвы прибровочного уступа склона и его смещение совместно с ранее образовавшимися на склоне оползневыми накоплениями
Оползни вязкопластические	Оползни-потоки Сплавы (оплывины)	Глинистые, малоуплотненные и слаболитифицированные, пластичные	Вязкопластическое течение массы грунта: по ложбинам — оползни-потоки, вытянутой по оси оползания формы в плане; на увлажненных крутых уступах — сплывы; в пределах зоны сезонного промерзания при оттаивании — оплывины
Оползни гидродинамического разрушения	Суффозионные Гидродинамического выпора	Водонасыщенные песчаные и глинистые пылеватные грунты	Отрыв оползневого тела или обрушение суффозионной ниши с последующим растеканием сместившейся водонасыщенной массы
Оползни внезапного разжижения	Несейсмогенного разжижения Сейсмогенного разжижения	Слабоуплотненные глинистые и песчаные водонасыщенные грунты, подверженные быстрому разупрочнению при динамических воздействиях	Разжижение при динамическом воздействии (техногенном сотрясении или сейсмических толчках) и быстрое вязкое течение разжиженного грунта по уклону рельефа
Обвалы и вывалы	—	Скальные, полускальные и глинистые твердые трещиноватые породы	Отрыв от крутых уступов (откосов) крупных блоков (обвалы) или отдельных глыб грунта (вывалы) с последующим быстрым смещением (свободным падением или качением)

Продолжение таблицы 4.1

Типы опасных склоновых процессов (по механизму смещения пород)	Подтипы	Характеристика пород основного деформируемого горизонта (ОДГ)	Характер проявления
Осыпи	—	Скальные и полускальные выветрелые, песчаные и твердые глинистые породы	Отрыв от обнаженной поверхности уступа (откоса) и скатывание к его основанию мелких обломков породы
Примечание — Возможны промежуточные типы опасных склоновых процессов, а также наличие сложного (комбинированного) механизма их проявления.			

Таблица 4.2

Стадии (фазы) склонового процесса	Характерные признаки стадий (фаз) оползневого процесса	Задачи исследований	Методы исследований
Подготовительный период	Повышение напряжений при эрозионном (абразионном) или техногенном воздействии на склон. Увеличение влажности, выветривание. Уменьшение прочности грунта	Установление возможности проявления оползневого процесса, факторов его активизации	Сбор данных по объектам-аналогам. Измерение напряжений в массиве и порового давления. Определение свойств грунтов. Наблюдения за уровнем подземных вод (УПВ) и напорами. Расчетные методы
Начальный период проявления	Образование трещин растяжения. Оконтуривание трещинами тела оползня. Начало оседания поверхности с образованием западины, появление вала выпирания в основании склона	Определение масштабов начинающегося процесса, оперативный прогноз времени основного смещения	Измерение трещин. Стационарные геодезические наблюдения за реперами (поверхностными и глубинными), УПВ. Расчетные методы
Основное смещение оползня	Отчленение оползневых тел и основное их смещение (по величине). Регрессивное или прогрессивное развитие. Проявление различных форм и скоростей движения частей оползневых тел	Оперативный прогноз дальнейшего смещения	Определение изменений формы поверхности склона, векторов и скоростей смещения, мощности оползня по глубинным реперам, трещинная оползневая съемка. Расчетные методы
Временная стабилизация	Неизменность формы склона. Отсутствие появления свежих трещин растяжения. Появление растительности и ее нормальное развитие	Оценка возможности повторной активизации процесса и дальнейшего смещения	Стационарные наблюдения за реперами и УПВ, напорами, периодические обследования с выполнением отдельных видов работ в целях контроля стабилизации склона
Повторные смещения	Оползни последующих генераций. Характерные признаки, присущие предыдущим стадиям	Определение степени оползнеопасности и активности смещений в отдельных частях склона	Определение изменений формы поверхности склона и отдельных его частей, наблюдения за смещениями и образованием блоков по глубинным реперам, трещинная оползневая съемка

Продолжение таблицы 4.2

Стадии (фазы) склонового процесса	Характерные признаки стадий (фаз) оползневого процесса	Задачи исследований	Методы исследований
Длительная стабилизация	Зарастание склона древесной растительностью. Постепенное сглаживание типичного оползневого рельефа	Контроль состояния склона	Периодические обследования.

Таблица 4.3

Масштабность склоновых процессов	Объемы оползней и обвалов, $м^3$
Небольшая	Тысячи
Средняя	Десятки тысяч
Большая	Сотни тысяч
Очень большая	Миллионы
Чрезвычайно большая	Десятки миллионов и более

влияния гидрогеологических, гидрологических и метеорологических условий на возникновение склоновых процессов;

влияния рельефа, крутизны и экспозиции склона на проявления оползней и обвалов;

роли хозяйственной деятельности в активизации склоновых процессов;

наличия других видов современных экзогенных геологических процессов (выветривание, эрозия, абразия и т.п.) и определения степени их влияния на устойчивость склонов и, в частности, на возникновение и развитие на них оползней, осыпей и обвалов разных типов.

При этом состав и методы исследований на потенциально оползневой и на оползневой территориях в фазе временной стабилизации следует принимать в большинстве случаев одинаковыми.

4.2.2 Сбор и обработка материалов изысканий и исследований прошлых лет об инженерно-геологических и гидрогеологических условиях исследуемой и прилегающей территории следует проводить в соответствии с 4.2.1.

Следует также производить сбор и анализ аэрокосмоматериалов и материалов топографических съемок разных лет (для характеристики изменений рельефа оползневой и обвальной зоны за предшествующий изысканиям период времени) и результатов стационарных наблюдений за склоновыми процессами.

В результате анализа и обработки собранных материалов и данных рекомендуется определять количественные показатели степени развития склоновых процессов на исследуемой территории (коэффициенты пораженности, активности развития и др.) и составлять карты распространения этих процессов, а также разрабатывать рабочую гипотезу об условиях формирования оползне- и обвалоопасных склонов, причинах возникновения склоновых процессов и их типах.

4.2.3 Дешифрирование аэро- и космоматериалов, *полученных в результате* разновременных съемок, следует производить для установления:

наличия и распространения склоновых процессов, их границы; типов, видов, формы и масштабности проявления; приуроченности к определенным формам рельефа и геоморфологическим элементам;

приближенной оценки возраста склоновых деформаций (по геоморфологическим и геоботаническим признакам);

стадии (фазы) развития склоновьк процессов;

факторов воздействия на склоновые процессы;

интенсивности и характера техногенной нагрузки;

наличия деформаций поверхности земли, отдельных зданий и сооружений;

развития склоновых эрозионных и абразионных процессов во времени и в пространстве на основе сопоставления снимков и карт разных лет съемки.

При дешифрировании аэрокосмоматериалов необходимо производить поиск типичных проявлений склоновых процессов (аналогов) в исследуемом районе, в том числе с учетом хозяйственного освоения территории и стадии (фазы) развития оползней.

Правильность произведенного выбора аналогов необходимо уточнять при последующих маршрутных наблюдениях.

4.2.4 Маршрутные наблюдения в процессе рекогносцировочного обследования и оползневой съемки следует проводить на территории всего исследуемого оползне- и обвалоопасного склона (склонов) и прилегающих зон. При необходимости эти наблюдения проводятся за пределами площадки (полосы трассы) проектируемого строительства (4.1.3).

В задачу маршрутных наблюдений дополнительно к 5.5 СП 11-105 (часть I) входит:

описание и оценка состояния поверхности склона и его характерных особенностей на отдельных оползневых, осыпных и обвальных участках;

выявление визуальных проявлений оползневых, осыпных и обвальных процессов на поверхности склона;

выявление проявлений свежей эрозионной или абразионной подсечки склонов;

установление пространственных закономерностей оползневых деформаций на склоне (границ участков активных оползней, оползней второго порядка и др.);

установление характера хозяйственного использования территории, техногенных воздействий, преобразований рельефа, почв и растительности;

обследование имеющихся деформаций зданий и сооружений и оценка состояния и эффективности сооружений инженерной защиты;

поиски аналогов оползней и обвалов на прилегающей территории с выявлением их причин.

При обследовании оползней следует устанавливать размеры оползня, амплитуду оползневого смещения, виды оползневых трещин на поверхности склона, в соответствии с приложением Б (при описании оползней) и приложением В (при описании оползневых трещин).

При обследовании состояния скальных склонов (откосов) следует устанавливать следующие морфологические и морфометрические характеристики:

высота, крутизна, форма поверхности склона;

расчлененность массива пород на отдельные блоки, наличие следов прошлых вывалов в виде отдельных глыб и их скоплений;

характер и ориентация поверхностей отчленения обвалов;

наличие и типы осыпей, характер и угол наклона поверхности осыпи, состав и размеры обломочного материала;

положение в плане подошвы скального склона (откоса);

степень выветрелости пород склона (откоса), характер трещиноватости пород, среднее количество трещин на один погонный метр, ширину и глубину их раскрытия, наличие, состав и состояние заполнителя трещин, направление и угол падения трещин;

интенсивность обвалообразования и осыпания, объемы оползневых осыпных и обвальных тел;

состояние поверхности обломков;

наличие древесной и кустарниковой растительности.

Схема описания обвалов и осыпей приведена в приложении Г.

При маршрутных наблюдениях следует выявлять все изменения в проявлении оползней, осыпей и обвалов, происшедшие за период со времени проведения предшествующих изысканий.

В процессе маршрутных наблюдений следует намечать места размещения горных выработок, пункты (створы) проведения других видов работ, в том числе геофизических исследований и стационарных наблюдений.

4.2.5 Проходку горных выработок следует осуществлять в соответствии с СП 11-105 (часть I).

Выбор вида, способов, конструкции и технологий проходки буровых скважин следует устанавливать, исходя из необходимости обеспечения максимального выхода керна, а также с учетом выполнения при необходимости, в тех же скважинах, полевых опытных работ и геофизических исследований.

При проходке скважин рекомендуется применять колонковый способ бурения в коренных скальных породах с промывкой водой, а в глинистых грунтах — «всухую» укороченными рейсами до 0,5 м или ударно-канатный способ бурения кольцевым забоем.

При описании керна особое внимание следует уделять характеристике слоистости и наклону прослоев и линз, выявлению зон дробления и смятия, ослабленных зон, поверхностей (зеркал) скольжения. При обнаружении зеркал скольжения рекомендуется устанавливать их частоту, ориентировку и угол наклона, наличие и ориентировку на них борозд, штриховки и т.п. Для выделения ослабленных зон рекомендуется использовать поверхностное пенетрационное опробование керна грунтов микропенетрометром или другими подобными устройствами.

Для более достоверного выявления указанных характеристик бурение скважин следует дополнять проходкой шурфов и (или) дудок, в особых случаях (при проектировании уникальных и сложных объектов и специальном обосновании в программе изысканий) — проходкой штолен. Шурфы следует также размещать на труднодоступных крутых участках склонов.

Размещение и количество горных выработок на исследуемой территории следует устанавливать в зависимости от сложности инженерно-геологических условий, типа и масштаба развития склоновых процессов, степени изученности этих условий, этапа (стадии) проектирования.

Для получения опорных разрезов первоочередные горные выработки рекомендуется размещать по створам, пересекающим исследуемую территорию в наиболее характерных местах (оползневые депрессии, осевые полосы крупных оползней, межоползневые гребни, наиболее крупные и типичные для района другие формы рельефа). В пределах створов выработки следует располагать с частотой, обеспечивающей построение инженерно-геологических разрезов с детальностью, соответствующей масштабу инженерно-геологической съемки (карты) и позволяющей выполнить расчеты устойчивости склонов.

На оползневом склоне основную часть горных выработок необходимо располагать по продольным створам, пересекающим склон от его бровки до подошвы, по линии максимального уклона поверхности склона, остальные выработки — по створам, пересекающим оползневое тело и на прилегающих участках склона, не затронутых оползнями, в том числе на межоползневых гребнях. При больших размерах оползней часть створов следует ориентировать поперек склона — в головной, средней и языковой частях оползня. При исследовании обвалов и оползней, возникающих

на бортах (берегах) водоемов, створы должны быть продолжены на акваторию.

Часть горных выработок следует проходить на всю мощность оползневого тела с заглублением ниже ложа оползня в несмещенные породы не менее, чем на 3—5 м с целью изучения их состава и состояния.

Отдельные (опорные) горные выработки по оси оползня рекомендуется проходить ниже ложа оползня до глубины характерного маркирующего горизонта в коренных породах для проверки их несмещенности, выявления и изучения различных зон в профиле выветривания и т.п.

Ликвидационный тампонаж (глиной или цементным раствором) по окончании проходки скважин и завершении в них предусмотренных работ следует осуществлять с поинтервальной изоляцией вскрытых водоносных горизонтов и созданием приустьевого глинистого или цементного замка для предотвращения попадания вод поверхностного стока.

4.2.6 Геофизические исследования следует осуществлять с целью:

определения фактических и потенциально возможных зон оползневого смещения, которые могут быть приурочены, в частности, к грунтам мягко- и текучепластичной консистенции (комплексом методов электроразведки по схеме ВЭЗ и электропрофилирования, а также сейсморазведки);

выделения зон разной степени выветрелости, прибортовой трещиноватости и разуплотнения;

определения мощности оползневых масс грунтов, осыпей и обвальных отложений;

изучения влажности грунтов по глубине и во времени, особенно при изучении вязкопластических оползней (методами теплопроводности, диэлектрической проницаемости, электросопротивлений и нейтронного каротажа);

определения границ обводненных зон в грунтовом массиве, изменений свойств грунтов вблизи зоны смещения (методами каротажа, резистивиметрии, заряженного тела, микросейсмическими методами);

изучения динамики оползневых смещений (гравиразведка, наблюдения за пьезоэлектрическими датчиками, помещенными в теле оползня вблизи поверхности скольжения, метод аккустической эмиссии и режимные наблюдения методом двух составляющих);

определения изменений напряженного состояния склона (электро- и сейсморазведка);

выявления мест утечки воды из подземных коммуникаций (метод естественного поля и термометрии);

выявления на склоне старых заброшенных и действующих дренажей, сетей подземных коммуникаций и т.п. (георадиолокация).

Состав геофизических исследований, их объемы (сеть, количество точек), тип и размеры применяемых установок, периодичность наблюдений следует устанавливать в программе изысканий в соответствии с требуемой детальностью изучения инженерно-геологических условий территории (масштабом инженерно-геологической съемки, типом и масштабностью склоновых процессов) с учетом необходимости проведения наблюдений в максимально сжатые сроки (на участках с активным проявлением оползневого процесса), комплексирования наземных (площадных) и скважинных (в том числе пенетрационно-каротажных) геофизических методов.

4.2.7 Полевые исследования грунтов в районах развития склоновых процессов следует осуществлять с целью:

выявления условий залегания, мощности и распространения в плане и по глубине ослабленных зон в толще склоновых отложений (перемятых грунтов, суффозионного разуплотнения и т.п.), оценки динамической устойчивости песчаных грунтов, возможности их разжижения (статическое и динамическое зондирование);

оценки прочностных свойств слабых разновидностей грунтов, имеющих определяющее значение в оползневом процессе (вращательный и поступательный срезы в скважинах);

оценки прочностных свойств неоднородных, слоистых трещиноватых или крупнообломочных пород (срез целиков грунтов по заданным плоскостям, контактам, поверхностям напластования, трещинам в шурфах и котлованах).

На участках обвалоопасных склонов следует проводить опыты по сбрасыванию камней — для определения скорости их падения, величины «отскока» и др.

4.2.8 Гидрогеологические исследования в составе инженерно-геологических изысканий выполняются с целью:

оценки величин сезонных колебаний уровней подземных вод и гидродинамического давления по всем водоносным горизонтам, оказывающим воздействие на устойчивость рассматриваемого склона;

выявления и установления характера взаимосвязей между режимом подземных вод и оползневыми процессами;

установления источников питания подземных вод, в том числе техногенного происхождения (утечки производственно-хозяйственных вод, поливы и т.п.);

выявления водоносных горизонтов, играющих определяющую роль в оползневом процессе;

установления взаимосвязи между водоносными горизонтами и поверхностными водами;

определения положения уровней подземных вод в различное время года для расчетов гидростатического и гидродинамического давления воды и их колебаний.

При наличии или возможности развития вязкопластичных оползней необходимо дополнительно получать данные для оценки баланса подземных вод на оползневом склоне.

При наличии или возможности проявления оползней гидродинамического разрушения необходимо дополнительно получать данные для прогноза проявления суффозии за счет деятельности подземных вод в зоне выклинивания водоносных горизонтов на склоне.

Опытно-фильтрационные работы следует выполнять для определения гидрогеологических параметров и характеристик грунтов при необходимости проектирования дренажных сооружений для осушения тела оползня или склона в целом.

Лабораторные исследования проб подземных вод, отобранных для выявления источников обводнения оползней, следует осуществлять по стандартному комплексу с выполнением при необходимости дополнительных анализов.

4.2.9 Стационарные наблюдения за оползневыми и обвальными процессами (подвижками, напряжениями в массиве грунта) и оползне-, обвалообразующими факторами (подземными водами влажностью грунтов, выветриванием, абразией, эрозией и др.) рекомендуется выполнять при необходимости повышения достоверности прогноза устойчивости склонов и обоснования противооползневых мероприятий, особенно при проектировании ответственных объектов строительства.

Состав, методы и сроки выполнения стационарных наблюдений в районах развития склоновых процессов следует обосновывать в программе инженерно-геологических изысканий с учетом типа, стадии (фазы), масштабности, интенсивности и периодичности проявления этих процессов и предусматривать их, на наиболее характерных участках склона, на которых намечается образование оползня.

Начало стационарных наблюдений рекомендуется приурочить к подготовительному периоду оползневого процесса, проводить их до окончания строительства, а при сложной оползневой обстановке и (или) активизации оползневого процесса — продолжать и в период эксплуатации объекта строительства с наблюдениями за эффективностью существующих противооползневых мероприятий (сооружений).

Продолжительность и частоту (периодичность) повторных (дежурных) наблюдений при изучении оползневых и обвальных процессов и обвалообразующих факторов рекомендуется устанавливать в зависимости от периодичности проявления (сезонной, многолетней), типа оползней и обвалов, скорости оползания грунтовых масс, скорости накопления осыпей и обваливающихся масс, состава намечаемых защитных мероприятий. При установлении периодичности наблюдений следует учитывать значительную неравномерность развития оползневого процесса во времени и в пространстве и наличие эпизодически возникающих природных явлений (наводнения, ливни, штормы, землетрясения и т.п.). При необходимости (повышенная активность и значительные по скорости оползневые смещения) наблюдения следует проводить круглосуточно (с применением автоматизированных средств наблюдений). При медленных оползневых смещениях с периодами временной стабилизации наблюдения следует проводить в характерные сезоны года (2—4 раза в год) или ежегодно.

Стационарные наблюдения на застроенных или частично застроенных оползневых территориях рекомендуется сопровождать ежегодным инженерно-геологическим обследованием всей изучаемой территории, а также обследованиями после экстремальных ситуаций (смерч, наводнения, крупные смещения оползней и т.п.), сочетая их с анализом материалов наблюдений служб эксплуатации за состоянием зданий, сооружений и коммуникаций.

Стационарные наблюдения следует выполнять также для оценки эффективности существующих защитных сооружений и противооползневых и противообвальных мероприятий (периодические замеры дебита дренажей, повторные обследования состояния защитных сооружений и др.).

Стационарные наблюдения за оползневыми подвижками (по поверхностным и глубинным реперам, в специальных горных выработках) рекомендуется осуществлять с целью:

установления стадии (фазы) развития оползня (определение начала активизации или затухания процесса и т.п.);

определения величины, направления и скорости смещения;

выявления закономерностей изменения подвижек во времени (периодичности, цикличности) и их связи с различными оползнеобразующими факторами;

определения положения поверхности (зоны) смещения оползня, изменения скоростей оползневых деформаций по глубине;

оценки эффективности существующих противооползневых мероприятий.

Для получения более точных количественных характеристик оползневых смещений необходимо использовать геодезические методы в соответствии с 10.13—10.39 СП 11-104.

Для определения начала активизации оползневых деформаций помимо геодезических деформационных знаков (наблюдательных реперов) следует устанавливать на оползневом участке 1—3 специальных прибора (трещиномер, наклонометр, деформограф и др.) с высокоточной автоматической регистрацией величин оползневых деформаций. Для выявления положения плоскости смещения оползня, а также оползневых деформаций на различных глубинах рекомендуется использовать глубинные репера (инклинометрические, с электрическим фиксатором, с тензометрическими датчиками и др.).

Стационарные наблюдения за изменениями напряженного состояния и порового давления в грунтах рекомендуется выполнять с целью выявления предвестников активизации оползневых деформаций, границ оползнеопасных участков склона и др.

При стационарных наблюдениях за напряжениями в массиве склона, сложенного глинистыми грунтами, для измерения величины оползневого давления (начала возможной активизации оползня) рекомендуется использовать различные методы измерения нормальных напряжений по-

средством преобразователей грунтового давления, устанавливаемых на различных глубинах. Для измерения порового давления в водонасыщенных глинистых грунтах рекомендуется использовать пьезометры и датчики с различными преобразователями — струнными, трансформаторными, индуктивными, тензорезисторными и др.

Следует осуществлять стационарные наблюдения за гидрометеорологическими факторами, влияющими на оползнеобразующие процессы:

за переработкой берегов (абразией, эрозией) на водоемах и водотоках, поверхностным стоком и др.;

за метеорологическими и климатическими факторами (в соответствии с СП 11-103), влияющими на устойчивость склона в целом и (или) активизацию отдельных оползней.

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

При стационарных режимных наблюдениях за подземными водами количество участков режимных наблюдений следует устанавливать, исходя из размеров исследуемой территории, типа оползней, числа подлежащих наблюдению водоносных горизонтов. На каждом участке рекомендуется оборудовать, как правило, 1—3 створа из трех-четырех скважин.

При необходимости составления водного баланса склона рекомендуется на одном-двух типичных оползневых участках дополнительно предусматривать три створа, расположенных параллельно бровке срыва: на коренном склоне, на теле оползня и ниже оползня (для определения притока подземных вод к оползневому склону и оттока их за счет подземного стока). Для изучения баланса подземных вод рекомендуется использовать экспериментальные исследования и расчетные методы (конечных разностей и др.). Величину перетока подземных вод между телом оползня и подстилающими несмещенными породами следует устанавливать по наблюдениям в специально оборудованных парных пьезометрах (кустах).

Для расчета гидрогеологических параметров по данным режимных наблюдений рекомендуется использовать методы математического и физического моделирования.

Продолжительность режимных наблюдений за подземными водами следует принимать не менее одного гидрологического года со времени их организации в период изысканий; при определяющем влиянии оползневого процесса на строительство и эксплуатацию объекта рекомендуется осуществлять наблюдения также в период строительства и эксплуатации. В течение первого года наблюдения следует проводить ежемесячно, а в периоды активизации оползневых смещений не реже, чем раз в 3 дня, либо (при применении автоматизированных средств наблюдений) круглосуточно; в последующие годы периодичность наблюдений рекомендуется корректировать в соответствии с выявленными основными закономерностями режима подземных вод и динамики оползневых масс.

Стационарные наблюдения за режимом влажности грунтов оползневых склонов рекомендуется осуществлять для оценки влияния изменений влажности грунтов на устойчивость склонов и изучения водного баланса склона, с использованием при наблюдениях геофизических методов.

При стационарных наблюдениях за режимом влажности грунтов количество и выбор мест их проведения следует осуществлять с учетом морфологии и типа оползня, его строения, а также зон с предположительно различным режимом влажности, но не менее чем в трех пунктах для каждого типичного участка. При наблюдениях за изменениями влажности грунтов рекомендуется применять геофизические методы определения плотности-влажности, а также лабораторные методы определения по образцам грунтов, отбираемых через 15—20 см по разрезу из специально пробуренных для этих целей скважин. Особое внимание следует уделять изучению динамики влажности в зонах смещения в дни активизации оползневых процессов и непосредственно после них.

Стационарные наблюдения за процессами выветривания горных пород, слагающих оползне-, осыпе- и обвалоопасные склоны, следует осуществлять с целью установления характера, условий и интенсивности изменения свойств горных пород, их гранулометрического состава, объемов сноса и накопления продуктов выветривания на склонах.

При стационарных наблюдениях за процессами выветривания следует использовать специальные пункты, намеченные в процессе маршрутных наблюдений (рекогносцировочного обследования) — расчистки, неглубокие шурфы, закопушки или короткие штольни, обнажающие невыветрелую или слабовыветрелую породу. Пункты наблюдений следует размещать на различных элементах рельефа (несмещенный участок склона, оползневой уступ и др.), а в их пределах — на участках с различной экспозицией и крутизной склонов. Отбор образцов горных пород для лабораторного изучения их состава, состояния и свойств следует осуществлять из различных зон профиля выветривания (в том числе из монолитной зоны) с таким расчетом, чтобы были охарактеризованы различные морфологические элементы склона, отличающиеся друг от друга степенью выветривания горных пород.

Наблюдения за выветриванием грунтов рекомендуется, при необходимости, дополнять лабораторным моделированием путем многократного попеременного увлажнения и высушивания, замораживания и оттаивания образцов грунта, а также воздействием на него щелочных и кислотных сред.

Изменение показателей механических свойств грунтов вследствие изменений их состояния, минералогического и петрографического состава

моделируется воздействием сернокислых и щелочных растворов, водонасыщением и фильтрацией промстоков прогнозируемого состава.

4.2.10 Лабораторные исследования грунтов для изучения оползневых процессов следует проводить, в основном, на образцах, отобранных из грунтов основного деформируемого горизонта.

Обязательному опробованию подлежат грунты в зоне плоскостей смещения, ослабленных, перемятых, разуплотненных и водонасыщенных слоев грунта, зон тектонических нарушений и др.

При выполнении лабораторных исследований методы подготовки грунтов к испытаниям должны учитывать предполагаемые воздействия различных факторов на исследуемый грунт: изменения его напряженного состояния и степени уплотнения при снятии нагрузки, оползневых или обвальных смещениях, выветривании и других воздействиях.

Помимо обычного комплекса лабораторных определений для глинистых грунтов рекомендуется определять состав поровых растворов, емкость обмена и состав обменных катионов, содержание органического вещества, а также минералогический состав глинистой фракции, гранулометрический состав (при максимальной дисперсности и микроагрегатный), реологические характеристики, тиксотропность.

Определения прочностных свойств грунтов рекомендуется проводить по трем следующим основным схемам:

испытание образца грунта природного сложения и влажности (методом трехосного сжатия или одноплоскостного среза);

сдвиг образца грунта по предварительно подготовленной (или образовавшейся) поверхности, т.е. сдвиг разрезанного образца по поверхности разреза или повторный сдвиг по поверхности ранее выполненного сдвига;

медленный сдвиг по предварительно подготовленной (или образовавшейся) и дополнительно увлажненной (смоченной) поверхности (в случае обводнения толщи по системе трещин).

При выборе метода определения сопротивления грунта срезу следует учитывать тип существующего или прогнозируемого оползня. Испытания рекомендуется проводить при различной влажности грунта и разных скоростях приложения нагрузки, моделирующих оползневой процесс.

При изучении оползней соскальзывания сопротивление срезу следует определять по схеме «сдвиг ускоренный по плоскости искусственно подготовленной или естественной» (сдвиг «плашка по плашке»), а в полевых условиях — методом среза целиков грунтов (в шурфах или котлованах) по той же схеме.

Нарушение (разрушение) структурных связей грунта при оползании моделируется его перемятием с сохранением природной влажности или дополнительным увлажнением (высушиванием).

При изучении оползней срезания следует исследовать анизотропию сдвиговой прочности пород (по напластованию и перпендикулярно к нему), а в полевых условиях — методами среза целиков грунтов (в шурфах и котлованах) с разными условиями залегания грунтов.

При изучении оползней выдавливания следует определять критические нагрузки, при которых происходит разрушение грунта, а также его реологические свойства (длительную прочность, вязкость). Для определения структурной прочности рекомендуется метод трехосного сжатия.

При изучении вязкопластичных оползней (течения) следует устанавливать значения сопротивления грунтов сдвигу и реологических показателей в зависимости от изменения их влажности, что обеспечивается срезом образцов грунтов в сдвиговых приборах после водонасыщения, при природной влажности, при предполагаемых изменениях влажности, при нагрузках, соответствующих давлению грунта в оползневом теле.

Определение реологических характеристик грунтов (порога ползучести, вязкости, длительной прочности) следует проводить методами параллельных испытаний серии образцов-близнецов при различных значениях постоянного сдвигающего напряжения (метод испытания на ползучесть с определением длительной прочности) или при различных скоростях приложения нагрузок (метод испытания на длительную прочность).

При размещении на оползневом склоне проектируемых зданий и сооружений с динамическими нагрузками и при изысканиях в сейсмических районах следует определять прочностные и деформационные характеристики грунтов не только в статических условиях, но и при заданных техническим заданием заказчика или прогнозируемых динамических воздействиях и принимать соответствующие амплитуды, ускорения и частоту колебаний.

Данные лабораторных определений следует сопоставлять и корректировать по результатам контрольных и обратных расчетов устойчивости склонов и выявленных оползневых масс.

4.2.11 Камеральная обработка материалов инженерно-геологических изысканий и составление технического отчета о выполненных изысканиях должны дополнительно включать оценку устойчивости склонов с учетом возможного развития склоновых процессов, размеров исследуемой территории, сложности и степени изученности ее инженерно-геологических условий и стадии проектирования, а также конструктивных особенностей и уровня ответственности проектируемых зданий и сооружений (при наличии технического задания заказчика с указанием всех техногенных нагрузок и воздействий от проектируемых сооружений).

При обработке материалов инженерно-геологических изысканий, выполненных на значительных по размерам территориях с применением мелко- и среднемасштабного инженерно-геологического картирования, рекомендуется использовать, в основном, региональные геологические (геолого-статистические) методы: историко-гео-

логический (учет истории формирования склонов под воздействием различных обвало-, оползнеобразующих и других факторов); сравнительно-геологический (использование природных аналогов для оценки возможности развития склоновых процессов на исследуемом склоне); метод оползневого потенциала (определение значений вероятности проявления оползней в зависимости от величин вероятностей воздействия факторов оползнеобразования).

При инженерно-геологических изысканиях под конкретные объекты строительства на относительно ограниченных по размерам территориях, на которых выполнено крупномасштабное инженерно-геологическое картирование, наряду с вышеуказанными методами рекомендуется применять методы локальной количественной оценки устойчивости склонов с учетом прогнозируемых изменений оползнеобразующих факторов.

При инженерно-геологических изысканиях на участках размещения отдельных зданий и сооружений необходимо осуществлять локальную оценку и прогноз устойчивости склонов количественными методами, а для зданий и сооружений I уровня ответственности также методами математического и физического моделирования.

Для обеспечения надежности оценок и прогнозов устойчивости склонов рекомендуется осуществлять расчеты различными методами в целях повышения надежности полученных результатов.

По результатам инженерно-геологической съемки, расчетов устойчивости склонов, математического и физического моделирования необходимо проводить районирование (зонирование) территории по степени опасности склоновых процессов.

Расчеты устойчивости склонов (откосов) следует выполнять по программам, разработанным, как правило, на основе общепринятых методов расчета (методы Терцаги, прислоненного откоса, Маслова-Берера, Шахунянца, Чугаева; при расчетах устойчивости склонов в слабых породах — методы Можевитинова, Бишопа, Тейлора, Моргенштерна и Прайса; при расчетах устойчивости склонов в скальных породах — методы дефицита удерживающих сил и Фисенко). При использовании других методов расчета устойчивости должна быть приведена методика расчетов, а их результаты сопоставлены с данными, получаемыми с применением общепринятых расчетных методов.

В качестве исходных параметров следует использовать расчетные значения характеристик грунтов, получаемые в соответствии с ГОСТ 20522 (6.6—6.12).

Следует выполнять обратные и контрольные расчеты устойчивости смещенных тел и близких к предельным по устойчивости крутонаклонных натурных уступов или техногенных откосов с целью оценки достоверности лабораторных данных о прочностных свойствах грунтов. При обратных расчетах коэффициент устойчивости склона (уступа, откоса) принимается K_y =1,0 (для ситуации на начало основного смещения оползня или отрыва обвальной массы, а также для момента завершения подвижки оползня), а параметры прочности грунтов определяются расчетом по уравнениям предельного равновесия.

При контрольных расчетах в качестве исходных показателей прочностных свойств грунтов следует использовать расчетные значения угла внутреннего трения и сцепления, полученные по результатам лабораторных и (или) полевых испытаний. В случаях, когда величина коэффициента устойчивости согласно контрольному расчету оказывается вне интервала K_y = 0,95—1,0 для смещенных тел и вне интервала K_y < 1,0 для крутонаклонных уступов (откосов), следует откорректировать либо показатели свойств грунтов, либо схемы расчета устойчивости.

Расчеты устойчивости склонов необходимо выполнять с учетом механизма и выявленной (или прогнозируемой) стадии (фазы) развития оползня.

Для определения возможности возникновения или развития инсеквентных оползней сдвига серией расчетов следует находить положение наиболее опасной потенциальной поверхности скольжения в грунтовом массиве рассматриваемого склона. При оценки опасности возникновения консеквентных оползней сдвига следует учитывать, что наиболее опасные поверхности скольжения, как правило, совпадают с имеющимися в грунтовом массиве поверхностями (зонами) ослабления.

Возможность подвижек вязкопластических оползней следует определять расчетами с использованием в качестве исходных расчетных показателей прочностных свойств грунтов значения, полученные при влажности, соответствующей пределу текучести грунтов.

При оценке опасности возникновения оползней гидродинамического разрушения наряду с расчетом соотношения сдвигающих и удерживающих сил в обводненном грунтовом массиве следует определять возможность гидродинамического разжижения грунтов по прогнозируемым величинам фильтрационных градиентов в массиве склона и в теле оползня.

Для суффозионных оползней следует оценивать расчетом устойчивость покровного глинистого чехла в месте разгрузки водоносного горизонта на поверхности склона с последующим расчетом длины зоны формирования прогнозируемого суффозионного оползня.

Для определения возможности внезапного разжижения расчеты устойчивости склонов следует выполнять с учетом снижения прочности грунтов при прогнозируемом воздействии динамических (в том числе сейсмических) нагрузок.

Организация, выполняющая изыскания, должна производить расчет устойчивости склонов без учета проектируемого строительства и результаты расчета приводить в техническом отчете.

Допускается выполнение расчета устойчивости склонов с учетом техногенного воздействия при наличии технического задания заказчика с указанием всех техногенных нагрузок и воздействий от проектируемых строительных объектов.

4.2.12 По результатам изысканий следует дополнительно прогнозировать косвенные негативные последствия обвальных и оползневых смещений — затопление территорий при возникновении обвально-оползневых запруд, образование ударной волны при быстром смещении обвально-оползневых масс в водоемы, загрязнение подземных и поверхностных вод, иногда — атмосферы (при разрушении оползнями или обвалами экологически опасных объектов).

4.2.13 При инженерно-геологических изысканиях в районах развития склоновых процессов следует соблюдать требования по охране окружающей природной среды, предусматривать и осуществлять мероприятия, не допускающие нарушения сложившихся геолого-гидрогеологических условий при проведении отдельных видов изыскательских работ, с целью предотвращения возможности активизации этих процессов.

4.3 Инженерно-геологические изыскания для разработки предпроектной документации

4.3.1 При инженерно-геологических изысканиях в районах развития склоновых процессов для разработки предпроектной документации дополнительно к требованиям 6.3—6.5 СНиП 11-02, 6.1—6.17 СП 11-105 (часть I) необходимо устанавливать:

наличие, распространение и ориентировочные (предварительные) границы зон (площадей) развития склоновых процессов, а также интенсивность и глубину их развития;

причины, факторы и условия возникновения или активизации склоновых процессов;

приуроченность процессов к определенным формам рельефа, геоморфологическим элементам, гидрогеологическим условиям, типам грунтов, видам и зонам техногенного воздействия;

типы и подтипы оползневых и обвальных смещений (таблица 4.1), масштабность проявления (таблица 4.3);

стадии (фазы) развития оползневого процесса (ориентировочно) в соответствии с таблицей 4.2;

предварительную оценку возможности возникновения склоновых процессов под воздействием природных факторов и при строительном освоении территории, а также оценку характера и интенсивности их развития;

основные направления инженерной защиты от опасных склоновых процессов с учетом хозяйственного освоения территории, а также рекомендации по проведению инженерно-геологических изысканий на последующих стадиях проектирования.

4.3.2 При инженерно-геологических изысканиях для разработки обоснований инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений в соответствии с положениями СП 11-105 (часть I) инженерно-геологическую съемку следует выполнять в масштабах 1:25000—1:10000. В случаях проведения инженерно-геологических изысканий в районах развития интенсивных склоновых процессов для сложных и ответственных объектов допускается выполнение инженерно-геологической съемки в масштабе 1:5000.

При определяющем влиянии инженерно-геологических условий на проектные решения допускается при соответствующем обосновании в программе изысканий по согласованию с заказчиком выполнять инженерно-геологические изыскания по нормам для стадии разработки проекта.

4.3.3 При изысканиях для предпроектной документации в районах развития склоновых процессов следует в соответствии с 4.2.2 и 4.2.3 осуществлять сбор материалов изысканий и исследований прошлых лет, дешифрирование имеющихся аэрокосмоматериалов, а также анализ топографических карт и планов, в том числе прилегающей территории.

4.3.4 Инженерно-геологическое районирование территории рекомендуется проводить по естественно-историческим признакам и признакам устойчивости склонов на основе историко-геологического и сравнительно-геологического методов. При районировании следует выделять зоны, отличающиеся природными условиям формирования деформаций склона и категориями качественной оценки их устойчивости (устойчивые, условно-устойчивые и неустойчивые), а также различной степенью благоприятности для строительного освоения (благоприятные, ограниченно благоприятные, неблагоприятные).

Показатели степени развития оползней (площадная пораженность территории, объем захваченных пород при разовом проявлении, скорость смещения и др.) следует определять с учетом категории опасности природных процессов согласно СНиП 22-01 (приложение Б).

4.3.5 Для оценки устойчивости склонов с учетом прогнозируемых изменений природных и техноприродных условий при изысканиях для предпроектной документации метод аналогии следует применять в качестве основного.

Качественную оценку устойчивости склонов, в том числе прогноз устойчивости, следует осуществлять с учетом генетического типа склоновых процессов, характера рельефа, возраста и стадии формирования склонов и их морфологических элементов. В качестве аналогов следует использовать другие склоны района, сходные по инженерно-геологическим условиям и техногенным факторам строительного освоения территории.

4.3.6 В техническом отчете об инженерно-геологических изысканиях должны быть охарактеризованы выявленные региональные закономерности в распространении склоновых процессов и их связь с различными стратиграфическими, петрографо-литологическими, генетическими комплексами коренных пород и чет-

вертичных отложений, особенностями тектонического строения, гидрогеологическими условиями, другими геологическими явлениями и техногенными факторами, воздействующими на склон.

В техническом отчете также следует приводить обоснование инженерно-геологического районирования территории и характеристику выделенных таксономических единиц районирования (зон).

4.4 Инженерно-геологические изыскания для разработки проекта

4.4.1 При инженерно-геологических изысканиях в районах развития склоновых процессов для разработки проекта необходимо обеспечивать состав и содержание отчетной документации в соответствии с требованиями 6.7, 6.8 и 6.17 СНиП 11-02, 5.1—5.14 СП 11-105 (часть I) и настоящих правил.

4.4.2 Для обоснования разработки проекта строительства предприятий, зданий и сооружений инженерно-геологическую съемку следует выполнять в масштабах 1:5000—1:2000.

При изысканиях для разработки проектов уникальных объектов и зданий (сооружений) первого уровня ответственности в районах развития интенсивных склоновых процессов допускается при обосновании в программе изысканий выполнять инженерно-геологическую съемку на всей площадке или на отдельных участках в масштабах 1:1000—1:500. При необходимости проводится лабораторное моделирование проявлений склоновых процессов.

Инженерно-геологическую съемку следует выполнять на территории, включающей площади размещения проектируемых зданий и сооружений и возможного проведения мероприятий инженерной защиты, а также на примыкающих участках, где развитие склоновых процессов может создать опасность для проектируемых объектов (4.1.3).

Территория инженерно-геологической съемки может быть увеличена (при дополнительном обосновании в программе изысканий) за счет участков прилегающей территории, на которых имеются проявления склоновых процессов, аналогичные которым возможны и в границах размещения проектируемых объектов.

Глубину изучения толщи грунтов на склонах следует назначать в соответствии с 7.8 и 7.9 СП 11-105 (часть I), исходя из необходимости проходки частью выработок всей мощности зоны возможного захвата склоновыми процессами, с заглублением на 3—5 м ниже зоны их активного развития.

В процессе работ площадь, детальность (масштаб) съемки и глубина исследуемой грунтовой толщи при необходимости могут быть увеличены при соответствующем обосновании в программе работ в соответствии с требованиями 4.15 СНиП 11-02.

На участках интенсивного развития склоновых процессов, в фазах начального периода проявления и основных смещений оползня (таблица 4.2) рекомендуется выполнять дополнительно трещинно-морфологическую (оползневую) съемку (геодезическими методами), а также проводить нивелирование по створам горных выработок.

4.4.3 Количество точек наблюдений, в том числе горных выработок на 1 км^2 площади следует устанавливать в зависимости от масштаба инженерно-геологической съемки с учетом сложности инженерно-геологических условий территории в соответствии с СП 11-105 (часть I).

Количество створов (продольных и поперечных) горных выработок на оползневом склоне зависит от размеров оползня (таблица 4.3) и его формы (циркообразной, глетчеровидной, фронтальной). Рекомендуемое общее количество створов составляет: от 2—4 (для небольших по размерам групп оползней) до 4—8 (для больших и крупнее). При этом, минимальное количество створов принимается для глетчеровидных оползней, максимальное — для фронтальных, а расстояния между створами — в пределах 50—200 м в зависимости от размеров оползней.

При наличии эрозионного или абразионного подмыва склона в бортах долин или в прибрежной части суши и акватории следует дополнительно намечать ряд коротких продольных створов.

Количество горных выработок на продольных створах и расстояния между ними в пределах каждого створа следует устанавливать, исходя из необходимости установления границ осыпных и обвально-оползневых накоплений, их фациального расчленения, определения типа (подтипа) оползня, осыпи и обвала. На каждом крупном (более 30 м) морфологическом элементе оползня (оползневая ступень, вал выпирания и т.п.) рекомендуется проходить не менее двух горных выработок.

При сложном механизме смещения оползня и (или) высокой расчлененности (блочности) оползневого тела допускается принимать количество выработок для смежного более крупного масштаба инженерно-геологической съемки и обеспечивать проходку не менее одной выработки на каждом блоке.

Выработки по створам следует располагать и за пределами оползневого тела (выше бровки срыва и ниже языка оползня), а также за бровкой склона и у его подножия (не менее 1—2 выработок на устойчивых частях склона).

4.4.4 Геофизические исследования следует выполнять с учетом типа (подтипа) существующих или прогнозируемых процессов, в основном по створам, проходящим через разведочные выработки, расположенные вдоль оси оползней (осыпей, обвалов), а при необходимости — и по поперечным створам.

4.4.5 Гидрогеологические исследования следует выполнять в соответствии с 5.9 СП 11-105 (часть I) и 4.2.8 настоящего Свода правил с целью выявления: источников обводнения склонов; направления и скорости движения подземных

вод; степени водопроницаемости пород, определения гидрогеологических параметров и обоснования возможности устройства дренажей.

4.4.6 При опробовании грунтов, слагающих оползневые массы, рекомендуется:

обеспечивать представительный отбор монолитов грунтов из ослабленных и разуплотненных зон с нарушенными структурными связями (плоскости смещения, соскальзывания, зона выдавливания и т.п.), а при невозможности отбора образцов грунтов естественного сложения производить исследования полевыми методами;

производить контрольные отборы образцов грунтов из одних и тех же мест в периоды максимальных скоростей смещения оползневых блоков и повышения уровня подземных вод.

Количество образцов грунтов, отбираемых для лабораторных исследований их состава, состояния и свойств, устанавливается в программе изысканий, исходя из количества литолого-генетических слоев, зон ослабления в массивах оползневых склонов, степени неоднородности грунтов. При этом, количество образцов грунтов (монолитов) должно составлять не менее 10 из каждого слоя, имеющего определяющее значение для оценки устойчивости склона (попадающего в существующие или потенциально возможные зоны оползневого смещения) и не менее 6 — для остальных слоев.

4.4.7 Лабораторные и полевые исследования свойств грунтов следует выполнять с учетом типа (подтипа) существующих или прогнозируемых деформаций склона в соответствии с 4.2.7 и 4.2.10.

При исследованиях сложных оползней следует применять сочетания различных методов определения сопротивления грунтов сдвигу в зависимости от состояния грунтов, вида напряженного состояния грунтов в изучаемой толще и характера их деформаций.

Следует уточнять и корректировать полученные данные лабораторных и полевых определений прочностных характеристик грунтов по результатам контрольных и обратных расчетов устойчивости склона и лабораторного моделирования.

4.4.8 Изучение трещиноватости обвальных скальных склонов (откосов) и оценку их потенциальной блочности следует осуществлять в соответствии с рекомендуемой методикой и в объеме согласно СНиП 2.01.15 (приложение 7) и приложения Д настоящего Свода правил. При этом, следует определять так же ориентировку и угол падения трещин смещения, отчленения и тыловых, мощность смещаемых оползневых блоков, состав и состояние заполнителя указанных трещин, степень расчлененности пород склона.

4.4.9 Стационарные наблюдения, при необходимости, обоснованной в программе изысканий, следует выполнять за смещениями (подвижками), напряжениями в массиве, режимом подземных вод, изменениями влажности, процессами выветривания в соответствии с 4.2.9.

Стационарные наблюдения за оползневыми процессами, в том числе проведение трещинно-морфологической съемки с выявлением зон сжатия и растяжения и наблюдениями за ними, следует осуществлять на характерных (типичных) участках склона, на которых намечается образование оползня.

4.4.10 При камеральной обработке материалов и данных инженерно-геологической съемки следует осуществлять инженерно-геологическое районирование территории, подверженной опасным склоновым процессам по степени их опасности, а также, при широком развитии и часто повторяющихся типах оползней — типологическое инженерно-геологическое районирование исследуемой территории. При типологическом районировании следует выделять оползне- и обвалоопасные участки (или их группы), относящиеся к определенному типу (подтипу) по механизму смещения (таблица 4.1), с выполнением для них локальной оценки и прогноза устойчивости склонов расчетными методами.

4.4.11 Оценку и прогноз устойчивости склонов количественными (расчетными) методами следует проводить как для отдельных его морфологических элементов (крутых уступов, откосов и др.), так и для оценки устойчивости всего склона (коренного склона и оползневых накоплений), учитывая реологические свойства пород.

Для каждого типа склонов рекомендуется задавать не менее одного расчетного створа по направлению ожидаемого оползневого смещения с захватом по высоте всей потенциально неустойчивой зоны.

При оценке и прогнозе устойчивости склонов количественными методами особое внимание следует уделять:

для устойчивых (в период проведения изысканий) склонов — определению нормативных и расчетных показателей прочностных свойств на основе обратных расчетов устойчивости склонов, аналогичных по инженерно-геологическим условиям, если такие оползни наблюдаются на территориях, примыкающих к рассматриваемым устойчивым склонам;

для условно устойчивых склонов (формирование склонов завершилось недавно и запас устойчивости невелик) — выполнению обратных расчетов устойчивости применительно к восстановленным («реконструированным») инженерно-геологическим условиям, при которых ранее происходили оползневые подвижки;

для неустойчивых склонов в фазе смещения оползня (формирование склонов продолжается и сопровождается развитием оползней) — обратным и прямым расчетами устойчивости действующих оползней, а также прогнозу захвата оползневыми подвижками новых, примыкающих к ним участков с верховой или низовой стороны склона.

Значения показателей свойств грунтов, используемые при расчетах устойчивости склонов, следует принимать с учетом прогнозируемых на период эксплуатации проектируемого объекта

наихудших инженерно-геологических условий, с учетом техногенных воздействий в соответствии с 4.2.11.

Прогноз размеров и объемов оползневых тел рекомендуется выполнять для каждого конкретного участка, где выявлена возможность нарушения устойчивости:

по аналогии с фактически наблюдавшимися смещениями при соответствии инженерно-геологических условий (геологического строения, расположения водоносных горизонтов, глубины уровня подземных вод и величин напора в местах разгрузки на склоне напорных водоносных горизонтов, высоты и крутизны склона) прогнозируемого оползня и оползня-аналога, при необходимости, с соответствующей корректировкой;

специальными расчетами (для оползней сдвига; выдавливания и суффозионных).

Прогноз скорости оползневых смещений в целях оценки их опасности следует определять методом аналогии с учетом имеющихся данных о скоростях перемещения оползней разного механизма, а для оползней сдвига, выдавливания и вязкопластических — также специальными расчетами.

Время возникновения или активизации оползневых деформаций рекомендуется устанавливать по выявленной для рассматриваемого склона и региона цикличности развития и ритмичности проявления оползней (с учетом их механизма) и по данным расчетов. Расчет времени возникновения оползневых смещений для склонов или элементов склона, находящихся в период изысканий в стабильном состоянии, следует выполнять по результатам предшествующего прогнозирования изменений инженерно-геологической обстановки на заданный срок (как правило, принимаемый равным расчетному сроку эксплуатации объектов, размещаемых на склоне).

Способы и методы выполнения расчетов устойчивости склонов рекомендуется принимать согласно имеющимся методическим документам по количественной оценке и прогнозу устойчивости оползневых склонов, в соответствии с 4.2.11.

Результаты расчетов устойчивости оползневых склонов, полученные с применением различных расчетных схем, методов и способов, необходимо увязывать между собой и корректировать в целях обеспечения достоверных данных для проектирования объектов, в том числе противооползневых сооружений.

4.4.12 По результатам изысканий следует прогнозировать косвенные негативные последствия обвальных и оползневых смещений, в том числе экологические в соответствии с 4.2.12.

4.4.13 Технический отчет о результатах инженерно-геологических изысканий в районах развития склоновых процессов для разработки проекта должен содержать следующие данные:

районирование территории с характеристикой нормативных и расчетных показателей физико-механических свойств пород по выделенным инженерно-геологическим элементам в пределах каждого таксона, в том числе за пределами оползневого склона, с учетом ожидаемых изменений этих показателей при активизации оползневой деятельности (при наличии соответствующих материалов — по сезонным периодам за многолетний срок);

положение поверхностей (или зон) ослабления в массиве склона (трещины различного происхождения, старые и свежие поверхности оползневых смещений, контакты слоев, прослои и зоны малопрочных пород, зоны тектонического дробления);

распространение водоносных горизонтов и обводненных зон в массиве пород, гидравлические градиенты и величины напоров подземных вод;

наличие на склоне и состояние инженерных сооружений (в том числе противооползневых и противообвальных), включая водопроводную и канализационную сеть.

Для скальных обвалоопасных склонов в техническом отчете следует приводить оценку степени опасности (особо опасные, опасные, неопасные) по результатам определения морфометрических и инженерно-геологических характеристик (включая характеристику прочностных свойств скальных пород на одноосное сжатие), массовых замеров трещиноватости, расчетной крупности обломков скальных грунтов по их потенциальной блочности, расчетную границу зоны поражения обвальными массами с учетом сейсмичности площадки объекта строительства, в соответствии с требованиями СНиП 2.01.15 (приложения 5 и 7).

По результатам локальной оценки и прогноза устойчивости склонов на период изысканий и с учетом прогнозируемых наиболее неблагоприятных условий следует приводить рекомендации для выбора противооползневых и противообвальных мероприятий.

Кроме того, технический отчет должен содержать исходные данные и результаты расчета устойчивости склонов и откосов, прогноз развития оползневых процессов без учета воздействия от проектируемого строительства, исходные данные для разработки проекта противооползневых и противообвальных сооружений и мероприятий, а также другие необходимые данные в соответствии с требованиями 6.17 СНиП 11-02.

4.5 Инженерно-геологические изыскания для разработки рабочей документации

4.5.1 При инженерно-геологических изысканиях для разработки рабочей документации в районах развития склоновых процессов необходимо обеспечивать состав и содержание отчетной документации в соответствии с требованиями 6.24—6.26 СНиП 11-02, 8.1—8.20 СП 11-105 (часть I) и настоящих правил.

4.5.2 При инженерно-геологических изысканиях для разработки рабочей документации в районах развития опасных склоновых процессов

следует дополнительно к изысканиям в обычных природных условиях выполнять:

уточнение оползневой и обвальной обстановки на участках размещения отдельных зданий и сооружений с детальностью, обеспечивающей расчеты и оценку устойчивости склона (отдельных его частей или отдельных оползней);

получение дополнительных данных, необходимых для разработки рабочей документации противооползневых сооружений;

продолжение организованных ранее стационарных наблюдений за оползневыми и обвальными процессами и оползнеобразующими факторами и создание при необходимости дополнительных наблюдательных пунктов с учетом размещения на исследуемой площадке конкретных зданий и сооружений.

4.5.3 Состав и объемы отдельных видов изыскательских работ следует обосновывать в программе изысканий, исходя из их целевого назначения, намеченных проектных решений по строительству зданий и сооружений, в том числе защитных, с учетом требований раздела 8 СП 11-105 (часть I), для расчетов оснований и фундаментов в пределах контуров проектируемых зданий и сооружений.

Отбор проб грунтов и схемы лабораторных определений показателей прочностных свойств грунтов должны устанавливаться с учетом расположения и характера подготовки основания и особенностей эксплуатации проектируемых зданий и сооружений на каждом участке (срезка, подсыпка, уклоны поверхности, экранирование асфальтом, наличие мокрых процессов, утечек, динамических нагрузок и т.п.).

4.5.4 Оценку и прогноз устойчивости склонов следует осуществлять в соответствии с 4.2.11, 4.3.5, с учетом выбранного положения сооружений и уточненных границ зон различной степени опасности склоновых процессов. При оценке и прогнозе устойчивости оползневого склона расчетными методами следует учитывать положения 4.4.11. Специальные расчеты должны выполняться для оценки временной устойчивости откосов строительных выемок.

При предоставлении заказчиком исходных данных, характеризующих проектируемый объект, составляется предварительный прогноз устойчивости склона с учетом строительства проектируемых зданий и сооружений.

Расчетные створы рекомендуется располагать на всех имеющихся или потенциально возможных оползнях (1—3 створа на каждом оползне по его оси), а также на всех оползнеопасных участках проектируемых зданий и сооружений.

4.5.5 В техническом отчете (заключении) о результатах инженерно-геологических изысканий для разработки рабочей документации следует дополнительно приводить характеристику динамики склоновых процессов за период, прошедший со времени окончания изысканий на предыдущем этапе, с учетом результатов проводившихся стационарных наблюдений за склоновыми процессами и обусловливающими их факторами, а также рекомендации для производства строительных работ.

На участках строительства каждого здания I и II уровня ответственности должна быть установлена фаза (стадия) развития оползня, мощность и состав оползневых грунтовых масс, ослабленные зоны, плоскости смещения.

4.6 Инженерно-геологические изыскания в период строительства, эксплуатации и ликвидации зданий и сооружений

4.6.1 Инженерно-геологические изыскания в период строительства зданий и сооружений в районах развития опасных склоновых процессов должны обеспечивать получение материалов и данных о состоянии и изменении инженерно-геологических условий для контроля или корректировки проектных решений и мероприятий, связанных с повышением устойчивости, надежности и эксплуатационной пригодности возводимых зданий и сооружений.

Состав и объемы изыскательских работ в зависимости от стадии (фазы) оползневого процесса следует устанавливать в программе изысканий с учетом состояния и устойчивости оползневых склонов, в соответствии с техническим заданием.

При ведении исполнительной геологической документации строительных выработок (котлованы, траншеи и др.) необходимо фиксировать признаки проявления склоновых процессов, в том числе трещины отрыва и бортового отпора, зоны ослабленных грунтов, вывалов, осыпания и т.п.

На оползневых территориях в фазах начального периода проявления и основных смещений оползня (таблица 4.2) необходимо выполнять стационарные наблюдения за появлением и развитием трещин отрыва, динамикой смещения оползневых масс, изменением состояния и свойств грунтов, гидрогеологических условий, морфологии и устойчивости оползневого склона.

На потенциально оползневых территориях и оползневых территориях в фазах подготовительного периода, временной и длительной стабилизации следует выполнять стационарные наблюдения за изменениями напряжений в массиве, порового давления и гидрогеологическими условиями с целью установления степени влияния природных и техногенных факторов на устойчивость оползневых склонов.

При этом наряду с документированием откосов строительных выемок при необходимости могут производиться дополнительные маршрутные наблюдения, проходка горных выработок, отбор образцов грунтов и проб подземных вод и их лабораторные анализы, геофизические и гидрогеологические исследования, полевые исследования свойств грунтов, расчеты устойчивости склонов и моделирование.

Результаты инженерно-геологических изысканий в период строительства объекта должны

представляться в виде технического отчета (заключения), который должен содержать данные о скорости и периодичности смещения оползневых масс, проявлении и развитии трещин отрыва, изменении состояния и свойств грунтов, гидрогеологических условий, морфологии и устойчивости оползневых склонов, а также рекомендации для производства строительных работ, осуществления противооползневых мероприятий и выполнения дальнейших изыскательских работ, в том числе, при необходимости, рекомендации по корректировке имеющейся системы инженерно-геологического мониторинга.

В процессе строительства объекта в случае заметной активизации склоновых процессов необходимо выполнение инженерно-геологических изысканий для срочной оценки ситуации и оперативного принятия рекомендаций для возможных изменений проектных решений (включая защитные сооружения и мероприятия) и организации строительных работ с целью восстановления и повышения устойчивости склонов.

4.6.2 Инженерно-геологические изыскания в период эксплуатации предприятий, зданий и сооружений следует производить так же, как и в период строительства с учетом дополнительных требований настоящего пункта.

При изысканиях необходимо устанавливать динамику изменения факторов, обусловливающих активизацию оползней и обвалов.

В состав стационарных наблюдений следует включать наблюдения за осадками и деформациями эксплуатируемых зданий и сооружений, обследование их оснований, а также наблюдения за состоянием и использованием оползневого склона, включая прилегающую территорию.

Инженерно-геологические изыскания следует выполнять на оползневых территориях в фазах временной и длительной стабилизации и на потенциально оползневых территориях с целью своевременного выявления активизации оползневых процессов, получения необходимых данных для обеспечения защитных мероприятий по сохранению устойчивости и эксплуатационной пригодности существующих зданий и сооружений, а также для уточнения ранее выполненных и составления новых прогнозов устойчивости склонов и откосов.

Инженерно-геологические изыскания на оползневых застроенных территориях в фазах начального периода проявления, а также развития и формирования оползневого процесса выполняются по техническому заданию заказчика и должны обеспечивать установление динамики оползневого процесса и получение данных для оперативного решения задач по устранению или снижению влияния неблагоприятных факторов, проведению мероприятий по ликвидации аварийных ситуаций.

4.6.3 Инженерно-геологические изыскания в период ликвидации объектов должны обеспечивать получение материалов и данных для установления безопасных условий при выполнении работ по сносу зданий и сооружений, обоснования мероприятий по санации (оздоровлению) используемой территории и мероприятий по прекращению или снижению активности оползней и обвалов.

5 ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ В РАЙОНАХ РАЗВИТИЯ КАРСТА

5.1 Общие положения

5.1.1 Под карстом следует понимать совокупность геологических процессов и явлений, вызванных растворением подземными и (или) поверхностными водами горных пород и проявляющихся в образовании в них пустот, нарушении структуры и изменении свойств.

Карстовый процесс сопровождается размывом пород, суффозией, деформациями поверхности земли и оснований зданий и сооружений (провалы, оседания, воронки), изменением свойств грунтов покрывающей толщи, формированием особого характера циркуляции и режима подземных и поверхностных вод и специфического рельефа местности.

5.1.2 К районам развития карста следует относить территории, в пределах которых распространены водорастворимые горные породы (известняки, доломиты, мел, гипсы, ангидриты, каменная соль и т.п.) и имеют место или возможны поверхностные и (или) подземные проявления карста.

5.1.3 К карстовым деформациям земной поверхности следует относить: провалы, локальные и общие оседания территории, а также коррозию (растворение) поверхности карстующихся пород.

Карстовым провалом считается обусловленное развитием карстового процесса катастрофически быстрое обрушение земной поверхности (или основания фундамента) с образованием в ней ямы (воронки). Следует различать типы карстовых провалов: карстово-обвальные, карстово-суффозионные и смешанные (карстово-суффозионно-обвальные).

Карстово-обвальные провалы возникают при наличии на малой глубине достаточно крупной полости с ослабленной, готовой к обрушению кровлей.

Карстово-суффозионные провалы происходят в результате перемещения фильтрующейся водой песчано-глинистого материала из покрывающих пород в карстовые полости и (или) расширенные трещины.

К локальным оседаниям следует относить постепенные опускания земной поверхности и слагающих ее грунтов, имеющие поперечник (диаметр) не более нескольких десятков метров.

Провалы и локальные оседания возникают поодиночке или группами. Они подразделяются на первичные, происходящие на новом месте, и повторные. В результате первичных образуются

новые карстовые воронки, а повторные провалы и локальные оседания вызывают последующее углубление и расширение этих воронок. Провалы и локальные оседания могут чередоваться друг с другом и повторяться многократно на одном и том же месте или поблизости.

К общим оседаниям следует относить постепенные опускания обширных участков земной поверхности.

5.1.4 Среди поверхностных карстовых форм следует различать: воронки — замкнутые впадины, образующиеся и растущие в результате провалов и локальных оседании грунта, слагающего земную поверхность; карры — формы поверхностного растворения горных пород; поноры — трещины, поглощающие воду; сложные карстово-эрозионные впадины (овраги, котловины и др.) — формирующиеся за счет взаимодействия провалообразования и эрозии;

мульды оседания — понижения, вызванные общим оседанием земной поверхности.

К подземным карстовым формам относятся: расширенные растворением (раскарстованные) трещины; поры растворения (до 2 мм);

каверны (от 2 до 20 мм); разнообразные полости (в том числе, пещеры); разрушенные и разуплотненные зоны; поверхности растворения слоев карстующихся пород; нарушения залегания горных пород в результате их сдвижения и обрушения над карстовыми полостями, разрушенными и разуплотненными зонами; воронки и другие карстовые формы погребенного палеорельефа земной поверхности.

К связанным с карстом особенностям гидрологических и гидрогеологических условий относятся: крайне неоднородная и нередко весьма высокая водопроницаемость закарстованных пород; неравномерность распределения и режима поверхностного и подземного стока; наличие очагов интенсивного поглощения поверхностных вод, утечек из водохранилищ и внезапных больших водопритоков в горные выработки и котлованы.

5.1.5 По составу закарстованных пород следует выделять три типа карста: карбонатный (труднорастворимые породы — известняк, доломит, мел, мрамор); сульфатный (среднерастворимые породы — гипс, ангидрит) и хлоридный, или соляной (легкорастворимые породы — галит, сильвин, карналлит). По условиям залегания необходимо различать два вида карста: открытый — карстующиеся породы залегают с поверхности и покрытый (имеющий преимущественное распространение на территории России) — карстующиеся породы покрыты сверху нерастворимыми породами.

По отношению к подземным водам карстующиеся породы следует подразделять на залегающие в зоне аэрации, в зоне водонасыщения, а также в переходной зоне колебания уровня карстовых вод, которая в определенных условиях может составлять десятки метров и являться определяющей для оценки карстоопасности.

По времени образования различаются древний карст, завершивший свое развитие (и, как правило, погребенный под более молодыми отложениями) и современный карст, проявляющий себя в образовании новых карстовых форм.

Оживление древнего карста вызывается двумя причинами:

интенсивными современными тектоническими движениями (поднятием) или изменениями гидрогеологических и гидротермических условий территории при техногенных воздействиях, что приводит к возобновлению растворения горных пород;

изменением напряженного состояния и физико-механических свойств горных пород, покрывающих завершившие свое развитие подземные карстовые формы, их гидродинамическим разрушением и выносом мелкого материала (суффозией), а также динамическими воздействиями, что приводит к образованию поверхностных карстовых форм.

Следует также выделять территории с потенциально возможным проявлением карста в определенных природно-техногенных условиях.

5.1.6 При производстве изысканий в районах развития карста в труднорастворимых карбонатных породах основное внимание должно быть направлено на выявление уже сформировавшихся карстовых форм (их положения и параметров), поскольку время, необходимое для образования новых значительных по размеру карстовых пустот, не соизмеримо, как правило, со сроком службы инженерных сооружений. Наряду с выявлением крупных карстовых форм, следует уделять особое внимание изучению сети раскарстованных трещин, резко повышающих водопроводимость массива, особенно при возможности утечек промышленных вод, обогащенных кислотами, органическими соединениями и другими токсикантами, которые могут ускорить развитие карста и вызвать загрязнение водоносных горизонтов.

При изысканиях на участках развития доломитового карста необходимо выявлять наличие доломитовой муки, ее мощность и свойства, возможность выноса напорной фильтрацией, наличие ослабленных зон, обусловливающих неоднородность естественных оснований и общую неоднородность массива, особенно при проектировании отстойников, хвостохранилищ и водоемов любого типа.

При изысканиях в районах распространения мелового карста, особенно в толщах писчего мела, представленных пестрым чередованием рыхлых разностей мела и мелоподобных мергелей, необходимо детальное изучение приразломных зон дробления, участков повышенной трещиноватости, где карстовые явления развиваются весьма активно, с образованием многочисленных подземных пустот типа «лисьих нор» и карстовых провалов. Следует учитывать, что меловые породы в значительной степени чувствительны к различным техногенным воздействиям: при сосре-

доточенных утечках водопроводных и кислых сточных вод происходит быстрое разрушение мела, с превращением его в пластичную или текучую массу.

При производстве изысканий в районах развития сульфатного карста необходимо учитывать относительно высокую скорость процесса растворения (несколько лет или десятилетий), соизмеримую со сроком службы сооружений. В связи с этим требуется изучение не только существующих карстовых форм, но также условий и скорости растворения пород. Гипсы и ангидриты в основном слабо трещиноваты (трещины редкие, большей частью закрытые) и имеют незначительную пористость. Карст развивается крайне неравномерно — по контактам с водопроницаемыми породами и по редкой неравномерной системе трещин. В кровлю гипсово-ангидритовых толщ карст обычно проникает на глубину от нескольких до 10—15 м. На поверхности кровли растворимых пород возможно образование сплошных карстовых полостей пластового характера.

При изучении хлоридного (соляного) карста для оценки интенсивности процесса особое внимание следует уделять изучению режима подземных вод (активности водообмена, насыщенности соляных растворов), а также соляно-купольной тектоники. При этом следует учитывать, что в случаях доступа ненасыщенных вод к соляным толщам, происходит быстрое растворение пород, при этом образуются крупные провалы, происходит общее оседание земной поверхности с формированием мульд оседания, вызывающее массовые деформации и разрушения зданий и сооружений.

5.1.7 В районах покрытого карста при выполнении изысканий для всей покрывающей толщи необходимо устанавливать: геологическое строение, литологический состав, состояние, свойства пород, гидрогеологические условия и наличие проявлений карста, к которым относятся разнообразные полости, размытые фильтрующейся водой трещины, колодцы (жерла) размыва, оседания и обрушения пород, разрушенные и разуплотненные зоны, нарушения залегания горных пород в результате их сдвижения и обрушения.

В районах с покрывающей толщей, сложенной нерастворимыми, преимущественно глинистыми водонепроницаемыми породами, необходимо изучать и оценивать степень их водопроницаемости и защитную способность в отношении проявления карста на земной поверхности. Мощность толщи, как правило, обеспечивающей защиту от возможности проявления карста на земной поверхности, может изменяться от 10—30 м (при выдержанной мощности «плотных» глин, с отсутствием линз и прослоев песка, супеси, водоносных суглинков, трещин и других нарушений) до 60—100 м (при наличии в покрывающей толще слоев песков, песчаников, мергелей, а также тектонических нарушений).

Наиболее опасными являются площади, покрытые водопроницаемыми отложениями, представленными гравелистыми грунтами, песками, супесями. Наиболее интенсивно развит карст в приречных зонах (на террасах, склонах долин, в краевых частях водоразделов), где покрывающие отложения частично или полностью размыты. Развитию карста способствуют также высокие градиенты подземного потока и выходы подземных вод в руслах рек и береговых откосах.

В несвязных, преимущественно водопроницаемых покрывающих породах (гравелистых грунтах, песках, супесях и др.) возможно развитие карстово-суффозионных процессов с вмыванием в карстовые полости рыхлого материала, перекрывающего карстующиеся породы, и образованием на поверхности воронок значительных размеров, что может повлечь за собой деформации и разрушение зданий и сооружений. Образование карстово-суффозионных воронок может происходить катастрофически быстро и завершаться в течение нескольких часов или дней. Карстово-суффозионные процессы часто возникают на застроенных территориях в результате изменения гидродинамической обстановки в связи с длительными откачками подземных вод.

5.1.8 Древний или погребенный карст может быть приурочен к разным стратиграфическим комплексам и встречаться на разной глубине от поверхности. В некоторых районах он образует несколько этажей карстовых форм, выраженных в различной степени. Древние карстовые полости в большинстве случаев заполнены продуктами выветривания или материалом, вмытым в них с поверхности. Реже встречаются открытые карстовые полости.

5.1.9 В орогенных зонах развитие карста контролируется тектоническим строением территории. При проведении инженерно-геологических изысканий должна быть установлена связь карста с определенными стратиграфическими горизонтами и литологическими разностями пород, а также с различными видами тектонических дислокаций. Особую опасность представляют разрывные нарушения, вдоль которых в растворимых породах нередко формируются мощные карстовые зоны, распространяющиеся на большую глубину.

5.1.10 При изысканиях в районах развития карста необходимо учитывать, что активность всех типов карста в большой степени зависит от хозяйственной деятельности: вырубка лесов, распашка земель, выпас скота, нарушающие цельность растительного покрова, а также проходка горных выработок, котлованов, траншей под газо- и нефтепроводы, изменение химического состава и температуры подземных вод за счет сброса неочищенных и полуочищенных промышленных, бытовых и сельскохозяйственных стоков, изменение динамики и химического состава подземных вод при разработках полезных ископаемых, появление избыточных напоров и градиентов вертикальной фильтрации при подтоплении, создании водозаборов, закачке в недра промстоков и пр.

5.1.11 Основными задачами инженерно-геологических изысканий в карстовых районах являются:

установление степени опасности воздействия карста на сооружения, экологическую и социально-экономическую обстановку (включая психологические, эстетические и другие аспекты);

составление прогноза развития карста на период строительства и эксплуатации проектируемых объектов;

определение возможности активизации карста в процессе эксплуатации проектируемых объектов под влиянием техногенных воздействий;

выработка общей стратегии и конкретных рекомендаций для проектной подготовки мероприятий по противокарстовой защите (ПКЗ).

5.1.12 При проведении изысканий на закарстованных территориях не рекомендуется привлекать юридические организации и физические лица, использующие в своих работах способы, базирующиеся на субъективных оценках развития карста (экстрасенсорика, биолокация, лозоходство и т.п.).

5.2 Состав инженерно-геологических изысканий. Дополнительные технические требования

5.2.1 Настоящий раздел устанавливает дополнительные технические требования к выполнению отдельных видов работ и комплексных исследований, входящих в состав инженерно-геологических изысканий в соответствии с СП 11-105 (часть I), при проведении изысканий в районах развития карста.

Технологическая схема изысканий в районах развития карста должна предусматривать определенную последовательность выполнения работ и оптимальное сочетание (комплексирование) различных методов исследования:

сбор и анализ имеющихся материалов в комплексе с изучением крупномасштабных карт и планов и предварительным карстологическим дешифрированием аэрокосмоснимков (АКС);

маршрутные наблюдения с карстологическим обследованием и полевое дешифрирование АКС;

наземные геофизические работы, скважинные геофизические исследования и другие специальные работы (резистивиметрия, термометрия, расходометрия, кавернометрия, фотометрия и др.);

бурение карстологических скважин на выявленных геофизическими исследованиями участках аномалий и ослабленных зон, сопровождающееся хронометражем, гидрогеологическими и другими необходимыми наблюдениями;

полевые исследования грунтов (пенетрационно-каротажные, зондирование и др.);

гидрологические и гидрогеологические исследования;

лабораторные и экспериментальные исследования растворимости, размокаемости и других свойств карстующихся и покрывающих пород, химического состава вод в зонах различной закарстованности; математическое и физическое моделирование развития карстового процесса;

стационарные наблюдения;

обследование грунтов оснований существующих зданий и сооружений;

камеральная обработка материалов и составление технического отчета.

5.2.2 Сбор, анализ и обобщение материалов изысканий прошлых лет и других сведений об инженерно-геологических и гидрогеологических условиях района (исследуемой и прилегающей территории), должен включать материалы и данные:

об особенностях геолого-тектонического строения, геоморфологических и гидрогеологических условий, определяющих образование и развитие карста, в том числе о типе карстующихся пород (типе карста), условиях их залегания и распространения, глубине зоны активного развития карста, литологическом составе, водопроницаемости и мощности покрывающих пород, наличии глубоких эрозионных врезов, гидродинамических и гидрохимических условиях, поверхностных и подземных проявлениях карста (виды, морфология и морфометрия карстовых форм, их возраст);

по истории геологического развития территории, анализу палеогеографических данных и установлению стратиграфических перерывов в осадконакоплении, с которыми могут быть связаны периоды интенсивного карстообразования;

о наличии деформаций существующих зданий и сооружений, вызванных развитием карстовых процессов;

о факторах техногенного воздействия на развитие карстового процесса: загрязнении атмосферного воздуха выбросами промпредприятий, вызывающими повышенную кислотность и агрессивность атмосферных осадков, утечках из водонесущих коммуникаций, изменении химического состава, агрессивности и температуры поверхностных и подземных вод за счет промстоков, водопонижениях при разработке и добыче полезных ископаемых и осушении земель, эксплуатации водозаборов поверхностных и подземных вод, подтоплении при орошении земель, проходке котлованов и траншей, нарушении поверхностного стока, а также о динамических нагрузках, создаваемых действующими предприятиями.

При сборе материалов следует использовать данные по хорошо изученным, преимущественно прилегающим к исследуемому, районам-аналогам — площадям развития карста в сходных инженерно-геологических и ландшафтно-климатических условиях, а также в условиях воздействия аналогичных техногенных факторов, что может быть использовано для прогнозной оценки карстоопасности.

По результатам обобщения собранных материалов рекомендуется составлять предварительные схематические карты распространения карстующихся пород и карстовых проявлений с выделением на них сильно закарстованных участков.

5.2.3 Дешифрирование аэро- и космоматериалов и аэровизуальные наблюдения должны быть направлены на выявление и картирование карстопроявлений на земной поверхности и установление их взаимосвязи с геолого-геоморфологическими, тектоническими, гидрогеологическими и другими условиями развития карстового процесса. Космоснимки рекомендуется использовать для изучения природной обстановки, включая рельеф, водные объекты, геолого-тектонические структуры, наличие карстовых форм, степень и характер инженерного освоения территории. При предварительном дешифрировании рекомендуется использовать наиболее доступные черно-белые снимки с большой полосой обзора. При полевом дешифрировании следует использовать средне- и крупномасштабные аэрофотоснимки залетов разных лет и сезонов года, позволяющие выявить сглаженные и вновь возникшие карстовые формы.

Дополнительно следует использовать многозональные, спектрозональные и другие типы АКС, на которых более четко видны изменения растительного покрова, позволяющие выявить карстовые формы на залесенных участках территории.

Дешифрирование целесообразно дополнять аэровизуальными наблюдениями, в том числе в плановом и перспективном ракурсах.

Все отдешифрированные проявления карста должны быть обследованы при проведении маршрутных наблюдений.

5.2.4 Маршрутные наблюдения должны включать карстологическое обследование местности, в ходе которого необходимо устанавливать:

проявления карста на земной поверхности — наличие карстовых провалов и оседании земной поверхности, воронок, карстово-эрозионных котловин, оврагов, долин, польев, мульд оседания, карстовых рвов, карстовых останцов, поноров, карров, ниш, полостей и пещер, обнажении карстующихся пород;

наличие гидрологических и гидрогеологических проявлений карста — карстовых источников, очагов поглощения поверхностных вод, карстовых озер, заболоченностей, очагов разгрузки карстовых вод в руслах рек и озер;

приуроченность карстопроявлений к определенным геолого-тектоническим, гидрогеологическим и геоморфологическим условиям;

связанные с карстом деформации зданий и сооружений, опыт применения и эффективность противокарстовых мероприятий;

наличие функционирующих водозаборов, водонесущих коммуникаций, гидротехнических сооружений, оказывающих влияние на интенсивность развития карста, предприятий с мокрым технологическим процессом;

сооружений инженерной защиты (дренажей и т.п.).

При проведении карстологического обследования территории рекомендуется осуществлять опрос местного населения и работников предприятий, что позволяет ускорить и уточнить выявление мест и времени возникновения карстопроявлений.

В процессе обследования необходимо производить отбор проб пород, подземных и поверхностных вод объемом не менее 1 л для лабораторных исследований.

При обследовании воронок и провалов определяются: формы (в плане и разрезе), диаметр (поперечные размеры), глубина, крутизна и характер склонов, степень задернованности, расстояние и азимут до ближайшей соседней воронки и др.

Устанавливается происхождение воронок и провалов (растворение, размыв, вынос, и т.п.) и их возраст по геолого-геоморфологическим и другим признакам (по сопоставлению с возрастом элементов рельефа и покрывающих пород, заполнителя карстовых форм, степени их задернованности, залесенности, заболоченности и т.п.).

Результаты карстологического обследования местности должны отображаться на карте (плане), в том числе должны быть показаны и не сохранившиеся проявления карста (засыпанные, срезанные при планировке, распаханные воронки, понижения и т.п.), которые следует устанавливать по имеющимся материалам изысканий прошлых лет, в том числе топографическим планам и аэрофотоснимкам.

5.2.5 Геофизические методы исследований следует выполнять в соответствии с 5.7 и приложением Д СП 11-105 (часть I). В районах развития карста геофизические методы используются для решения следующих основных задач:

установление мощности, состава и условий залегания покрывающих и карстующихся пород, изучение погребенного карстового рельефа;

определение глубины залегания уровня, направления и скорости движения трещинно-карстовых и надкарстовых вод, их минерализации, мест питания и разгрузки;

определение степени закарстованности и разрушенности пород, установление зон разуплотнения, дробления и тектонических нарушений, зон разуплотнения дисперсных покрывающих пород и других аномальных зон;

выявление карстовых полостей, определение их конфигурации и размеров (в случаях, когда отношение глубины залегания полости к ее диаметру не более 1—2 и по своим физическим характеристикам они достаточно контрастно выделяются среди окружающих пород).

Геофизические исследования на территориях развития карста включают следующие методы, их модификации и комплексы: электроразведку (электропрофилирование, вертикальное электрическое зондирование), сейсморазведку, гравиразведку, радиометрические и акустические исследования, резистивиметрию и термометрию поверхностных водоемов и колодцев, различные виды каротажа скважин (электрический, радиоактивный, акустический и др.), а также кавернометрию, термометрию, резистивиметрию, расходометрию,

проведение опытно-параметрических работ для выбора оптимального комплекса методов и схем измерения. При решении отдельных сложных проблем применяются другие дополнительные методы: газово-эманационная съемка, магниторазведка, радиоизотопный, мюонный, радиолокационный и др.

Для выявления трещиноватых и закарстованных зон и полостей в межскважинном пространстве используется комплекс скважинных геофизических методов, в том числе различные виды каротажа, радиоволновое, сейсмо- и электропросвечивание, метод заряженного тела. Выбор комплекса методов, пригодных для решения перечисленных задач, должен определяться геологическим строением территории, а также спецификой их применимости, которая связана с изменениями состава, структуры, текстуры и физических свойств пород карстующихся массивов: электропроводности, водопроницаемости и упругих свойств в разуплотненных зонах, аномалий гравитационного и геотермального поля, обусловленных повышенной пустотностью карстовых зон и наличием в них конвективного теплообмена, а также с накоплением аномальных содержаний магнитных минералов и радиоактивных элементов в процессе их перераспределения на участках повышенной миграции подземных вод.

По результатам наземных геофизических исследований должны быть составлены разрезы и карты глубин залегания кровли и подошвы карстующейся толщи, с выделением зон различной интенсивности карстопроявлений и локализацией отдельных карстовых форм и других аномалий.

Геофизические исследования должны выполняться, как правило, на всех этапах изысканий в сочетании с другими видами инженерно-геологических работ.

5.2.6 Проходка горных выработок должна осуществляться в количествах, предусмотренных 7.6 и 8.4 СП 11-105 (часть I). При этом, часть скважин из общего количества (в соответствии с таблицами 5.4 и 5.5 настоящего свода правил) предусматривается для изучения карста на больших глубинах (более 20—30 м), нередко значительно превышающих величину сжимаемой зоны основания проектируемых зданий и сооружений.

Глубина всех скважин должна быть не менее указанной в 8.5—8.7 СП 11-105 (часть I). При этом, скважины, предусмотренные для изучения карста на больших глубинах, следует проходить, как правило, на всю мощность закарстованной зоны с заглублением не менее, чем на 5 м в подстилающие или незакарстованные монолитные породы.

При мощности закарстованной зоны в толще растворимых пород (известняков, гипса и т.п.) более 5—10 м допускается ее неполное вскрытие при соответствующем обосновании в программе работ.

В районах с покрывающей толщей, сложенной нерастворимыми преимущественно глинистыми водонепроницаемыми породами, необходимо изучать и оценивать степень их водопроницаемости и защитную способность в отношении проявления карста на земной поверхности. При мощности толщи, обеспечивающей защиту от возможности проявления карста на земной поверхности, допускается не вскрывать буровыми скважинами карстующиеся породы, ограничиваясь проверкой надежности защитного водоупора.

Размещение скважин должно осуществляться с учетом результатов маршрутных наблюдений и геофизических исследований.

Конструкция и технология проходки скважин должны обеспечивать максимальный выход керна покрывающих, карстующихся пород и заполнителя карстовых полостей. Шнековое и любые другие виды бурения, не гарантирующие получение керна, не допускаются.

В скальных породах рекомендуется применять колонковый способ бурения скважин, в нескальных — колонковое и ударное кольцевым забоем. В размываемых породах (в том числе соленосных толщах) следует осуществлять проходку скважин укороченными рейсами (до 0,5 м) с обратной циркуляцией или с продувкой воздухом и «всухую». В соляных и соленосных толщах в качестве промывочной жидкости следует применять рассолы.

При описании керна в буровых журналах необходимо приводить послойную характеристику трещиноватости, пустотности, проявлений закарстованности, заполнителя карстовых пустот, степени выветрелости и разрушенности породы, определять показатель сохранности породы, а также линейный и объемный коэффициенты закарстованности и кавернозности.

В процессе бурения необходимо фиксировать интервалы глубин провалов или быстрого погружения бурового снаряда, скорость чистого бурения и выход керна, интервалы различного поглощения промывочной жидкости, в том числе полного поглощения, а также наличие и характер газопроявлений.

При проходке скважин должны выполняться геофизические исследования (каротаж и при необходимости — межскважинное просвечивание), состав и методика которых должны устанавливаться в программе изысканий.

При необходимости детального изучения трещиноватости и закарстованности пород, состава и состояния покрывающей толщи, наличия в них ослабленных разуплотненных зон и полостей, строения воронок и других карстовых форм следует проходить горные выработки в виде шурфов, дудок, канав, расчисток.

По окончании проходки горных выработок и завершении в них предусмотренных работ необходимо осуществлять ликвидационный тампонаж скважин глиной или цементным раствором, а шурфов, дудок — засыпкой глинистым грунтом с послойным уплотнением и строгий контроль за своевременностью и качеством его выполнения.

5.2.7. Полевые исследования грунтов методами статического, динамического и вибрационного зондирования, пенетрационно-каротажные и другие исследования следует использовать для решения следующих задач: выявления и оконтуривания в толще покрывающих пород ослабленных и разуплотненных зон, определения свойств грунтов, изучения рельефа кровли карстующихся пород при их залегании на доступной для зондирования глубине.

Определение прочностных и деформационных свойств покрывающих пород, залегающих в основании фундаментов проектируемых зданий и сооружений (методами испытаний грунтов штампом и на срез в горных выработках), как правило, должно выполняться отдельно на участках распространения грунтов, нарушенных проявлениями карста, и за их пределами, в ненарушенной зоне.

5.2.8 При гидрогеологических исследованиях следует устанавливать:

распространение и условия залегания водоносных горизонтов в покрывающих, карстующихся и подстилающих отложениях, условия их питания, транзита и разгрузки, гидродинамическую и гидрохимическую зональность;

взаимосвязь между водоносными горизонтами и поверхностными водами;

влияние техногенных факторов на изменение гидрогеологических условий;

режим подземных вод;

химический состав и растворяющую способность поверхностных и подземных вод по отношению к карстующимся породам, температуру подземных вод;

фильтрационные свойства карстующихся и покрывающих пород, в том числе в зонах повышенной проницаемости, с определением гидрогеологических параметров (коэффициентов фильтрации, водопроводимости, уровнепроводности, водоотдачи, удельного водопоглощения, избыточных напоров и градиентов вертикальной фильтрации), а также направления и скорости движения подземных вод.

Прогноз изменения гидрогеологических условий в процессе строительства и эксплуатации проектируемого объекта следует выполнять в соответствии с техническим заданием при обосновании в программе изысканий.

Для решения этих задач следует выполнять полевые опытно-фильтрационные работы: откачки — пробные, экспресс-откачки, опытные одиночные и кустовые с несколькими лучами наблюдательных скважин, групповые и поинтервальные; нагнетания воды и воздуха в скважины; наливы воды в шурфы, а также индикаторные методы (химический, электрохимический, колориметрический, радиоиндикационный).

Для изучения гидрогеологической неоднородности карстового массива и покрывающих пород и для выбора мест проведения опытных откачек используются экспресс-откачки и наливы, а также пробные откачки, наливы, нагнетания.

Опытные откачки из одиночных скважин рекомендуется выполнять для получения характеристик водопроницаемости зон с различной степенью закарстованности.

Опытные кустовые откачки следует проводить с целью определения наиболее достоверных значений коэффициентов фильтрации, уровнепроводности (пьезопроводности) и водоотдачи, а также для изучения связи между водоносными горизонтами и связи подземных вод с поверхностными. При кустовых откачках в карстующихся породах следует, как правило, предусматривать не менее двух лучей наблюдательных скважин с целью изучения фильтрационной анизотропии. В тех случаях, когда для создания требующегося понижения уровня воды одной центральной скважины окажется недостаточно, следует проводить групповую откачку (из двух и более скважин). Не рекомендуется проводить длительные откачки и наливы вблизи зданий и сооружений во избежание возможности неблагоприятного воздействия на их устойчивость.

При производстве откачек следует отбирать пробы воды на химический анализ в соответствии с 5.11 СП 11-105 (часть I).

При определении видов и объемов опытно-фильтрационных работ и других гидрогеологических исследований, выборе мест их проведения, определении методики выполнения и обработки результатов, следует учитывать значительную неравномерность водопроницаемости закарстованных массивов в плане и по вертикали, наличие зон с различной степенью и характером закарстованности и различным режимом подземных вод (наличие практически водонепроницаемых зон и изолированных водотоков).

Для изучения путей и скоростей движения карстовых вод при гидрогеологических исследованиях используются также геофизические полевые методы, а при необходимости проводится физическое и математическое моделирование.

5.2.9 Стационарные наблюдения за условиями и динамикой развития карстовых процессов и их проявлений на земной поверхности и в толще карстующихся и покрывающих пород следует проводить, как правило, при изысканиях для проектирования крупных и сложных объектов (I уровня ответственности), а при необходимости и для объектов II уровня ответственности.

Комплекс стационарных наблюдений, как правило, включает: гидрогеологические наблюдения за режимом подземных вод; гидрометеорологические наблюдения за режимом поверхностных вод; геодезические наблюдения за оседаниями земной поверхности, изменениями морфометрических характеристик рельефа, провалами и деформациями зданий и сооружений.

Продолжительность гидрогеологических и гидрометеорологических наблюдений должна быть не менее гидрологического года.

При проведении наблюдений за режимом подземных и поверхностных вод рекомендуется использовать геофизические методы, в том чис-

ле резистивиметрию, позволяющую вести непрерывную регистрацию изменения минерализации по изменению удельного электрического сопротивления (УЭС) воды.

Режимные наблюдения следует осуществлять за» каждым горизонтом карстовых вод, оказывающим влияние на условия строительства, и за каждым из горизонтов в покрывающих породах, а при необходимости и за водоносными горизонтами в подстилающих породах.

По результатам наблюдений за режимом поверхностных и подземных вод следует устанавливать: динамику глубины залегания уровней во времени, напоров и градиентов вертикальной фильтрации; изменения направления и скорости движения воды, температуры и химического состава, а также степени агрессивности по отношению к карстующимся породам; места питания и разгрузки подземных вод; наличие взаимосвязи между водоносными горизонтами и с поверхностными водами, а также участки перетекания вод из одного горизонта в другой и др.

При проведении наблюдений за проявлениями карста и их развитием следует выполнять маршрутное обследование для обнаружения и документации провалов, оседаний и других объектов наблюдения. При выполнении обследований значительных территорий используются повторные аэрофотосъемки и аэровизуальные наблюдения. При этом, следует проводить обследование зданий и сооружений, опрос населения, наблюдения за выявленными деформациями.

Геодезические наблюдения за деформациями зданий и сооружений, а также за деформациями земной поверхности (в том числе использование реперов, установленных на разной глубине) следует выполнять в соответствии с СП 11-104.

5.2.10 Лабораторные исследования должны включать определения состава, состояния и физико-механических свойств растворимых и нерастворимых пород, входящих в состав карстующейся и покрывающей толщи, включая изучение грунтов различной степени закарстованности и заполнителя карстовых полостей и трещин, установление химического состава поверхностных и подземных вод и их агрессивности к карстующимся породам.

При отборе проб поверхностных и подземных вод необходимо измерять их температуру и непосредственно в полевых условиях определять pH, содержание свободной CO_2 и других неустойчивых компонентов (HCO_3^-, CO_3^{2-} Fe^{2+}, Fe^{3+}, NO_2^-, NO_3^-). Остальные компоненты (Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+, NH_4^+, Cl^-, SO_4^{2-}, сухой остаток, SiO_2) рекомендуется определять в стационарной лаборатории. Так же следует определять прозрачность, наличие взвешенных веществ, выпадение осадка и изменение воды в сосуде со временем, цветность, запах, перманганатную окисляемость, а также прочие составляющие физических свойств и химического состава с учетом возможного техногенного загрязнения водоносных горизонтов.

Для карстующихся пород следует определять их минералого-петрографический и химический состав, в том числе общее содержание органических веществ, растворимость в воде (с учетом химического состава и температуры подземных вод) и коэффициент скорости растворения (при различных скоростях движения подземных вод). При этом должны использоваться общий количественный и спектральный анализ, водные и кислотные вытяжки, а также, при необходимости, термический, рентгеноструктурный, электронно-микроскопический и другие методы минералогического и химического анализа горных пород.

Для определения возраста карстовых форм и их заполнителя применяются минералого-петрографический, палеонтологический, радиоизотопный, палинологический, диатомовый и другие виды специальных анализов.

При необходимости установления количественных характеристик карстового процесса (оценки скорости растворения пород и развития карста во времени, выявления механизма карстовых деформаций, размеров карстовых провалов), оценки степени опасности обнаруженных карстовых полостей и др. (как правило, в особо сложных условиях и при проектировании ответственных здании и сооружении), следует осуществлять экспериментальные лабораторные исследования с применением различных видов моделирования:

химико-кинетического (растворение карстующихся пород, растворение стенок карстовой полости, растворение карбонатного цемента в крупнообломочных грунтах и т.п.);

методом эквивалентных материалов (прогиб и растрескивание пород кровли карстовой полости, гравитационные смещения грунтовых масс в карстовую полость);

физического гидрогеологического (гидродинамическое разрушение покрывающих пород над карстовыми полостями и трещинами);

математического (моделирование карстово-суффозионных процессов и провалообразования на основе экспериментально установленных параметров).

Рекомендуется комплексное использование перечисленных методов в различных сочетаниях, а также в комбинации с другими методами физического моделирования.

Экспериментальные лабораторные исследования и моделирование должны проводиться по дополнительным программам, согласованным с заказчиком.

5.2.11 Камеральная обработка материалов должна производиться как в период проведения полевых работ (с целью своевременного уточнения и корректировки выполняемых исследований), так и в заключительный период, с учетом данных лабораторных испытаний и моделирования.

При камеральной обработке материалов изысканий следует осуществлять инженерно-геологическое районирование территории по условиям, степени и характеру развития карста с уче-

том проявлений суффозии, сдвижения и обрушения горных пород, а также других процессов, участвующих в формировании полостей, разрушенных и разуплотненных зон в карстующихся и покрывающих их отложениях.

При районировании должны использоваться установленные по результатам изысканий категории устойчивости территорий относительно карстовых провалов по интенсивности провалообразования в соответствии с таблицей 5.1 и по средним диаметрам карстовых провалов в соответствии с таблицей 5.2.

Показатели интенсивности провалообразования определяются:

по данным стационарных наблюдений (по результатам систематической регистрации случаев образования провалов и локальных оседании на определенной площади);

по данным наземного обследования местности (карстологической съемки), сопровождающегося сбором сведений о ранее образовавшихся провалах и локальных оседаниях, дешифрированием аэрофотоснимков разных лет и применением различных методов определения возраста существующих карстовых воронок;

по аналогии с другими карстовыми участками, находящимися в сходных геологических и гидрогеологических условиях и характеризующихся той же степенью закарстованности.

Таблица 5.1

Категории устойчивости территории относительно интенсивности образования карстовых провалов	Интенсивность провалообразования (среднегодовое количество провалов на 1 км^2 территории (случаи/км^2 в год)
I	Свыше 1,0
II	Св. 0,1 до 1,0
III	Св. 0,05 до 0,1
IV	Св. 0,01 до 0,05
V	До 0,01
VI	Провалообразование исключается

Примечание — К шестой категории устойчивости относятся территории, на которых возникновение карстовых провалов земной поверхности невозможно (из-за отсутствия растворимых горных пород или благодаря наличию надежной защитной покрывающей толщи нерастворимых водонепроницаемых или скальных пород).

Таблица 5.2

Категории устойчивости территории относительно средних диаметров карстовых провалов	Средние диаметры карстовых провалов, м
А	Свыше 20
Б	Св. 10 до 20
В	Св. 3 до 10
Г	До 3

На картах районирования и в тексте категория устойчивости территории обозначается двойным индексом, состоящим из цифры и буквы (например, V-В).

Оценку устойчивости территории рекомендуется осуществлять с применением «метода удаленности от ближайшего соседнего поверхностного проявления карста». При этом составляются карты удаленности, характеризующие степень концентрации воронок на земной поверхности, и строятся гистограммы, графики распределения и прогнозные кривые распределения среднегодовой плотности провалов по удаленности от ближайшего проявления карста.

По результатам изысканий следует определять средние и максимальные диаметры провалов (и локальных оседаний) и их среднюю глубину. В районах соляного карста, кроме того, должны оконтуриваться мульды оседания, определяться изменения их размеров в плане, глубины, кривизны поверхности и наклоны краевых участков зоны оседания.

5.2.12 Прогноз развития карстового процесса (качественный и количественный) выполняется методом аналогий, экстраполяции, экспериментальными или расчетными методами, основанными на детерминированных и стохастических моделях. Прогнозные исследования включают:

прогноз скорости растворения пород;

временной прогноз (ожидаемый срок образования провала на данной площадке, вероятность образования провалов за заданный срок, скорость развития комплекса карстовых форм и т.п.);

пространственный прогноз (ожидаемый участок образования провала, вероятность образования провала на заданном участке территории);

ожидаемые размеры провалов на поверхности земли или в основании сооружений (их глубина, диаметры, конфигурация и т.п.).

Прогнозируемые параметры поверхностных карстовых проявлений следует определять расчетами, с использованием аналитических и (или) вероятностно-статистических методов, на основе анализа распределений ожидаемых карстовых провалов по величине их средних и максимальных диаметров и средней глубине, а также с использованием аналогий.

Скорость растворения большинства карстующихся пород известна, однако в некоторых случаях может потребоваться ее уточнение лабораторными методами.

При составлении временных прогнозов следует иметь в виду, что стохастические методы, основанные на обобщении данных по имеющемуся ряду наблюдений, позволяют устанавливать вероятность образования провала в любой части исследуемой территории (или число провалов на км^2 площади), но без более детальной локализации. При этом чем ниже вероятность, тем меньше опасность провала. Однако, даже при очень низкой вероятности образование провала в самом ближайшем будущем не исключается.

Прогноз возможного места образования провала также не всегда надежен, за исключением тех случаев, когда его можно увязать с местными особенностями тектонического строения участка (разрывные нарушения, зоны дробления, замковые части складок, где наиболее сильно проявляется трещиноватость).

Прогноз возможных размеров карстовых провалов более надежен, так как при определенных геологических условиях они более или менее выдержаны, и для прогноза может быть использован имеющийся статистический материал.

5.2.13 При инженерно-геологических изысканиях в районах развития карста с учетом этапа изысканий следует устанавливать и отражать в техническом отчете:

распространение, характер и интенсивность развития карста, историю и закономерности его развития;

геологические, гидрогеологические и геоморфологические условия развития карста, в том числе: наличие тектонических нарушений, древних долин, состав, физико-механические свойства, растворимость, трещиноватость горных пород (грунтов) и т.п.;

районирование территории по условиям, характеру и степени развития карста;

оценку связанных с карстом особенностей физико-механических свойств грунтов, наличия в них разуплотненных и разрушенных зон, особенностей гидрогеологических условий, связанных с карстом;

оценку устойчивости территории (площадки) относительно карстовых (и карстово-суффозионных) провалов и оседании земной поверхности и слагающих ее грунтов;

прогноз развития карста и связанных с ним суффозионных и провальных явлений в период строительства и эксплуатации объектов под влиянием естественных и техногенных факторов;

рекомендации для обоснования противокарстовых мероприятий.

В выводах технического отчета по результатам выполненных инженерно-геологических изысканий должна быть дана комплексная оценка опасности развития карста в соответствии с требованиями 6.16 СНиП 11-02.

На прилагаемых к отчету картах, в том числе районирования, должны отображаться результаты полученных оценок опасности развития карста. При необходимости составляется комплект карт, отражающих различные характеристики количественной оценки интенсивности карстового процесса и его распространения на исследуемой территории.

5.2.14 При изысканиях на застроенных территориях необходимо устанавливать изменения интенсивности карстового процесса, обусловленные техногенным воздействием, в том числе осуществлением противокарстовых мероприятий. При этом необходимо выявлять источники техногенного воздействия на интенсивность развития карста: предприятия, нарушающие установленные уровни предельно допустимых выбросов (ПДВ) и предельно допустимых сбросов (ПДС), утечки из водонесущих коммуникаций, функционирующие водозаборы, водопонизительные установки и т.п.

5.2.15 При изысканиях в карстовых районах должны строго соблюдаться требования по охране природы, предусматриваться и осуществляться мероприятия, не допускающие нарушения сложившихся гидрогеологических условий буровыми, опытно-фильтрационными и другими работами, которые могут вызвать активизацию карста, в том числе суффозионных процессов в покрывающих породах, образование провалов и оседании земной поверхности. Обязателен ликвидационный тампонаж скважин глиной или цементным раствором и строгий контроль за своевременностью и качеством его выполнения.

5.3 Инженерно-геологические изыскания для разработки предпроектной документации

5.3.1 При изысканиях для разработки предпроектной документации в районах развития карста необходимо устанавливать:

распространение, состав, состояние и условия залегания карстующихся и покрывающих пород;

тип карста;

структурно-тектонические, гидрогеологические и геоморфологические условия развития карста;

проявления карста на земной поверхности — наличие провалов, воронок, оседаний поверхности земли и др.;

подземные проявления карста — наличие разнообразных полостей, разрушенных и разуплотненных зон в карстующихся и покрывающих породах, наличие и состав заполнителя и полостей;

границы участков различной степени закарстованности.

По результатам изысканий для предпроектной документации должна быть дана предварительная оценка условий и интенсивности развития карста, а также степени опасности карстового процесса для проектируемого строительства, с учетом возможных техногенных воздействий.

Материалы инженерно-геологических изысканий для предпроектной документации должны включать рекомендации по освоению территории

(в том числе по исключению из использования особо опасных участков), выбору площадок и размещению сооружений с учетом необходимости выполнения противокарстовых мероприятий, а также по проведению дальнейших исследований.

5.3.2 Инженерно-геологические изыскания в районах развития карста следует проводить с детальностью, соответствующей масштабам инженерно-геологической съемки и масштабам карт инженерно-геологического районирования в соответствии с 6.2—6.4 и 6.7 СП 11-105 (часть I).

В районах развития карста допускается при согласовании с заказчиком выполнять инженерно-геологические изыскания для обоснования инвестиций в объеме, предусмотренном для стадии проекта (6.7 и 7.4 СП 11-105 (часть I).

5.3.3 При изысканиях в районах развития карста исходные материалы для планирования полевых работ должны быть получены при сборе материалов изысканий и исследований прошлых лет и дешифрировании материалов дистанционных съемок, дополняемых, при необходимости, аэровизуальными наблюдениями.

При дешифрировании рекомендуется использовать космоснимки (КС) масштабов 1:200000 — 1:125000, допускающие увеличение до масштабов 1:50000 — 1:25000 и обладающие высоким плановым разрешением и широкой полосой обзора. Для более детального дешифрирования следует использовать аэрофотоснимки (АС) масштабов 1:35000—1:17000, при необходимости — и более крупных. На залесенных территориях следует использовать снимки весенних и осенних залетов.

На основе предварительного дешифрирования составляется карта районирования территории по плотности карстовых воронок и провалов (количеству поверхностных карстопроявлений, приходящихся на единицу площади) или по удаленности от ближайшего поверхностного карстопроявления.

5.3.4 Маршрутные наблюдения с карстологическим обследованием площадки (вариантов площадок) и прилегающей территории должны проводиться на геологической или литолого-тектонической основе с нанесенным рельефом. При отсутствии подобной карты она должна быть составлена на начальном этапе изысканий как основа всех последующих видов работ. На карте должны быть выделены все выражающиеся в данном масштабе литологические разности карстующихся пород, разрывные нарушения разных порядков с указанием их типа, глубины заложения и морфометрических параметров (протяженность, раскрытие трещин, мощность оперяющих зон и т.п.), характеристика заполнителя, основные складчатые структуры в соответствии со стандартной методикой геологического картирования.

Карстологическое обследование следует проводить в соответствии с 5.2.4 и с соблюдением требований по инженерно-геологической рекогносцировке и съемке соответствующего масштаба.

При рекогносцировке наземное карстологическое обследование заключается в проведении отдельных маршрутов для контроля результатов предварительного дешифрирования. При необходимости проводится обследование ключевых участков.

При инженерно-геологической съемке масштабов 1:25000 — 1:10000 наземное обследование и картирование сильнозакарстованных участков следует проводить в более крупных масштабах (1:5000— 1:2000). Сильнозакарстованные участки (с наличием 50 и более карстовых форм на 1 км^2) определяются по результатам изучения материалов изысканий прошлых лет и предварительного дешифрирования АКС.

Границы съемки должны назначаться с учетом необходимости выявления комплекса природных и техногенных факторов, влияющих на формирование карстового процесса, условий и истории его развития, а также техногенных факторов, способствующих его активизации. При определении ширины прилегающей территории необходимо иметь в виду, что закономерности распространения карста не могут быть выявлены на отдельных небольших площадках. За пределами территории строительства съемка может быть заменена рекогносцировкой или производиться в более мелком масштабе.

5.3.5 На предпроектных стадиях при изысканиях на закарстованных территориях для изучения геологических условий развития карста, погребенного карстового рельефа, выявления и оконтуривания в плане зон повышенной трещиноватости и закарстованности, определения глубины распространения этих зон и обнаружения отдельных карстовых полостей следует применять преимущественно наземные геофизические методы (сейсмо- и электропрофилирование и вертикальное электрическое зондирование методом сопротивлений и методом двух составляющих — ВЭЗ МДС), а при необходимости — выполнять комплексный каротаж скважин. Применение геофизических методов рекомендуется при ширине закарстованной зоны не менее 80 — 100 м, глубине распространения закарстованности не более 30 — 40 м при мощности покрывающих отложений 4 — 15 м. Для выявления отдельных полостей необходимо, чтобы они были соизмеримы с мощностью покрывающих отложений.

В качестве вспомогательных методов в комплексе с сейсмо- и электроразведкой могут использоваться микрогравиразведка, газово-эманационная съемка и другие методы в соответствии с 5.2.5.

На основе полученных данных должны быть построены геофизические разрезы и карты выявленных аномалий.

По результатам геофизических исследований устанавливаются участки различной степени закарстованности. При этом может производиться предварительное выделение отдельных карстовых форм, местоположение и параметры которых уточняются при проведении дальнейших исследований на последующих этапах изысканий.

5.3.6 Виды, размещение и глубина проходки горных выработок уточняются на основе результатов карстологического обследования и данных предварительной обработки материалов наземных геофизических исследований, с учетом литологического типа карста и особенностей его развития. Бурение параметрических скважин, необходимых для интерпретации геофизических исследований, осуществляется одновременно с проведением геофизических работ.

Количество скважин, предназначенных для изучения карста на больших глубинах (5.2.6), при выполнении изысканий для разработки предпроектной документации рекомендуется назначать по таблице 5.3 за счет общего числа выработок требуемой глубины, предусмотренных 6.9 СП 11-105 (часть I), а при выполнении изысканий для обоснования инвестиций в объеме для стадии проекта (5.3.2) — по таблице 5.4 за счет общего числа выработок требуемой глубины, предусмотренных 7.6 СП 11-105 (часть I).

При проходке и документации горных выработок следует соблюдать требования 5.2.6.

Часть скважин, пройденных при изысканиях для разработки предпроектной документации, при необходимости, может быть оборудована для стационарных наблюдений.

5.3.7 Для выявления полостей и разуплотненных зон в песчаных и глинистых отложениях, покрывающих карстующиеся породы, рекомендуется использовать динамическое и статическое зондирование в соответствии с 5.2.7.

5.3.8 При выполнении изысканий для разработки предпроектной документации следует изучать гидрогеологические условия с детальностью, предусмотренной 5.3.2.

Для объектов не выше II уровня ответственности на слабозакарстованных территориях степень проницаемости и фильтрационные свойства карстующихся пород допускается определять по косвенным признакам (трещиноватости, закарстованности, поглощению промывочной жидкости и т.п.), а также с использованием данных по районам-аналогам и справочным материалам без выполнения опытно-фильтрационных работ.

В целях изучения характерной для районов развития карста фильтрационной неоднородности трещиноватых и закарстованных пород в плане и по глубине, а также сравнительной характеристики проницаемости пород и изучения химического состава подземных вод выполняются одиночные (пробные, опытные) откачки и наливы экспресс-методами. Получаемые данные необходимы для уточнения методики и технологии опробования пород при дальнейших изысканиях на стадии проекта при производстве опытно-фильтрационных работ.

Предпочтительным является поинтервальное опробование гидрогеологических скважин (2—4 интервала в скважине), пройденных в процессе гидрогеологических съемок и других исследований. Количество и длина интервалов опробования устанавливается в каждой скважине по данным комплекса геофизических скважинных исследований.

При выполнении гидрогеологического опробования следует отбирать пробы воды для химических анализов.

5.3.9 Отбор проб пород для лабораторных испытаний необходимо производить из всех разновидностей карстующихся пород, из заполнителя карстовых пустот, а также из покрывающих их отложений. Пробы воды следует отбирать из всех встреченных при проходке скважин горизонтов подземных вод, поверхностных водотоков и водоемов, других водопроявлений.

Лабораторные работы следует выполнять в соответствии с требованиями 5.2.10.

5.3.10 При изысканиях для разработки предпроектной документации должна быть обоснована необходимость проведения стационарных наблюдений за условиями и динамикой развития карстовых процессов, определены основные виды наблюдений, разработаны предложения по организации режимной сети и, при необходимости, начаты наблюдения.

5.3.11 По результатам выполненных изысканий для разработки пдедпроектной документации должны быть установлены основные

Таблица 5.3

Масштаб инженерно-геологической съемки	Количество скважин для изучения карста на больших глубинах на 1 км^2	Расстояние между скважинами (в среднем), м
1:25000	0,5—2	1400—700
1:10000	2—8	700—350

Примечание — Количество скважин и расстояния между ними выбираются в зависимости от сложности условий развития карста и характера проектируемого сооружения (уровень ответственности, расчетный срок службы, конструктивные и технологические особенности, условия строительства и эксплуатации) и корректируются с учетом результатов геофизических работ.

Таблица 5.4

Масштаб инженерно-геологической съемки	Количество скважин для изучения карста на больших глубинах на 1 км^2	Расстояние между скважинами (в среднем), м
1:5000	8—25	350—200
1:2000	Не нормируется	200—100

Примечание — Количество скважин и расстояния между ними выбираются в зависимости от сложности условий развития карста и характера проектируемого сооружения (уровень ответственности, расчетный срок службы, конструктивные и технологические особенности, условия строительства и эксплуатации) и корректируются с учетом результатов геофизических работ.

закономерности и тенденции развития карстового процесса, проведено предварительное инженерно-геологическое районирование и оценка подземной и поверхностной закарстованности и устойчивости территории относительно карстопроявлений.

Предварительное районирование и оценку закарстованности и устойчивости территории следует проводить в соответствии с 5.2.11, с перспективой уточнения и детализации на следующем этапе изысканий.

Инженерно-геологическое районирование проводится с детальностью, зависящей от масштаба инженерно-геологической съемки, при необходимости, с составлением карт-врезок более крупного масштаба.

Районирование и оценка территории по условиям строительства подземных сооружений (метро, подземные хранилища, транспортные тоннели, продуктопроводы и др.) должны проводиться с учетом глубины их заложения, назначения и особых условий работы.

При проведении изысканий для предпроектной документации допускается выполнять качественный прогноз развития процесса и ограничиваться качественной оценкой отдельных условий и факторов его проявления, которые будут уточняться и корректироваться при проведении дальнейших исследований.

5.3.12 Состав и содержание технического отчета о результатах инженерно-геологических изысканий для разработки предпроектной документации должны соответствовать требованиям 6.3—6.5 СНиП 11-02, а также 5.2.11—5.2.13 и 5.3.1. В заключении отчета должны быть сформулированы задачи, требующие решения на этапе изысканий для разработки проекта.

5.4 Инженерно-геологические изыскания для разработки проекта

5.4.1 При изысканиях для разработки проекта строительства в районах развития карста необходимо устанавливать:

распространение, условия залегания, литологический и петрографический состав карстующихся пород, их трещиноватость и степень закарстованности, тип карста, структурно-тектонические условия, рельеф кровли карстующихся пород, состав и условия залегания покрывающих и подстилающих пород, наличие древних погребенных долин;

гидрогеологические условия, в том числе химический состав, температуру и режим подземных вод, условия их питания, движения и разгрузки, потери из водохранилищ, водопритоки в подземные выработки, взаимосвязь подземных горизонтов между собой и с поверхностными водами, растворяющую способность подземных вод по отношению к карстующимся породам, их проницаемость и интенсивность водообмена;

проявления карста под землей — разнообразные полости, трещины, каверны, их пространственную локализацию, конфигурацию и размеры, распространение зон разуплотнения и нарушенного залегания пород, степень заполнения и состав заполнителя карстовых полостей и другие проявления;

проявления карста на земной поверхности — воронки, впадины, провалы и оседания земной поверхности; очаги поглощения поверхностных вод, характер деформаций зданий и сооружений и другие установленные проявления;

влияние техногенных факторов на развитие карста и его подземных и поверхностных проявлений.

По результатам изысканий должно быть выполнено уточнение инженерно-геологического районирования территории строительства по условиям, характеру, степени карстоопасности, а также дана оценка возможности влияния изменений природных условий при строительстве и эксплуатации объекта на активизацию карста и выполнен прогноз дальнейшего развития карстового процесса.

5.4.2 При сборе и обобщении материалов изысканий и исследований прошлых лет следует проводить карстологическое дешифрирование крупномасштабных АФС с плановым разрешением 1—2 м, позволяющих выявить карстовые воронки, провалы и другие поверхностные формы, а также определить их размеры, а иногда и возраст. Следует выделять участки свежих провалов, происшедших за последние годы, и территории, на которых за последние 20—50 лет карстовые провалы не отмечались. Карстологическое дешифрирование должно дополняться анализом крупномасштабных карт и планов, на которые следует наносить результаты дешифрирования и выявленные дополнительно возможные источники активизации карста (выемки, канавы, траншеи, места утечек из водоводов и водоемов, пункты интенсивных откачек и т. п.).

5.4.3 Маршрутное карстологическое обследование территории при проведении инженерно-геологических изысканий следует выполнять в соответствии с 5.2.4 в полном объеме. При этом, в состав работ должно входить:

выявление всех наземных карстовых форм, оседании и провалов поверхности, трещин в грунте или покрытиях, которые могут указывать на наличие подземных карстовых полостей;

обследование состояния зданий и сооружений, находящихся в пределах площадки или в непосредственной близости от нее с фиксацией деформаций и выявлением их причин;

выявление изменений естественных и техногенных факторов карстообразования, распространения и интенсивности развития карста, происшедших после проведения изысканий на предыдущем этапе.

В целях количественной оценки интенсивности провалообразования (в том числе по «методу удаленности от ближайшего проявления карста») и прогнозируемых размеров карстовых провалов, требуется индивидуальная документа-

ция каждой из выявленных карстовых форм (воронок, провалов,оседании). При этом каждому из карстопроявлений присваивается номер, оно наносится на карту и заносится в каталог с указанием формы, размеров в плане, глубины и возраста (с датой) или возрастной группы (свежая, молодая или старая воронка).

Необходимо выполнить геодезическую привязку всех выявленных проявлений карста, отображаемых в масштабе карты (минимальный размер объекта на карте — 2 мм) или внемасштабными знаками.

При инженерно-геологической съемке в масштабах 1:5000— 1:2000 карстологическое обследование должно обеспечивать выявление и раздельное картирование практически всех имеющихся на площадке карстовых форм земной поверхности (карстовых котловин, воронок и др.). С этой целью используются аэрофотоматериалы и увеличивается объем маршрутных наблюдений. Количество точек наблюдений, предусмотренное таблицей 7.1 СП 11-105 (часть I) допускается увеличивать на слабозакарстованных участках на 1—10 точек, на среднезакарстованных— на 11—50 точек и на сильнозакарстованных — на 51—100 точек на 1 км². Для участков с большим количеством воронок и других карстовых форм для их раздельного картирования составляются планы-врезки и увеличивается количество точек описания карстовых форм.

Ширину прилегающей территории необходимо принимать не менее двойного расстояния между выработками в предусмотренном масштабе инженерно-геологической съемки, с учетом степени закарстованности территории, установленной на предыдущем этапе изысканий.

5.4.4 При геофизических наземных исследованиях уточняются модификации и комплексы используемых методов с учетом опыта их применения на предыдущем этапе изысканий.

Сеть геофизических наблюдений, тип и размеры установок следует назначать в соответствии с масштабом инженерно-геологической съемки, глубиной залегания карстующихся пород, с учетом их геоэлектрических и сейсмических свойств, наличия помех.

При применении электроразведки сеть размещения точек вертикального электрического зондирования методом двух составляющих (ВЭЗ, ВЭЗ МДС) при инженерно-геологической съемке масштаба 1:10000 — 1:2000 рекомендуется принимать соответственно 100 х 100 м —-25×25 м, а электропрофилирования методом двух составляющих (ЭП или ЭП МДС) — соответственно 50×50 м — 10×10 м. При этом, объем крестовых ВЭЗ МДС, которые необходимы для определения элементов залегания анизотропных зон и уточнения локальных геолого-карстовых структур, следует устанавливать от 30 до 50 % общего объема зондирования.

При изысканиях на стадии разработки проекта для повышения эффективности изысканий следует применять скважинные геофизические методы в соответствии с 5.2.5.

5.4.5 Горные выработки следует размещать с учетом рельефа, гидрографии, геологического строения, характера выявленных тектонических структур, расположения зон гидрогеологических и геофизических аномалий, распространения проявлений карста, выявленных при маршрутных наблюдениях и геофизических исследованиях. Выработки следует размещать на каждом геоморфологическом элементе. В первую очередь следует осуществлять проходку параметрических скважин, а проходка остальных скважин выполняется после производства геофизических работ.

Количество скважин, предназначенных для изучения карста на больших глубинах (5.2.6), при выполнении изысканий для разработки проекта рекомендуется назначать по таблице 5.4 за счет общего числа выработок требуемой глубины, предусмотренных 7.6 СП 11-105 (часть I), с учетом ранее пробуренных скважин.

При проходке и документации горных выработок следует соблюдать требования 5.2.6.

Глубина скважин для изучения рыхлых грунтов, заполняющих карстовые воронки и впадины, оконтуривания выявленных карстовых полостей и других погребенных форм, выявления разуплотненных зон в покрывающих породах и т.п. обосновывается в программе изысканий, исходя из глубины карстопроявлений, их размеров и мощности покрывающих пород.

Помимо бурения, следует также использовать шурфы, расчистки и другие горные выработки для изучения выявленных в ходе изысканий карстовых воронок, погребенных карстовых форм и полостей, выяснения их строения и условий образования.

5.4.6 Динамическое и статическое зондирование и другие полевые методы исследования грунтов для изучения карста следует применять в соответствии с 5.2.7.

5.4.7 Гидрогеологические исследования, выполняемые для разработки проекта должны быть достаточными для гидрогеологической характеристики покрывающих, карстующихся и подстилающих пород. При изысканиях следует устанавливать: положение уровней подземных вод, горизонтальные и вертикальные градиенты потоков подземных вод, гидрогеологические параметры водовмещающих пород (коэффициенты фильтрации или водопроводимости, уровнепроводности, пьезопроводности, водоотдачи, удельного водопоглощения закарстованных пород), химический состав, температуру и агрессивность подземных вод, режим подземных вод (гидродинамический, температурный и гидрогеохимический), взаимосвязь водоносных горизонтов между собой и с поверхностными водами, возможность изменений гидрогеологических условий при строительстве и эксплуатации объектов и активизации карста.

Опытно-фильтрационные работы для определения проницаемости и фильтрационных свойств карстующихся пород и гидрогеологических параметров водоносных горизонтов следует

выполнять при проектировании зданий и сооружений I и, как правило, II уровня ответственности на территориях I—IV и, при необходимости, — V категорий карстоопасности (таблица 5.1).

Выбор участков (створов) для проведения опытно-фильтрационных работ, в особенности кустовых или групповых откачек, следует осуществлять с учетом неоднородности гидрогеологических условий, закарстованности массивов пород по площади и глубине, выявленных по результатам маршрутного карстологического обследования местности, проходки горных выработок и проведенных в них гидрогеологических наблюдений, экспресс-откачек и (или) экспресс-наливов, а также комплексного скважинного каротажа и других геофизических исследований.

Опытные откачки (наливы, нагнетания) из одиночных скважин, в том числе зональные (поинтервальные) откачки (нагнетания) следует проводить в скважинах, предназначенных для изучения карста, в которых по результатам указанных выше работ (предварительной и ориентировочной оценки) выявлены зоны различной водоносности и водопроницаемости. Количество опытов рекомендуется принимать не менее трех для каждого горизонта карстовых вод и для каждой зоны с различной степенью закарстованности.

Опытные кустовые откачки рекомендуется проводить для определения гидрогеологических параметров зон различной степени закарстованности и горизонтов подземных вод, а также для выявления связи между водоносными горизонтами и связи подземных вод с поверхностными.

5.4.8 Отбор проб грунтов и разновидностей карстующихся пород для лабораторных исследований следует производить в процессе инженерно-геологической съемки и при бурении скважин. Отбор проб воды производится из водоемов, водопроявлений и встреченных при проходке скважин горизонтов подземных вод, а также при проведении опытно-фильтрационных работ и стационарных наблюдений за режимом подземных вод.

Для оценки и прогноза возможности и интенсивности развития карста расчетными гидрогеохимическими методами отбор проб подземных вод на химический анализ и определение их агрессивности к карстующимся породам следует осуществлять единовременно из всех режимных скважин несколько раз в году с учетом сезонных, суточных и эпизодических колебаний в их режиме, но не реже, чем по сезонам года.

Лабораторные исследования следует выполнять в соответствии с 5.2.10.

Объем лабораторных работ устанавливается исходя из необходимости оценки физико-механических и химических свойств всех литологических разностей пород, затронутых карстовым процессом, в том числе заполнителя карстовых полостей, а также химического состава подземных и поверхностных вод и их агрессивности к карстующимся породам.

5.4.9 Стационарные наблюдения за карстопроявлениями и режимом подземных вод следует осуществлять в соответствии с 5.2.9.

Следует продолжить наблюдения, если они были начаты на предыдущем этапе изысканий, или организовать режимную сеть с учетом положений 5.3.10.

Для обнаружения новых карстовых провалов и оседаний, а также изучения динамики развития выявленных ранее карстовых форм должно проводиться обследование территории, периодичность которого принимается в зависимости от степени закарстованности и уровня ответственности проектируемых сооружений. Рекомендуется использовать также аэровизуальные наблюдения и повторные аэрофотосъемки.

Наблюдения за режимом подземных вод следует выполнять в колодцах, на створах наблюдательных скважин и в отдельных скважинах (режимных) и на источниках. Расположение, глубины и количество скважин устанавливаются в зависимости от выявленных геологических и гидрогеологических условий площадки.

Для изучения связи режима подземных и поверхностных вод используются данные режимных наблюдений гидрометслужбы об осадках, стоке, испарении, инфильтрации, температуре воздуха и т.п.

При организации сети стационарных наблюдений за подземными и поверхностными водами следует учитывать наличие водозаборов и гидротехнических сооружений, а также мест сброса и хранения сточных вод и твердых отходов. Для наблюдения за ореолом распространения загрязнений режимные скважины должны располагаться по направлению движения подземного потока от источника загрязнения.

Ежегодно должно проводиться периодическое обследование существующих зданий и сооружений и наблюдение за выявленными деформациями.

Для экологически опасных объектов, расположенных на участках возможных карстовых деформаций, необходимо предусматривать организацию карстологического мониторинга, включающего периодическое проведение геофизических исследований, наблюдения за деформациями грунтов оснований, изменением положения уровня и химического состава подземных вод.

5.4.10 Оценку и прогноз возможности и интенсивности развития карста в толще горных пород следует осуществлять гидрогеохимическим методами с использованием результатов стационарных наблюдений за режимом подземных вод и экспериментальных лабораторных исследований.

По результатам гидрогеохимической оценки карстового процесса (для каждой группы пород соответствующего типа карста) следует устанавливать:

наличие или отсутствие процесса растворения горной породы в данной точке в момент отбора пробы воды (по результатам изучения рав-

новесия в системе «подземные воды — карстующиеся породы»);

масштаб и активность развития карстового процесса в исследуемом районе (по определениям количества воднорастворимой горной породы, выносимой подземными водами с единицы площади, или объема карстующихся пород в единицу времени);

масштаб развития карстового процесса в каждой точке отбора пробы воды и участки наиболее интенсивного развития карста (по определениям степени агрессивности подземных вод по отношению к карстующимся породам, т.е. количеству воднорастворимой породы, способной перейти в жидкую фазу).

Определение интенсивности растворения поверхности пластов карстующихся пород, стенок полостей и трещин рекомендуется проводить специальными гидрогеохимическими, минералого-петрографическими и натурными исследованиями.

5.4.11 Камеральная обработка материалов изысканий на стадии разработки проекта выполняется в соответствии с требованиями 5.2.11—5.2.13.

По результатам изучения горных пород и подземных проявлений карста (трещиноватости, кавернозности, наличию полостей, в том числе пещер, выходу керна, провалам снаряда при бурении скважин, удельному водопоглощению, нарушениям залегания горных пород в карстующейся и покрывающей толще в результате их сдвижения и обрушения) рекомендуется осуществлять количественную оценку степени трещиноватости различных типов горных пород (модуль трещиноватости, блочность, коэффициент трещинной пустотности и др.) и определять количественные характеристики подземной закарстованности. Количественные характеристики следует определять дифференцированно для различных зон, выделяющихся в карстовом массиве и в покрывающих породах. При этом, контуры распространения и мощности зон различной степени закарстованности следует отражать на разрезах и картах подземной закарстованности.

Основными характеристиками подземной закарстованности по данным бурения являются: количество, средний, минимальный и максимальный размеры обнаруженных карстовых полостей и разрушенных зон, показатель закарстованности ($П_з$) и показатель разрушенности ($П_р$). Показатели закарстованности и разрушенности вычисляются в виде отношения суммарной длины интервалов, пройденных по карстовым полостям (для $П_з$) и по разрушенным породам (для $П_р$), ко всему метражу, пройденному по карстующимся породам. Показатель закарстованности также следует вычислять раздельно для полостей заполненных и незаполненных.

5.4.12 Оценку поверхностных проявлений закарстованности территории (воронки, карстово-эрозионные впадины, мульды оседания, карстовые рвы и др.) следует осуществлять с использованием количественных показателей пораженности земной поверхности проявлениями карста: плотности карстовых форм (штук на 1 км^2), площадного или объемного показателя закарстованности (отношение суммы площадей в м^2 или объемов карстовых форм в м^2 площади расчетного участка в км^2), значений расстояний и азимутов до ближайшего соседнего проявления карста.

На карту поверхностных проявлений закарстованности наносятся выявленные карстовые проявления, отображаемые в масштабе карты (минимальный объект— 2 мм), а остальные показываются внемасштабными знаками или обобщенными контурами (при невозможности раздельного изображения).

На карту следует наносить также и не сохранившиеся проявления карста (засыпанные, срезанные при планировке, запаханные воронки и понижения и т.п.), которые необходимо устанавливать в результате анализа собранных материалов изысканий, топографических планов и аэрокосмоснимков прошлых лет.

Площади разной степени закарстованности рекомендуется оконтуривать изолиниями удаленности точек территории от карстовых воронок и использовать ее как основу для районирования территории по степени и характеру поверхностной закарстованности. Для каждой из выделенных на карте таксономических единиц следует подсчитывать показатели поверхностной закарстованности.

5.4.13 Оценку устойчивости территорий в отношении карстовых провалов и оседаний и прогноз развития карстового процесса следует проводить в соответствии с 5.2.11 и 5.2.12.

Для оценки прогнозируемых размеров карстовых провалов результаты обследования и изучения проявлений карста на поверхности земли (провалов, оседании, воронок) следует представлять в виде графиков и таблиц распределения зарегистрированных карстовых форм по величине их диаметров и глубинам (раздельно), в том числе для различных морфогенетических типов, а также интегральных прогнозных кривых статистического распределения диаметров и глубин ожидаемых провалов с указанием прогнозируемых значений величин среднего диаметра, максимального (трехсигмового) диаметра и средней глубины.

Построение и анализ кривых статистического распределения параметров карстовых провалов, воронок и их отдельных морфогенетических типов рекомендуется проводить как для всей картируемой территории в целом, так и для каждого участка (или группы аналогичных участков), характеризующихся общностью условий развития карста и примерно одинаковым характером и степенью закарстованности.

При применении метода удаленности от ближайшего соседнего проявления карста для оценки категории устойчивости территории следует

составлять карту устойчивости этой территории (участка, группы участков) в изолиниях среднегодовой ожидаемой плотности провалов.

При прогнозировании карстоопасности территорий рекомендуется применять количественные методы оценки влияния природных и техногенных факторов на развитие карста и интенсивность образования провалов. Оценка карстоопасности территорий без изучения условий, закономерностей и проявлений карста не допускается.

Оценку зависимости карстового процесса от воздействия отдельных факторов, необходимую для проектирования противокарстовых мероприятий, рекомендуется устанавливать расчетами или моделированием.

В сложных инженерно-геологических условиях и (или) при предполагаемом интенсивном техногенном воздействии на геологическую среду для оценки опасности выявленных подземных карстопроявлений следует, как правило, проводить физическое и (или) математическое моделирование карстового (карстово-суффозионного) процесса, с привлечением при необходимости, научно-исследовательских организаций.

5.4.14 При районировании территории по условиям развития карста следует выделять и оконтуривать районы и участки по следующим признакам: литологическому составу, возрасту и условиям залегания карстующихся пород;

распространению, составу и мощности покрывающих отложений; геоморфологическим и гидрогеологическим условиям развития карста и его проявлений на земной поверхности; наличию тектонических нарушений, ослабленных зон, древних долин и их возрасту.

Районирование по степени и характеру развития карста следует осуществлять в соответствии с оценкой подземной закарстованности и проявлениями карста на поверхности земли, с учетом устойчивости территории по отношению к провалам, оседаниям и др.

При районировании следует выявлять закономерности распространения и развития карста (приуроченность закарстованных участков к местам интенсивной инфильтрации поверхностных вод, зонам выклинивания водоупоров и перетока вод, склонам долин, в том числе погребенным, линейным зонам тектонических нарушений и сгущения трещиноватости и др.).

На основе полученных результатов в техническом отчете должны быть приведены рекомендации для проектной подготовки противокарстовых мероприятий (планировочные,конструктивные, водорегулирующие и противофильтрационные, искусственное закрепление грунтов оснований фундаментов, технологические и эксплуатационные мероприятия).

5.4.15 В состав графической части технического отчета и текстовых приложений следует дополнительно включать:

каталоги проявления карста на земной поверхности и под землей;

карту закарстованности — совмещенную или раздельные карты проявления карста на земной поверхности и подземной закарстованности;

таблицы, характеризующие закарстованность выделенных при районировании таксономических единиц (районов, подрайонов, участков);

таблицы и графики статистического распределения воронок и провалов по удаленности и по величине с подбором соответствующих кривых распределения, определением средних значений и среднеквадратических отклонений диаметров и глубин воронок и провалов, а также корреляционных зависимостей между диаметрами и глубиной;

диаграммы спорово-пыльцевых анализов и заключения по результатам применения других методов определения возраста карстовых форм;

материалы лабораторно-экспериментальных исследований;

материалы маршрутных и стационарных наблюдений за проявлениями карста, включая описания выявленных случаев карстовых провалов и оседаний;

результаты расчетов гидрохимическим и другими методами интенсивности развития карста;

результаты определения расчетных параметров для проектирования противокарстовой защиты (расчетные пролеты провалов или площади ослабления основания по подошве фундамента, объемы карстовых полостей, подлежащих тампонажу, расчетные глубины установки сигнальных устройств и т.д.

5.5 Инженерно-геологические изыскания для разработки рабочей документации

5.5.1 При изысканиях на стадии рабочей документации в районах развития карста осуществляются уточнение и детализация оценок степени и характера закарстованности, условий развития карста, возможности техногенной активизации процесса и устойчивости участков и площадок строительства отдельных зданий и сооружений.

5.5.2 Для детализации оценки закарстованности участков и площадок строительства проводятся геофизические, горно-буровые и лабораторные работы, зондирование и при необходимости другие работы, как правило, в пределах контуров зданий и сооружений с учетом уровня их ответственности, конструктивных особенностей и технологического режима эксплуатации. При размещении горных выработок должны учитываться проявления карста, выявленные при карстологическом обследовании, и результаты геофизических работ. Проверка выявленных геофизических аномалий буровыми работами является обязательной.

Для отслеживания изменений геологического разреза и гидрогеологических условий, уточнения размеров и конфигурации выявленных ранее карстовых полостей и закарстованных зон, проверки геофизических аномалий и изучения поверхностных проявлений карста (разбуривание

воронок) следует производить бурение при необходимости также за пределами контуров зданий и сооружений.

Количество скважин в контуре здания или сооружения следует назначать в зависимости от степени его ответственности и габаритов, а также от условий, характера и степени закарстованности территории. Расстояния между скважинами, предназначенными для изучения карста, могут изменяться в пределах от 20 до 100 м.

5.5.3 На участках неглубокого (до 20 м) залегания скальных и полускальных пород, в том числе растворимых (известняков, гипсов, ангидритов), под здания и сооружения I и II уровня ответственности рекомендуется проводить геофизические и буровые работы повышенной детальности, с расстояниями между выработками 20 м и менее, а также проходить скважины под отдельные фундаменты на сильнозакарстованной территории для получения гарантированной оценки устойчивости площадки, что устанавливается программой изысканий, согласованной с заказчиком. Выработки следует проходить с заглублением в слабовыветрелые скальные породы не менее, чем на 1—2 м.

При мощности покрывающих и карстующихся пород свыше 30—50 м допускается, при соответствующем обосновании в программе работ, ограничиваться проходкой под здания и сооружения I и II уровня ответственности одной-трех скважин, вскрывающих карстующиеся породы, на глубину не менее 5 м. Остальные выработки необходимо проходить на глубину в соответствии с требованиями 8.5—8.7 СП 11-105 (часть I).

5.5.4 Для выявления ослабленных и разуплотненных зон в песчано-глинистых покрывающих породах рекомендуется использовать пенетрационно-каротажные исследования и зондирование, а в скважинах, вскрывших карстующиеся породы, рекомендуется выполнять различные виды каротажа, межскважинное сейсмоакустическое просвечивание и электропросвечивание.

5.5.5 Стационарные наблюдения, начатые на предыдущих этапах изысканий, должны быть продолжены в ходе изысканий для разработки рабочей документации. Сеть наблюдательных пунктов и программа наблюдений могут быть откорректированы по результатам текущих исследований.

5.5.6 Технический отчет по результатам изысканий составляется в соответствии с требованиями 6.16 СНиП 11-02 с детальностью, соответствующей этапу работ, и должен содержать информацию, необходимую и достаточную для принятия проектных решений и разработки противокарстовых мероприятий. При этом, детализация оценки устойчивости площадки производится на основе данных бурения, геофизических, лабораторных и экспериментальных работ и стационарных наблюдений, с учетом расчетного срока службы сооружения, возможности развития сопутствующих суффозионных и других геологических процессов и воздействия техногенных факторов на активизацию карста.

5.6 Инженерно-геологические изыскания в период строительства, эксплуатации и ликвидации зданий и сооружений

5.6.1 Изыскания в период строительства и эксплуатации сооружений должны проводиться в следующих случаях:

при строительстве и эксплуатации особо ответственных объектов с целью периодического контроля за степенью надежности основания;

при, необходимости оценки эффективности осуществленных противокарстовых мероприятий. особенно геотехнического характера;

при значительных природных и техногенных воздействиях, активизирующих карстовый процесс;

при образовании новых карстовых деформаций на участке строительства и реализации противокарстовой защиты в период эксплуатации сооружений.

Основной целью проведения изысканий в период строительства и эксплуатации является оперативная оценка опасности карста для сооружений и своевременное принятие мер по недопущению их деформаций.

В состав изысканий, как правило, должны входить стационарные гидрогеологические наблюдения за режимом подземных вод, геодезические наблюдения за осадками (оседаниями) земной поверхности, деформациями толщи горных пород с помощью глубинных осадочных реперов, а также деформациями зданий и сооружений.

Для предупреждения о начале опасных деформаций по заданию заказчика должна создаваться система аварийной сигнализации.

5.6.2 Изыскания для решения специальных задач (разработка мероприятий по защите зданий и сооружений в особо сложных условиях, выяснение причин деформаций зданий и сооружений, изыскания для принятия решений по ликвидации аварийных ситуаций в случаях возникновения провалов и оседании под зданиями, сооружениями и в непосредственной близости от них, специальные исследования возможности активизации карста под воздействием техногенных факторов) выполняются по дополнительным программам в соответствии с техническим заданием заказчика.

6 ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ В РАЙОНАХ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ БЕРЕГОВ ВОДОХРАНИЛИЩ

6.1 Общие положения

6.1.1 Под переработкой берегов водохранилищ следует понимать результат совокупного воздействия гидрометеорологических, геологических и инженерно-геологических процессов (абразия, эрозия, оползни, карст, суффозия, образование и перемещение вдольбереговых отмелей, пересыпей и др.), приводящих к деформиро-

ванию береговых склонов и прибрежных территорий.

Правила настоящего раздела распространяются на изыскания в пределах участков переработки берегов существующих водохранилищ, а также в пределах предполагаемой прибрежной пэлосы (по линии нормального подпорного уровня — НПУ) проектируемых водохранилищ и других водоемов. В последнем случае изыскания для обоснования предпроектной и проектной документации следует выполнять в соответствии с положениями СП 11-105 (часть I) и техническим заданием заказчика с установлением дополнительно по настоящим нормам размокаемости, размываемости, структурной прочности грунтов и других необходимых данных.

Требования к изысканиям на участках переработки берегов рек, которая происходит в результате русловых процессов, регламентируется СП 11-103.

6.1.2 Изыскания в районах развития процессов переработки берегов существующих водохранилищ следует выполнять для получения данных, необходимых для:

проектирования инженерной защиты эксплуатируемых на побережье объектов;

реконструкции существующих берегоукрепительных сооружений, в том числе и при аварийном их состоянии;

прогноза развития процессов переработки берегов существующих водоемов при обосновании предпроектной и проектной документации для строительства новых и реконструкции существующих объектов, расположенных полностью или частично в пределах опасного побережья.

6.1.3 Характер и интенсивность переработки берегов определяются взаимодействием гидрометеорологических, геологических, геоморфологических, гидрогеологических,техногенных факторов.

Переработка берегов водохранилищ в значительной степени определяется многочисленными гидрологическими факторами (колебания уровня воды в водохранилище, включая амплитуду колебаний и продолжительность стояния уровня в определенных интервалах, скорость его снижения и подъема в разные по водности годы; ветро-волновое воздействие;

вдольбереговые течения; ледовые условия и др.), исследования которых выполняется в соответствии с СП 11-103.

Учитывая комплексный характер процессов переработки берегов, при их изучении совместно с инженерно-геологическими изысканиями должны выполняться инженерно-гидрометеорологические изыскания.

В настоящем разделе изложены требования к исследованиям геологических, геоморфологических, гидрогеологических факторов, из которых основными являются:

геологическое строение береговых склонов — литологический состав, условия залегания, наличие разрывных нарушений, характер и интенсивность трещиноватости, характер слоистости, состав и мощность рыхлых отложений, состояние, физико-механические свойства пород, включая их размокаемость и размываемость;

форма и размеры береговых склонов, глубина и рельеф дна прибрежной части водохранилища, генетические типы берегов, история их формирования и современное состояние;

другие опасные геологические процессы, вызванные или активизированные появлением водохранилища — выветривание пород, обрушения, осыпание, оползни, карст, суффозия, эрозия и др.;

гидрогеологические условия — наличие выходов подземных вод на береговых склонах, в их основании и на подводном склоне, их распространение, условия движения и разгрузки в разные фазы уровенного режима водохранилища;

характер растительности.

При наличии склоновых процессов и карста при их исследовании следует руководствоваться требованиями разделов 4 и 5.

6.1.4 Водохранилища следует подразделять на равнинные и горные.

Равнинные водохранилища характеризуются большой площадью водного зеркала, относительно малыми глубинами, небольшой амплитудой колебания уровня воды и преимущественно невысокими берегами, сложенными рыхлыми четвертичными или более древними осадочными породами невысокой или средней прочности.

Горные водохранилища создаются в межгорных котловинах, характеризуются сравнительно небольшой площадью водного зеркала, большими глубинами и высокими берегами, сложенными осадочными, метаморфическими и магматическими породами разной, но преимущественно высокой прочности.

6.1.5 Инженерно-геологические изыскания в районах развития процессов переработки берегов следует проводить в пределах береговых склонов и, как правило, на территории всей прибрежной зоны, где могут развиваться процессы подтопления,заболачивания,гибели лесов и др. Ширина зоны воздействия зависит от размера водохранилища, положения нормального подпорного уровня (НПУ) и амплитуды его колебаний относительно бровки берега и может изменяться от нескольких десятков метров до нескольких километров.

По размерам водохранилища подразделяются на: малые с площадью зеркала до 10 км^2 и объемом до 0,1 км^3, средние с площадью зеркала до 100 км^2 и объемом до 1 км^3 и крупные (включая очень крупные и крупнейшие) с площадью зеркала более 100 км^2 и объемом более 1 км^3.

6.1.6 При инженерно-геологических изысканиях в районах развития процессов переработки берегов следует учитывать ландшафтно-климатическую зональность, с которой связаны: ветровой режим (повторяемость ветров разных румбов, их скорость и продолжительность), длительность периода отсутствия ледового покрова, характер растительного покрова и другие фак-

торы. Выделяются три характерных области: северная, охватывающая арктическую зону и тундру, средняя, совпадающая с лесной зоной и южная, отвечающая степной зоне.

В северной области продолжительность безледного периода не превышает 4—5 месяцев. Безлесные пространства не снижают скорости ветра и его воздействия на водную поверхность. Берега водохранилищ часто сложены многолетнемерзлыми породами.

В средней зоне длительность безледного периода увеличивается до 6—7 месяцев. Лесная растительность снижает силу ветра и закрепляет корневой системой береговые склоны, затрудняя их размыв.

В южной, степной зоне продолжительность безледного периода возрастает до 8—9 месяцев. Степная растительность не создает преград для деятельности ветра и образования высоких волн. Широко распространенные здесь глинистые породы часто обладают просадочными свойствами или склонностью к набуханию, что снижает их сопротивляемость размыву и размоканию. Это зона наиболее активного проявления абразионных процессов.

6.1.7 В пределах малых и средних водохранилищ, созданных в речных долинах (при искусственной запруде рек), следует выделять три участка:

верховой, наиболее узкий, с незначительным волновым воздействием; размыв берегов и отмелей в их подножьи происходит в основном за счет течения (боковой эрозии), как правило, в период паводков и летней сработки уровня;

средний, более широкий, где роль волновых процессов (абразии) возрастает, а эрозионных — снижается;

нижний, озеровидный, наиболее широкий, с преобладанием волновых процессов.

6.1.8 В комплексе процессов переработки берегов следует выделять доминирующие процессы, различающиеся по своему характеру и интенсивности развития: абразионный, денудационный, оползневой и абразионно-оползневой, абразионно-карстовый, абразионно-просадочный, аккумулятивный. Все они связаны между собой переходными формами.

Абразионный тип переработки берегов характерен для больших и средних водохранилищ, на которых формируется высокая волна. Их берега имеют значительную протяженность, высоту и крутизну, сложены породами, легко поддающимися разрушению и размыву (пески, супеси, суглинки, лессы, слабо сцементированные алевролиты, песчаники и др.). Абразия вызывается механическим воздействием волн (механическая абразия) и растворяющим действием воды (химическая абразия). Часто эти процессы идут совместно, ускоряя разрушение пород.

Денудационный тип переработки берегов имеет ограниченное распространение и характерен для берегов, сложенных прочными скальными породами, слабо поддающимися размыву. Интенсивность переработки определяется в основном процессами выветривания, сопровождающимися шелушением и осыпанием выветрелого материала и редкими обрушениями откосов, ослабленных системой трещин. Влияние водохранилища проявляется, как правило, в ускорении процессов выветривания за счет периодического замачивания и осушения пород, а также в удалении материала, образующегося у подножья склонов.

Оползневой и абразионно-оползневой типы переработки берегов отмечаются на участках с высокими и крутыми берегами, сложенными чередованием глинистых и водоносных песчаных отложений, легко вовлекаемых в оползневые смещения. Эти типы наиболее характерны для больших водохранилищ в глубоких речных долинах. Под действием волнений может происходить размыв языков оползневых тел в основании склонов.

Абразионно-карстовый тип переработки берегов развит на участках, сложенных растворимыми породами (гипсы, известняки, доломиты, писчий мел и др.). Колебания уровня воды в водохранилище приводят к периодическому затоплению и осушению в береговой зоне трещинно-карстовых пустот, растворению и размыву пород, выносу терригенного заполнителя. Наиболее активно (1—2 м отступания берега в год) процесс идет на участках, где берега на всю высоту сложены гипсом. В местах, где гипсы перекрыты карбонатными породами, последние при обрушении образуют глыбовый навал, замедляющий дальнейшее развитие процесса. В береговой полосе часто отмечаются провалы, образование карстовых воронок, а в местах, где карстующиеся породы перекрыты песками — карстово-суффозионные явления.

Абразионно-просадочный тип переработки характерен для берегов, сложенных лессовыми породами. Замачивание лессов в основании береговых откосов приводит к разрушению структуры породы, образованию глубоких волноприбойных ниш и нависающих карнизов. Обрушение склонов по столбчатой отдельности сопровождается образованием уступов и глыбового навала в их основании, который быстро размывается волнами. Процесс сопровождается формированием пологого бенча и выносом алевритово-глинистого материала в глубокую часть водохранилища, в связи с чем прибрежная отмель не образуется или образуется очень медленно. В результате процесс переработки лессовых берегов на больших водохранилищах может продолжаться, постепенно ослабевая, многие десятилетия.

Аккумулятивный тип переработки берегов наблюдается на участках с прибрежными мелководьями, низкими берегами и привносом твердого материала вдольбереговыми течениями. Распространен, как правило, на участках затопления плоских поверхностей пойм и низких надпойменных террас. При этом, часто сопровождается заболачиванием.

6.1.9 В развитии процесса переработки берегов следует выделять три стадии: активная, затухания процесса и динамического равновесия.

Активная стадия проявляется наиболее интенсивно на больших и средних водохранилищах, в начальный период их формирования, при затоплении оснований береговых склонов. Она сопровождается замачиванием и размоканием пород, выщелачиванием цемента, активным воздействием волнений, а нередко и течений, резким изменением термодинамической обстановки и напряженного состояния склонов, а также активизацией и развитием других опасных геологических процессов (оползни, обвалы, осыпи) и быстрым отступанием бровки берега. Одновременно в основании подмываемых склонов начинает формироваться наклонная абразионная площадка (бенч), сложенная размываемыми породами в их естественном залегании. С течением времени внешняя часть бенча покрывается аккумулятивным материалом и превращается в пляж, а последний переходит в подводную отмель. Аккумулятивный материал образуется за счет размыва самого берега на месте, а также транспортировки материала стоковыми и ветровыми течениями (в том числе и за счет твердого стока впадающих в водохранилище рек). Скорость образования аккумулятивных форм (пляжа, подводной отмели) зависит от рельефа дна в прибрежной части водохранилища, состава размываемых пород, активности стоковых и ветровых течений, наличия источников аккумулятивного материала. На больших водохранилищах продолжительность активной стадии составляет 50—100 лет и даже после нескольких десятков лет эксплуатации годовая величина отступания бровки берегов может измеряться на отдельных участках несколькими метрами. На средних и малых водохранилищах продолжительность этой стадии сокращается до 5—10 лет.

На стадии затухания процесса крутизна склонов уменьшается и они приобретают повышенную устойчивость, завершается формирование бенча и береговой отмели, предохраняющих берег от волнового воздействия. Абразионные процессы постепенно затухают.

На стадии динамического равновесия окончательно формируется профиль равновесия. Отступание бровки берега практически прекращается. Однако, процессы переработки берегов прекращаются не полностью, происходит выветривание пород, оползнеобразование, ветровая экзарация и другие экзогенные геологические процессы, которые не представляют серьезной опасности в связи с незначительной интенсивностью.

6.1.10 При инженерно-геологических изысканиях следует фиксировать изменения НПУ водохранилища, различные формы техногенного воздействия при освоении береговой зоны, нарушающие сложившееся природное равновесие (утечка воды из бассейнов или трубопроводов, пригрузка склонов сооружениями, динамические воздействия), так как указанные факторы могут вызывать активизацию береговых процессов.

6.1.11 При исследовании берегов озер основное внимание следует уделять участкам техногенного воздействия (дноуглубительные работы, подрезка или пригрузка склонов, динамические воздействия и др.), так как озера имеют древнее происхождение, их берега находятся в состоянии динамического равновесия и не подвергаются заметной переработке.

6.1.12 В районах развития процессов переработки берегов следует дополнительно устанавливать и отражать в техническом отчете:

основные регионально-геологические и зонально-климатические факторы и условия развития процесса переработки берегов;

ведущие берегоформирующие процессы на территории проектируемого строительства и на прилегающем побережье;

качественную и количественную характеристику факторов переработки берегов;

прогноз переработки берегов в пространстве и во времени в ненарушенных природных условиях, а также в процессе строительства и эксплуатации проектируемого объекта;

рекомендации для принятия проектных решений по инженерной защите берегов.

6.2 Состав инженерно-геологических изысканий. Дополнительные технические требования

6.2.1 Настоящий раздел устанавливает дополнительные технические требования к выполнению основных видов работ и исследований, входящих в состав инженерно-геологических изысканий в районах развития процессов переработки берегов водохранилищ.

6.2.2 Сбор, анализ и обобщение материалов по району работ должны выполняться в соответствии с 6.1.12. При этом, следует обобщать и анализировать данные по водохранилищам-аналогам. Следует использовать результаты эпизодических и (или) стационарных наблюдений за ходом переработки берегов, которые могут послужить основой для составления прогнозов. Сбор материалов следует осуществлять в федеральных или территориальных геологических фондах, центрах по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Росгидромета, используя аналитические обзоры в различных литературных источниках.

6.2.3 Дешифрирование аэро- и космоматериалов выполняется с целью выявления и характеристики всех компонентов природной обстановки береговой зоны, которые могут повлиять прямо или косвенно на переработку берегов водохранилища — ландшафты, рельеф, строение четвертичных и дочетвертичных отложений, положение разрывных нарушений, экзогенные геологические процессы.

Наибольший эффект дает дешифрирование аэрокосмоснимков (АКС) при изучении экзоген-

ных геологических процессов. По АКС могут быть установлены:

положение и формы проявления всех основных экзогенных геологических процессов (оползни, обвалы, карст, суффозия и др.);

стадия (фаза) развития процессов и степень их активности;

связь процессов с природными и антропогенными факторами.

На основании камерального дешифрирования АКС составляется набор предварительных аналитических карт: ландшафтной, геоморфологической, распространения экзогенных геологических процессов, четвертичных отложений, а при хорошей обнаженности — дочетвертичных отложений. По снимкам устанавливается также положение и параметры подводных аккумулятивных форм рельефа в прибрежной мелководной зоне акватории. Дешифрирование АКС следует использовать также для оценки состояния берегозащитных и других береговых сооружений (молов, набережных, причальных стенок и др.).

Рекомендуется использовать космоснимки (КС) масштаба 1:200000 спектрозонального типа, позволяющего наиболее успешно применять при дешифрировании ландшафтно-индикационный метод. КС указанного масштаба могут быть увеличены без искажения изображения до масштаба 1: 25000 — 1: 50000 с разрешающей способностью 5—10 м. При использовании аэрофотоснимков (АФС) применяются черно-белые и спектрозональные снимки в масштабах 1:10000—1:25000 с разрешающей способностью 2—3 м. С помощью дешифрирования АКС могут быть выполнены необходимые измерительные операции (стереофотограмметрия), а при наличии материалов разновременных залетов — восстановлен процесс формирования берегов водохранилища с момента его заполнения. Камеральное дешифрирование следует дополнять полевым в целях контроля результатов дешифрирования и получения дополнительной информации.

При наличии труднодоступных высоких и крутых береговых склонов плановую аэросъемку следует дополнять перспективной, выполняемой с низколетящих вертолетов и легких самолетов.

6.2.4 Маршрутные наблюдения, выполняемые в соответствии с 5.5 СП 11-105 (часть I), рекомендуется дополнять ландшафтными исследованиями с изучением растительного покрова для использования данных о ландшафтах и их морфологических частях (урочищах, местностях, фациях) в качестве индикаторов геологического строения и гидрогеологических условий территории при дешифрировании АКС. Кроме того, результаты ландшафтных исследований указывают на деградацию растительности при заполнении водохранилища, явлениях подтопления и заболачивания, а также на необходимость применения защитных мероприятий по сохранению лесной и кустарниковой растительности, являющейся стабилизирующим фактором, препятствующим абразии и развитию эрозионных процессов.

При выполнении маршрутных наблюдений следует намечать места размещения наблюдательных створов на опорных участках для последующих исследований. При трудной доступности береговой зоны рекомендуется выполнять маршруты вдоль берега на моторной лодке или аэровизуальные облеты на легких вертолетах. В качестве опорных следует выбирать типичные участки береговой зоны, выделяемые на основании дешифрирования АКС и аэровизуальных наблюдений. На каждом участке следует намечать от одного до трех створов (в зависимости от размеров участка и сложности условий), пересекающих береговую полосу и акваторию водоема до его осевой линии, предназначенных для выполнения промеров, геофизических работ, проходки расчисток и скважин, детальных описаний, отбора образцов для лабораторных исследований.

6.2.5 Проходка горных выработок включает проходку буровых скважин, шурфов, закопушек, расчисток на береговых склонах.

Проходка мелких горных выработок (закопушек, расчисток) осуществляется на крутонаклонных элементах береговых склонов для описания пород и отбора образцов.

Буровые скважины задаются по створам, ориентированным нормально к береговой линии, как на суше, так и в пределах акватории и должны обеспечить составление геолого-литологических разрезов до глубин, отвечающих принятым расчетным схемам переработки берегов водохранилища (как правило, на 5—10 м ниже уреза воды в водохранилище). Выбор метода бурения определяется типом горных пород, слагающих береговую зону.

Отбор проб донных отложений следует осуществлять дночерпалками, тонкостенными трубками, обеспечивающими глубину отбора в песках 2—3 м, в илах — до 5 — 6 м и др.

6.2.6 Геофизические исследования дополнительно к 5.7 СП 11-105 (часть I) выполняются для выявления тектонических нарушений, характерных форм подводного рельефа, определения геологического строения и свойств донных осадков. Они проводятся с помощью профильного эхолотного промера и локации бокового обзора, сейсмоакустики, сейсморазведки высокого разрешения, сонарной съемки, магнитометрии и других геофизических методов, используемых как для промерных работ, так и для инженерно-геологических целей.

При батиметрической съемке и картировании различных типов донных грунтов основным способом является гидролокация бокового обзора. В качестве вспомогательного метода определения глубины дна используется эхолотирование с помощью цифровых эхолотов.

6.2.7 Стационарные наблюдения следует проводить для изучения динамики развития процессов переработки берегов и получения количественных параметров для расчета скорости и интенсивности развития процесса, особенно в сложных инженерно-геологических условиях для ответственных сооружений.

При необходимости получения данных о непрерывных изменениях количественных параметров развития береговых процессов в сложных условиях (высокие берега с крутыми расчлененными склонами, сложным геологическим строением и тектоникой и интенсивным развитием опасных геологических процессов) рекомендуется применять фототеодолитную съемку. Съемка выполняется с судна на субпараллельных берегу галсах или с наземных станций. Фототеодолитная съемка, выполняемая многократно, позволяет устанавливать с высокой точностью все основные параметры переработки берега: величину и скорость смещения береговой линии в плане, площадь и фронт размыва, объемы размываемых пород и пр.

Общие технические требования и правила производства инженерно-геодезических работ при наблюдениях за переработкой берегов приведены в 10.47—10.63 СП 11-104.

При организации стационарных наблюдений и установлении их периодичности следует учитывать, что переработка береговых склонов под воздействием стоковых течений происходит наиболее интенсивно в период весенних паводков и может измеряться на подмываемых излучинах несколькими метрами, а в некоторых случаях и десятками метров за год.

6.2.8 Состав лабораторных исследований грунтов зависит от геологического строения берегов, подвергающихся переработке. При наличии песчаных отложений особое внимание следует уделять определению гранулометрического состава песков, содержанию в них крупного песчаного и гравийно-галечного материала, из которого могут формироваться береговые отмели. Следует исследовать также склонность песков к уплотнению и разжижению при динамических воздействиях. При преобладании глинистых грунтов следует определять их пластичность, плотность, консистенцию, прочностные характеристики, размокаемость и размываемость. При наличии сцементированных пород (алевролиты, песчаники) следует изучать их прочность и размокаемость. При опасности оползневых смещений следует выполнять исследования, предусмотренные разделом 4, а при развитии карста — разделом 5.

6.2.9 Обследования грунтов оснований берегозащитных сооружений следует проводить при их расширении, реконструкции, строительстве новых сооружений вблизи существующих (в пределах зоны влияния), а также в случае их деформаций и аварий. К ним относятся волнозащитные, волногасящие, пляжеудерживающие сооружения, наброски и отмостки из камня, фасонных блоков и др., а также лесомелиоративные мероприятия, применяемые на средних и малых водохранилищах. Подлежат обследованию также сооружения, предотвращающие нагонные явления (дамбы обвалования), дренажные устройства для борьбы с подтоплением и заболачиванием и др. В результате обследования должны быть установлены степень эффективности работы сооружений или мероприятий и их техническое состояние.

Рельеф дна водохранилища рекомендуется восстанавливать по топографическим картам, составленным до создания водохранилища. Для установления изменений рельефа дна за счет аккумуляции осадков, образования подводных оползней или других процессов, связанных с переработкой берегов, следует использовать методы исследования в соответствии с 6.2.6 и 6.2.7.

При обследовании должны быть выявлены геологические факторы, приведшие к деформациям и разрушениям защитных сооружений. В результате обследования должны быть получены данные, требуемые для определения необходимости восстановления или ремонта сооружений, а в некоторых случаях — об их замене более эффективными.

6.2.10 Прогноз переработки берегов с целью их освоения и получения данных, необходимых для разработки берегозащитных мероприятий является одной из основных задач инженерно-геологического изучения береговых зон.

По пространственному признаку прогнозы следует подразделять на региональные, охватывающие всю береговую зону водохранилища или значительную ее часть, и локальные — приуроченные к небольшому по протяженности участку, где планируется осуществление конкретных инженерных мероприятий.

По временному признаку прогнозы следует подразделять на долгосрочные (на срок до 10 лет или на конечную стадию переработки, когда берег приобретет устойчивый профиль) и краткосрочные (на срок до 1—2 лет).

Следует также различать прогноз переработки берегов на проектируемых и на существующих водохранилищах.

Для прогноза переработки берегов на проектируемых водохранилищах следует применять, как правило, метод аналогий, используя в качестве объектов-аналогов водохранилища, расположенные в сходных климатических и инженерно-геологических условиях.

Для прогноза переработки берегов на существующих водохранилищах следует использовать данные о ходе этого процесса за предшествующий период: геодезические наблюдения по реперным створам; аэро- и космоснимки повторных залетов; фототеодолитная съемка с многократной повторяемостью; материалы режимных инженерно-геологических и гидрометеорологических наблюдений.

Прогнозные расчеты выполняются на основе схематизированных математических моделей процесса «размыв-аккумуляция» с использованием известных методов Качугина, Золотарева, Печеркина и др. или посредством составления прогнозных стохастических моделей процесса переформирования берегов с использованием корреляционно-регрессионного анализа. Для статистической обработки необходимы данные параллельных наблюдений по створам, расположенным по периметру водохранилища, за следующими берегоформирующими факторами: ко-

эффициент размываемости берега (по Качугину— $м^3$/тм), энергия волнения, максимальная высота волны, повторяемость волн высотой >0,5 м, высота абразионного уступа, продолжительность стояния уровня на НПГ и выше, крутизна подводной отмели, морфология надводной части склона и др.

При отсутствии фактических данных о развитии процессов переработки берегов следует пользоваться методом подбора объекта-аналога из числа эксплуатируемых водохранилищ. Подбор аналогов возможен, как правило, только для малых и средних водохранилищ, так как каждое из крупных водохранилищ обладает существенной индивидуальной спецификой.

На малых и средних водохранилищах при отсутствии материалов изысканий прошлых лет в качестве основы для составления прогнозов переработки берегов рекомендуется использовать:

сведения о длительности эксплуатации водохранилища;

осмотры береговой линии с фиксацией прибрежных глубин, ширины бенча и береговой отмели, следов подмыва и обрушения берегов;

сопоставления существующего положения и конфигурации береговой линии с отображенной на топографических картах, составленных до заполнения водохранилища;

опросы местных жителей.

6.2.11 При камеральной обработке полученных материалов дополнительно к 6.4 СНиП 11-02 и 5.14 СП 11-105 (часть I) следует составлять карту переработки берегов, дополняемую инженерно-геологическими разрезами и соответствующими графиками, данными прогнозных расчетов переработки берегов на заданные периоды времени (при одном или нескольких значениях НПУ), таблицами фактического материала и пояснительной запиской.

Карту рекомендуется составлять как совмещенную карту инженерно-геологических условий и карту инженерно-геологического районирования (типизации берегов) с отображением на ней всех основных факторов, влияющих на переработку берегов и выделением районов, подрайонов и участков, различающихся по типу и скорости развития этого процесса. На карте следует показывать прогнозное положение береговой линии на заданные периоды времени, а также проявления всех сопутствующих процессов (подтопление, заболачивание, гибель лесов и др.). Масштаб карты зависит от этапа изысканий, размера водоема, сложности инженерно-геологических условий, степени опасности развития береговых процессов для проектируемых сооружений или мероприятий. Карты рекомендуется сопровождать врезками более крупного масштаба на наиболее сложные, опасные или перспективные для строительства участки. Если процессы переработки берегов захватывают пустоши, луга, леса низких бонитетов или другие малоценные земли и применение берегозащитных сооружений (мероприятий) не требуется, карту допускается заменять схемой.

Районирование береговой зоны должно осуществляться с учетом ее геологического строения и геоморфологических условий, характера и интенсивности проявления геологических процессов, воздействия на переработку берегов волновой деятельности и вдольбереговых течений. Для обеспечения проектирования берегозащитных мероприятий и сооружений на карте следует отображать не только величину возможной переработки, но и типы переработки берегов.

6.2.12 В техническом отчете дополнительно к 6.4 СНиП 11-02 и 5.14 СП 11-105 (часть I) необходимо приводить прогнозируемые деформации береговой зоны во времени и пространстве, включая их тип, величину линейного перемещения бровки берега, объемы размываемого или аккумулируемого материала, изменения профиля берегового склона. Прогноз должен сопровождаться оценкой различных негативных экологических последствий, к числу которых относятся гибель лесов, подтопление, заболачивание и др., а также рекомендациями о проведении берегозащитных мероприятий.

На карте переформирования берегов и дополняющих ее разрезах должны быть отображены:

геоморфологическая характеристика прибрежной зоны с выделением типов и форм рельефа с их возрастной и генетической индексацией;

ландшафтная характеристика прибрежной зоны с выделением типов и видов природных (леса, болота) и культурных ландшафтов (поля, огороды, сады и др.);

условия залегания четвертичных отложений с выделением литолого-генетических комплексов и видов пород;

строение и условия залегания толщ дочетвертичных отложений, если они оказываются в зоне переработки, с выделением литолого-стратиграфических комплексов и типов пород (в том числе в пределах акватории, на 5—10 м ниже уреза воды в водохранилище);

положение в пространстве разрывных нарушений с указанием их рангов, типов и параметров. Особое внимание должно быть уделено зонам дробления;

положение в разрезе и глубина залегания первого от поверхности, а в некоторых случаях и более глубоких водоносных горизонтов, выходы подземных вод на поверхность;

проявления различных геологических процессов (оползни, обвалы, карст, суффозия и т.п.), их тип, стадия развития, степень активности и др.

Необходимые расчетные гидрологические характеристики следует определять в составе инженерно-гидрометеорологических изысканий в соответствии с СП 11-103.

6.3 Инженерно-геологические изыскания для разработки предпроектной документации

6.3.1 При инженерно-геологических изысканиях для разработки предпроектной документации в районах развития процессов пере-

работки берегов необходимо дополнительно устанавливать:

основные регионально-геологические и зонально-климатические факторы и условия развития процессов переработки берегов исследуемого региона;

основные берегоформирующие процессы на территории проектируемого строительства и на прилегающем побережье;

оценку интенсивности переработки берегов при существующих условиях, а также в процессе планируемого строительства и эксплуатации объекта;

эффективность реализованных мероприятий инженерной защиты на участке изысканий и на участках-аналогах;

предварительные рекомендации для планирования мероприятий инженерной защиты берегов.

6.3.2 При инженерно-геологических изысканиях для разработки предпроектной документации основными методами получения информации являются сбор, обработка и анализ материалов изысканий прошлых лет по переработке берегов, оценке эффективности мероприятий инженерной защиты, а также дешифрирование аэро- и космоматериалов.

Сбор и обработка материалов включает анализ и обобщение картографических, литературных и фондовых материалов по району работ, в том числе по ранее выполненным исследованиям в соответствии с 6.2.2, изучение материалов по водохранилищам-аналогам, по которым имеются сведения о переработке берегов, а также дешифрирование материалов космических и аэрофотосъемок в соответствии с 6.2.3.

6.3.3 При недостаточности имеющихся материалов для разработки предпроектной документации следует выполнять инженерно-геологическую съемку с детальностью в соответствии с таблицей 6.1.

Инженерно-геологическую съемку допускается выполнять в смежных масштабах при обосновании в программе изысканий: увеличивать масштаб съемки при изысканиях под ответственные объекты в сложных условиях (в предгорной и горной местности и т.п.) и уменьшать масштаб съемки в простых условиях под линейные сооружения, мелиорацию земель и т.п.

6.3.4 Границы инженерно-геологической съемки необходимо определять в зависимости от задачи, поставленной в техническом задании заказчика.

При изысканиях для оценки влияния проектируемого или существующего водохранилища на инженерно-хозяйственное освоение территории изучение и прогноз переработки берегов и развития сопутствующих процессов следует выполнять по периметру всей береговой зоны.

При изысканиях с целью выбора участка для размещения конкретного объекта или объектов (промышленного комплекса, населенного пункта, железной или автомобильной дороги и др.) инженерно-геологическую съемку следует выполнять на площадке планируемого строительства и прилегающего побережья в пределах зоны возможных деформаций в границах 2—10 км вдоль берега в обе стороны от изучаемой площадки.

В процессе инженерно-геологической съемки должны решаться следующие задачи:

оценка масштабов, интенсивности и степени опасности переработки берегов и сопутствующих процессов для существующих объектов и планируемого строительства;

составление прогноза развития процессов переработки берегов на предусмотренный срок;

Таблица 6.1

Стадии проектирования и задачи инженерно-геологических изысканий	Масштаб инженерно-геологической съемки	
	Береговая зона (полоса)	Прилегающее к береговой зоне побережье (вверх по склону)
Предпроектная документация:		
комплексная оценка использования территорий, принятие принципиальных решений по размещению объектов строительства, основ генеральных схем инженерной защиты от ОГП;	1:100000—1:200000	1:200000 и мельче
обоснование разработки схем энергетического использования рек и схем использования водных ресурсов;	1:25000—1:50000	1:50000—1:100000
получение информации, необходимой для разработки обоснований инвестиций	1:10000—1:25000	1:25000—1:50000
Проект: получение информации, необходимой для проектирования сооружений в береговой зоне и мероприятий инженерной защиты	1:2000—1:5000	1:5000—1:10000

обеспечение данными для решения вопроса о необходимости применения берегозащитных сооружений и мероприятий;

получение материалов, необходимых для технико-экономического сопоставления возможных проектных решений.

6.3.5 При маршрутных наблюдениях на существующих водоемах следует обследовать берега с выявлением мест активного размыва, разрушения и установлением их причин. Следует также осуществлять обследование существующих берегозащитных сооружений с оценкой их эффективности и технического состояния в соответствии с 6.2.9.

В процессе обследования выявляются участки, где сооружения подверглись наибольшим разрушениям или повреждениям, а также устанавливаются их причины.

6.3.6 При обосновании в программе изысканий выполняются проходка горных выработок и геофизические исследования в соответствии с 6.2.5 и 6.2.6. Геофизические профили, точки ВЭЗ, шурфы и скважины следует размещать на небольшом числе створов, расположенных перпендикулярно к береговой линии водохранилища в наиболее сложных участках береговой зоны. Число и глубина выработок определяются рельефом, сложностью и изменчивостью инженерно-геологических условий.

6.3.7 Прогноз переработки берегов на стадии разработки предпроектной документации должен базироваться на существующем опыте с привлечением объектов-аналогов и использовании материалов изысканий прошлых лет.

При прогнозе переработки берегов используются данные наблюдений за береговыми процессами на обследуемом водохранилище, опроса местного населения, результаты дешифрирования АС и КС, выполненных ранее, и повторных залетов, анализируются результаты имеющихся топографических съемок обследуемого водохранилища и производится их сопоставление с существующей береговой линией.

6.3.8 При инженерно-геологических изысканиях для разработки предпроектной документации в необходимых случаях при соответствующем обосновании в программе работ следует организовывать стационарные наблюдения за переработкой берега и сопутствующих процессов.

6.3.9 В техническом отчете (заключении) следует приводить данные, установленные в соответствии с требованиями 6.3.1.

6.4 Инженерно-геологические изыскания для разработки проекта

6.4.1 Инженерно-геологические изыскания для разработки проекта в районах развития процессов переработки берегов следует проводить с целью уточнения данных о геологическом строении берегов, формах и интенсивности проявления геологических процессов, физико-механических свойствах грунтов в пределах береговой зоны (на суше и в подводной частях) водоема. Визуальные наблюдения дополняются проходкой горных выработок (расчистки, шурфы, скважины) в соответствии с 6.2.5.

При инженерно-геологических изысканиях необходимо дополнительно устанавливать:

региональные-геологические и зонально-климатические факторы и условия развития процессов переработки берегов исследуемого региона;

основные берегоформирующие процессы на выбранных площадках (трассах) проектируемого строительства и на прилегающем побережье;

количественную характеристику факторов переработки берегов;

прогноз переработки берегов (в пространстве и во времени) при существующих условиях, а также прогнозную оценку состояния берегов в процессе строительства и эксплуатации проектируемого объекта;

рекомендации для принятия проектных решений по инженерной защите берегов;

эффективность реализованных мероприятий инженерной защиты на участке изысканий и на участках-аналогах.

6.4.2 Инженерно-геологические изыскания для разработки проекта в районах развития процессов переработки берегов следует проводить с детальностью (в масштабах) инженерно-геологической съемки в соответствии с таблицей 6.1.

Съемка должна охватывать площадку строительства и примыкающие к ней прибрежные территории в зоне воздействия на них водного объекта и сооружений инженерной защиты, в границах 1—2 км вдоль берегов в обе стороны от площадки проектируемого строительства.

Состав и объемы работ устанавливаются в программе изысканий в зависимости от вида строительства и намечаемых берегозащитных мероприятий (набережная с волноотбойной стенкой, каменная наброска, откосное сооружение, лесомелиорация и др.).

6.4.3 В соответствии с заданием в необходимых случаях следует выполнить детальное обследование существующих берегозащитных сооружений. В задачу обследований входят:

выявление размеров и характера общих (неравномерные осадки, крены, перекосы, перемещения в плане) и местных (трещины и другие дефекты) деформаций сооружений;

установление причин деформаций, которые могут быть связаны со свойствами грунтов или с проявлением различных геологических процессов (оползневые смещения, суффозия, уплотнение или разжижение песков или тиксотропное разупрочнение глинистых грунтов при динамических воздействиях и др.);

составление рекомендаций для разработки мероприятий по устранению причин наблюдающихся деформаций, если они могут помешать нормальной работе сооружения.

Обследование грунтов оснований деформированных наземных сооружений осуществляется

путем проходки шурфов или неглубоких скважин, из которых отбираются образцы для лабораторных исследований. Если причиной деформации бетонных и металлических конструкций является недостаточная их защита от коррозионного воздействия грунтов, агрессивных грунтовых вод и блуждающих токов, осуществляются дополнительные исследования коррозийных свойств грунтов и подземных вод и выполняются необходимые электрометрические измерения.

Особое внимание при обследовании следует уделять местам сопряжения берегозащитных сооружений с незакрепленной частью берега, подверженного разрушениям.

6.4.4 Прогноз переработки берегов подлежит уточнению с использованием результатов наблюдений, выполненных на предыдущем этапе изысканий. Если в период изысканий были выполнены аэро- или космические съемки рекомендуется получить новые АС и КС и осуществить контрольное дешифрирование, с целью корректировки и уточнения ранее составленных инженерно-геологических материалов.

6.5 Инженерно-геологические изыскания для разработки рабочей документации

6.5.1 При изысканиях для разработки рабочей документации следует уточнять и отражать в техническом отчете полученные ранее данные, включая количественную оценку параметров процесса переработки берегов, необходимых для принятия окончательных проектных решений по инженерной защите и расчетам оснований сооружений.

6.5.2 Состав и содержание технического отчета (заключения) о результатах инженерно-геологических изысканиях для разработки рабочей документации должны соответствовать требованиям 6.24—6.26 СНиП 11-02 и настоящего свода правил. При этом, подлежат детализации и уточнению следующие вопросы:

оценка точности прогноза величины переработки берегов (м) за определенный промежуток времени;

оценка точности прогноза формирования береговой отмели;

необходимость ремонта или восстановления существующих берегозащитных сооружений;

уточнение физико-механических свойств грунтов, которые будут являться основанием вновь проектируемых сооружений;

оценка опасности активизации других опасных процессов (оползней, осыпей, обвалов, суффозии, просадок) при заполнении водохранилища и т.п.

6.6 Инженерно-геологические изыскания в период строительства и эксплуатации зданий и сооружений

6.6.1 В период строительства водохранилищ на выбранных опорных участках рекомендуется организовывать наблюдения за поведением склонов до наполнения водохранилища и осуществлять подготовку к проведению наблюдений после наполнения водохранилища. При этом, следует устанавливать реперы и пьезометры для наблюдения за подвижками склонов и колебаниями уровня подземных вод, подготавливать участки и створы для наблюдения за возможной в будущем переработкой берегов и гидрологическим режимом водохранилища (волнением, скоростями течения, переносом наносов и др.).

6.6.2 В период эксплуатации водохранилища на опорных участках рекомендуется производить стационарные наблюдения за переработкой берегов с целью:

своевременного предупреждения заинтересованных организаций о возможности разрушения расположенных на берегах объектов;

уточнения составленных ранее прогнозов на основе изучения механизма переработки берегов в различных геологических и гидрологических условиях;

контроля эффективности берегоукрепительных сооружений и изучения их воздействия на инженерно-геологические условия участка.

В составе стационарных наблюдений при обосновании в программе изысканий и по техническому заданию заказчика рекомендуется проводить через каждые 3—4 года аэрофотосъемку береговой полосы в необходимом масштабе, а также осуществлять ежегодный осмотр водохранилища для наблюдения за состоянием его берегов.

7 ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ В РАЙОНАХ РАЗВИТИЯ СЕЛЕЙ

7.1 Общие положения

7.1.1 Под селями следует понимать внезапно возникающие кратковременные разрушительные горные грязекаменные потоки (скорость течения до 10 м/с), насыщенные обломочным материалом (до 50 — 70 % общего объема), образующиеся в руслах горных рек и временных водотоков во время длительных дождей и ливней, при интенсивном таянии снега и льда, а также при прорыве плотин, естественных и искусственных запруд в долинах, где имеются запасы рыхлого обломочного материала.

7.1.2 Для возникновения селей необходимо сочетание следующих условий:

горный или холмистый рельеф с крутыми, преимущественно обнаженными склонами и значительными (не менее 0,1) уклонами русел постоянных и тальвегов временных водотоков;

наличие значительных накоплений рыхлого или слабосвязанного обломочного и песчано-глинистого материала на склонах долин и в руслах водотоков;

интенсивный сток, обусловленный выпадением значительного количества осадков, в том

числе ливневого характера, реже — бурного снеготаяния, или прорывом естественных и искусственных запруд.

7.1.3 При изысканиях в районах развития селей следует выделять следующие четыре типа очагов их зарождения:

очаги, связанные со скоплением рыхлого материала (*оползневого, обвально-осыпного*, делювиального генезиса) в нижних частях склонов, в русле и на дне долины. При этом, формирование селей связано с интенсивными осадками или снеготаянием;

очаги, связанные с прорывом подпруд (завалов) на горных реках (образованных отложениями древних обвалов, оползней, селевых потоков), а также с прорывом гидротехнических сооружений. При этом, формирование катастрофических явлений может не зависеть от атмосферных осадков и быть связано с размывом перемычки накопившейся водой, переливом через запруду, попятной эрозией или суффозией;

очаги, связанные с интенсивным таянием современных ледников и снега, прорывом ледниковых *озер и размывом моренных, флювиогляциальных*, элювиально-делювиальных и других типов отложений (гляциальные сели);

очаги, связанные с вулканической деятельностью и землетрясениями.

7.1.4 Селевым следует считать водосборный бассейн, в пределах которого ранее наблюдалось прохождение селевых потоков и сохраняются условия (7.1.2), необходимые для их формирования в дальнейшем.

При исследовании селевых бассейнов необходимо выделять:

зону формирования (питания) селей — верхнюю часть бассейна, в пределах которой происходит накопление рыхлого обломочного и песчано-глинистого материала и формирование селей;

транзитную зону — среднюю часть бассейна, где происходит движение селевого потока и его пополнение твердым материалом;

зону накопления (разгрузки) — нижнюю часть бассейна, в которой происходит затухание селевых потоков и отложение транспортируемого материала в виде конусов выноса.

7.1.5 По структуре и режиму селевые потоки следует подразделять на связные, или структурные и несвязные, или турбулентные.

К связным относятся селевые потоки, которые зарождаются при первоначальном оползневом характере сдвижения твердой фазы, без нарушения или со слабым нарушением структуры, и в процессе движения которых происходит гравитационное перемещение всей селевой массы,. обладающей большой разрушительной силой.

К несвязным относятся потоки, которые зарождаются при эрозионном перемещении рыхлого обломочного материала водой во взвешенном или влекомом состоянии, и движутся, подчиняясь общим законам гидродинамики (как правило, в турбулентном режиме).

7.1.6 Для обоснования проектирования зданий и сооружений, а также защитных мероприятий по борьбе с селями при изысканиях в селеопасных районах необходимо получение следующих основных характеристик селевых потоков:

скорость движения;

плотность;

расход или ударная сила потока;

объемная концентрация твердой составляющей в селевой массе;

характер движения;

гидравлический радиус потока;

время добегания до заданного створа.

Перечисленные показатели могут быть получены при сборе материалов изысканий прошлых лет и данных наблюдений на режимных постах или путем расчетов в соответствии с нормативными документами Росгидромета по определению расчетных характеристик селевых потоков.

К определяемым физико-механическим характеристикам грунтов в селевых очагах и селевых отложениях относятся:

гранулометрический состав;

плотность твердой составляющей;

пористость;

объемная влажность;

размываемость, размокаемость и истираемость обломочного материала;

угол внутреннего трения в водонасыщенном состоянии;

содержание крупнообломочного материала в единице объема и другие характеристики, необходимые для проектирования и расчета противоселевых защитных сооружений.

7.1.7 В зависимости от вида проектируемых противоселевых сооружений и мероприятий (селезадерживающих, селепропускных, селенаправляющих, стабилизирующих, селепредотвращающих, организационно-технических) согласно СНиП 2.01.15, СНиП 3.07.01, СН 518 набор необходимых дополнительных показателей и характеристик следует определять в соответствии с техническим заданием заказчика.

7.1.8 Инженерно-геологические изыскания в районах развития селей на всех этапах необходимо проводить в комплексе с инженерно-гидрометеорологическими изысканиями в соответствии с нормативными и инструктивно-методическими документами Росгидромета и по согласованию с территориальной службой мониторинга экзогенных геологических процессов МПР России, ведущей мониторинг селей в данном районе.

7.2 Состав инженерно-геологических изысканий. Дополнительные технические требования

7.2.1 Настоящий раздел устанавливает дополнительные технические требования к выполнению отдельных видов работ и комплексных исследований, входящих в состав инженерно-геологических изысканий согласно СП 11-105 (часть I),

при проведении изысканий в районах развития селей.

7.2.2 Сбор, анализ и обобщение материалов изысканий и исследований прошлых лет должен быть направлен на установление закономерностей развития селевых потоков в районе изысканий и на прилегающей территории, в том числе изучение геологических, геоморфологических, инженерно-геологических и гидрометеорологических факторов их образования, транзита и накопления.

Должны быть собраны и проанализированы:

данные о приуроченности очагов наблюдавшихся ранее селевых потоков к определенным гипсометрическим уровням, геологическим и геоморфологическим условиям;

ряды повторяемости проявления селей, а также сведения о факторах, предшествующих активизации селевых процессов;

сведения о распределении и интенсивности атмосферных осадков в бассейне, режиме постоянных и временных водотоков;

данные о закономерностях изменения температуры и влажности по высотным поясам и сезонам года, а также периодах таяния ледников;

данные о мощности наблюдавшихся селевых потоков, скоростях движения, расходах, гранулометрическом составе, плотности и объемах рыхлого обломочного и песчано-глинистого материала в очагах и на конусах выноса;

сведения о разрушениях и деформациях зданий и сооружений (в том числе сооружений инженерной защиты), вызванных воздействием селевых потоков.

7.2.3 Дешифрирование аэрокосмических материалов и аэровизуальные наблюдения должны использоваться для выявления существующих и вероятных очагов зарождения селей, участков развития склоновых процессов (обвально-осыпных, оползневых и др.), определения площадей водосборов, слежения за ледниками, запруженными озерами и другими источниками поступления в долины воды и твердого материала, составления и уточнения карт растительности с определением залесенности водосборов и выделением безлесных участков, зон выветривания и эрозии.

При дешифрировании рекомендуется использовать различные типы аэрокосмических материалов средних и крупных масштабов по залетам разных лет и сезонов года, характеризующих состояние селевых бассейнов в настоящее время и в предшествующий период.

Дешифровочные признаки должны включать цветовые, тоновые и структурные особенности изображения (радиально-струйчатый рисунок гидросети, наличие эрозионных борозд, бровок срыва, эрозионно-лавинных врезов, характерные текстуры вязко-пластичного течения глинистой массы), позволяющие установить состав и структуру потока, наличие и характер почвенно-растительного покрова, в отдельных случаях — относительный возраст селевых отложений и повторяемость процесса.

Дешифрирование может дополняться аэровизуальными наблюдениями.

По результатам сбора материалов и дешифрирования аэрокосмических снимков должна составляться предварительная схематическая карта селеопасных бассейнов с контурами очагов зарождения селей, зон транзита, конусов выноса, незалесенных площадей, скоплений обломочного материала и оползневых масс, а также с указанием расположения и типов существующих противоселевых сооружений и важнейших народнохозяйственных объектов, находящихся в селеопасной зоне.

Все отдешифрированные проявления селей должны быть обследованы при проведении маршрутных наблюдений.

7.2.4 Маршрутные наблюдения выполняются в ходе рекогносцировочного обследования или инженерно-геологической съемки территории селевых бассейнов, в ходе которых следует устанавливать:

закономерности распространения различных генетических типов очагов зарождения селей по территории бассейна;

особенности продольного профиля постоянных и временных водотоков, определяющие условия транзита селей — места образования заторов, временного затухания и окончательной разгрузки селевых потоков;

основные стратиграфо-генетические и литологические типы пород, подверженных выветриванию, эрозии, оползнеобразованию и другим склоновым процессам и поставляющих основную массу твердого материала в селевые потоки; наличие слабых прослоев и контактов;

условия залегания пород;

связь селевых очагов со структурно-тектоническими особенностями региона, влияющими на крутизну русел и энергию потока (характером и степенью дислоцированности пород, ориентировкой сети трещин и разломов по отношению к простиранию хребтов и речных систем);

закономерности распределения растительности в зависимости от вертикальной зональности, экспозиции и крутизны склона. Роль различных видов растительности в защите от денудационных процессов и закреплении склонов.

При проведении маршрутных наблюдений необходимо выполнять обследование существующих противоселевых защитных сооружений, включая оценку их современного состояния и сравнительной эффективности сооружений и различных мероприятий.

Сведения о ранее прошедших селевых потоках в процессе маршрутного обследования должны дополняться данными, полученными от местных жителей, а также проверяться методами геоботанической хронологии селей. Оценка характеристик селевых потоков по оставленным ими следам должна дополняться визуальными наблюдениями и наземными фототеодолитными съемками.

Морфометрические характеристики селевого русла на участках расчетных створов должны

быть представлены в виде продольных и поперечных профилей.

7.2.5 Геофизические исследования при изысканиях в селеопасных районах включают сейсмо- и электроразведку в различных модификациях, при необходимости — каротажные, акустические и другие исследования. Магнито- и гравиразведка в маршрутном варианте могут использоваться для оценки литолого-петрографического состава и строения скального основания селевого бассейна.

Геофизические методы следует использовать для установления мощности и состава селевых накоплений в конусах выноса, определения в очагах и в зоне транзита объема рыхлого материала, который может быть вовлечен в селевой процесс, глубины залегания подземного потока, определения физико-механических и фильтрационных характеристик селевых накоплений и подстилающих пород на участках проектирования противоселевых сооружений.

Выбор комплекса геофизических методов должен определяться геологическим строением района, составом и структурой селевых накоплений.

По результатам геофизических работ должны быть составлены поперечные и продольные геолого-геофизические разрезы селевого бассейна на участках расчетных створов.

7.2.6 Проходка горных выработок при изысканиях для установления возможности и характера проявления селевых процессов и обоснования проектирования противоселевых защитных сооружений и мероприятий выполняется для определения состава, состояния, общей структуры и мощности селевых накоплений, глубины залегания и расхода подруслового потока, физико-механических свойств грунтов, которые будут служить основанием проектируемых зданий и сооружений (в том числе защитных сооружений).

Бурение скважин на участках расчетных створов (выбранных для строительства селезадерживающих и селенаправляющих запруд и дамб, селепропускных лотков, каналов и т.п.) следует выполнять на полную мощность селевых накоплений с заглублением в подстилающие породы не менее, чем на 5 м.

В процессе бурения необходимо фиксировать состав отложений, процентное содержание обломочного материала, а также производить отбор проб для лабораторных анализов физико-механических свойств грунтов селевых накоплений и подстилающих пород.

В очагах формирования селей и в зоне транзита следует осуществлять проходку шурфов и расчисток для установления состава, состояния и мощности рыхлого материала, который может быть вовлечен в селевой поток.

7.2.7 Полевые исследования грунтов следует выполнять для определения физико-механических свойств грунтов в условиях естественного залегания и получения нормативных и расчетных характеристик, необходимых для проектирования защитных сооружений согласно требованиям СНиП 2.01.15 и СНиП 3.07.01.

Выбор методов полевых исследований грунтов производится в зависимости от их состава и состояния, а также вида проектируемого сооружения, указанного в техническом задании заказчика.

7.2.8 Стационарные наблюдения за развитием селевых процессов выполняются для получения гидравлических параметров и инженерно-геологических характеристик, необходимых для проектирования противоселевых сооружений и мероприятий, а также в целях выдачи оперативной информации для принятия своевременных мер безопасности на селеопасных территориях (соответствующим службам населенных пунктов, промышленных предприятий, транспортных магистралей, ирригационных систем, рекреационных и других объектов).

Стационарные инженерно-геологические наблюдения необходимо выполнять в комплексе с гидрометеорологическими, по согласованию или при участии местных служб Росгидромета и территориальных служб мониторинга экзогенных геологических процессов (ЭГП).

Стационарные наблюдения подразделяются на три категории (региональные, субрегиональные и локальные).

Региональные и субрегиональные наблюдения выполняются на значительных по площади территориях, характеризующихся однотипным режимом определяющих факторов (атмосферные осадки, температура воздуха, уровни и расходы рек, режим снеготаяния и т.п.), а также однотипными геолого-геоморфологическими условиями (районы преимущественного развития пород определенных стратиграфо-генетических комплексов или формаций). В этих случаях следует устанавливать сам факт прохождения селевого потока, очаги зарождения, динамику и расходы по следам его прохождения, а также объем выноса. Наблюдения должны проводиться 1—2 раза в год, в конце селеопасного сезона.

В качестве основных показателей регионального режима селевых процессов следует принимать число водотоков, по которым на данном участке прошли сели, число селевых потоков в году на данном участке, а также относительную селевую активность (отношение числа всех селеносных водотоков к числу схода селей в году), учитывая, что по отдельным водотокам может пройти несколько селей в году. Обобщенные оценки активности селевого процесса должны даваться для водотоков одинаковых порядков и одинаковых генетических типов очагов. Изучение активности селей при региональных, субрегиональных наблюдениях проводится при проведении повторных аэрофотосъемок, аэровизуальном и маршрутном обследовании территории.

Локальные наблюдения выполняются на отдельном селевом очаге или бассейне. На исследуемом участке должны производиться ин-

струментальные наблюдения за смещениями селевых масс, температурой воздуха, количеством осадков разной интенсивности, инфильтрацией и глубиной промачивания, склоновым и русловым стоками, изменениями влажности и степени водонасыщения пород, порового и гидродинамического давления, скоростью выветривания коренных пород в очаге, поступлением со склонов обвально-осыпных, оползневых, ледниковых накоплений, а также скоростью их смещения. Наблюдения должны выполняться, как правило, не реже одного раза в месяц, а в селеопасном сезоне (в период селепроявления) — ежедневно.

Результаты стационарных наблюдений в комплексе с другими исследованиями должны служить основой для проектирования противоселевых сооружений, выявления предвестников возникновения селевого потока и прогноза времени активизации и интенсивности процесса.

7.2.9 Лабораторные работы при изысканиях в селеопасных районах должны быть направлены на определение состава, состояния и физико-механических свойств пород, формирующих селевые потоки (сопротивление срезу, размываемость, размокаемость, вязкость, гранулометрический состав, механическая прочность крупных обломков на истирание, объемный и удельный вес, пористость, влажность, показатели пластичности), а также набора дополнительных показателей, необходимых для проектирования противоселевых сооружений и мероприятий, в соответствии с техническим заданием заказчика.

По дополнительному техническому заданию заказчика могут быть выполнены экспериментальные лабораторные исследования и различные виды моделирования селевого процесса, в том числе на крупногабаритном оборудовании (для крупнообломочных грунтов).

7.2.10 Камеральная обработка материалов должна предусматривать построение временных рядов повторяемости проявления селей, выявление периодов активизации процесса и установление качественных и количественных закономерностей взаимодействия геологических, геоморфологических, морфометрических и гидрометеорологических факторов селеобразования. Результатом камеральной обработки материалов изысканий должен являться технический отчет с прогнозом развития селевых процессов в исследуемом районе.

7.2.11 Прогноз параметров селевого потока, размеров и конфигурации зон селевого затопления (с катастрофическими разрушениями и заносом селевыми отложениями), зон влияния селевого потока, зон возможного нарушения устойчивости склонов при подмыве, безопасных зон и т.п. должен осуществляться на основе выполненных исследований и стационарных наблюдений посредством специальных расчетов или по аналогии с фактически наблюдавшимися селями, с учетом местных инженерно-геологических и гидрометеорологических условий.

Перечень расчетных параметров, необходимых для проектирования противоселевых сооружений и мероприятий в зависимости от их типа, согласно требованиям СНиП 2.01.15 и СНиП 3.07.01 устанавливается в техническом задании заказчика.

7.2.12 При изысканиях в районах развития селей для обеспечения безопасного размещения и эксплуатации зданий и сооружений и обоснования проектирования противоселевых защитных сооружений и мероприятий дополнительно к 4.22, 6.3, 6.18 СНиП 11-102 и 5.14 СП 11-105 (часть I) в зависимости от этапа изысканий следует устанавливать и отражать в техническом отчете:

возможность проявления и границы распространения селевых процессов;

генетические типы обнаруженных очагов зарождения селей;

геоморфологические характеристики селевых бассейнов;

пораженность водотоков селями;

механизм формирования и типы селевых потоков;

тип селей по твердой составляющей;

режим и периоды активизации селей;

интенсивность и повторяемость селей;

максимальные объемы единовременных выносов селевой массы;

физико-механические свойства грунтов в селевых очагах, в зонах транзита и аккумуляции селевых отложений;

прогноз селеопасности;

рекомендации для принятия проектных решений по размещению проектируемых сооружений за пределами селеопасной зоны, а также по инженерной защите существующих и проектируемых объектов.

7.3 Инженерно-геологические изыскания для разработки предпроектной документации

7.3.1 При изысканиях для разработки предпроектной документации в районах развития селей необходимо устанавливать:

наличие существующих и потенциальных селевых очагов в пределах исследуемого бассейна, представляющих опасность для существующих и проектируемых сооружений;

генетические типы очагов и закономерности их распространения, а также возможные типы селевых потоков и процессов на различных участках бассейна;

условия формирования селей и комплекс факторов, предшествующих их проявлению;

данные о мощности селевых потоков, скоростях их движения и суммарных выносах, гранулометрическом составе рыхлого обломочного и песчано-глинистого материала в очагах зарождения, зонах транзита и на конусах выноса;

максимальные объемы единовременного выноса селевой массы.

7.3.2 При изысканиях в районах развития селей исходные данные должны быть получены

при сборе материалов инженерно-геологических и инженерно-гидрометеорологических изысканий и исследований прошлых лет, средне- и крупномасштабных геологических съемок, данных режимных наблюдений Росгидромета, а также дешифрирования аэрокосмоснимков (АКС) масштабов 1:200000 и крупнее, обладающих высоким плановым разрешением и широкой полосой обзора.

Дешифрирование АКС используется для составления предварительной схематической карты селеопасного бассейна согласно 7.2.3, а также для оценки динамики развития селевых очагов, изменений почвенно-растительного покрова, результатов хозяйственной деятельности человека, состояния существующих противоселевых сооружений и эффективности защитных мероприятий.

Аэрофотоснимки следует использовать для детализации морфологии и структуры селевого потока, отображающихся на снимке в виде системы микроландшафтов, связанных в единый ландшафтно-генетический ряд (очаги со следами недавнего схода селя, селевые лотки и русла, конусы выноса и пролюзиальные поля).

7.3.3 Маршрутные наблюдения должны проводиться с использованием имеющейся геологической основы и карты четвертичных отложений масштабов 1:25000— 1:50000 или в составе рекогносцировки и инженерно-геологической съемки указанных масштабов. Границы обследуемой территории назначаются на основе результатов анализа имеющихся материалов и дешифрирования всей площади селеопасного бассейна, с учетом расположения выявленных потенциальных селевых очагов. Маршрутные наблюдения должны проводиться в соответствии с 7.2.4, при этом на плане или топографической основе отмечаются истоки и устья тальвегов, впадающих в главное русло, площадь которых составляет более 10 % от площади водосбора (до расчетного створа), их абсолютные отметки, отметки низшей точки дна и уровня воды в межень, ширина русел, характер и ориентировочная мощность русловых отложений, зоны распространения рыхлых и слабосцементированных пород, оползневые, обвальные и осыпные участки, контуры ледников, залесенных площадей, зоны почвенной эрозии. При описании селевых накоплений процентное соотношение фракций определяется визуально, размеры крупных обломков измеряются в трех направлениях. Места взятия проб для лабораторного определения гранулометрического состава или других показателей физических свойств рыхлых отложений указываются на карте фактического материала.

7.3.4. При изысканиях для разработки предпроектной документации для строительства в селеопасных районах по согласованию с заказчиком необходима организация комплексных стационарных гидрометеорологических и инженерно-геологических наблюдений за режимом селеопасных водотоков, скоростями выветривания различных типов пород, динамикой склоновых процессов, сезонными изменениями свойств грунтов и экологической обстановки. Для изучения связи режима поверхностных водотоков с климатическими факторами должны использоваться данные Росгидромета об осадках, стоке, испарении, температуре воздуха, инсоляции и т.п. Организация сети режимных наблюдений осуществляется по согласованию и при участии территориальных центров по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Росгидромета и территориальных служб мониторинга экзогенных геологических процессов (ЭГП) МПР России.

7.3.5 Технический отчет о результатах инженерно-геологических изысканий для разработки предпроектной документации составляется согласно требованиям 6.3 — 6.5 СНиП 11-02, а также 7.2.12 настоящего Свода правил. Графическая часть отчета должна содержать инженерно-геологическую карту селевого бассейна в масштабах 1:25000 — 1:50000, на которой должны быть показаны очаги зарождения селей с указанием их генетических типов, селеформирующие комплексы рыхлых отложений и коренных пород в очагах, зоны разрывных тектонических нарушений, распространение и активность современных геологических процессов и явлений, способствующих образованию селей (выветривание, оползни, обвалы, осыпи), селевые конуса выноса и места возможных заторов в зоне транзита селевых потоков.

По результатам изысканий для разработки предпроектной документации должна быть дана предварительная оценка условий и интенсивности развития селевых процессов, возможности их активизации с учетом планируемых техногенных воздействий (вырубки лесов, подрезки склонов, проведения взрывных работ и т.п.), а также предварительные рекомендации относительно необходимости и характера противоселевых мероприятий.

В выводах технического отчета должны быть сформулированы задачи изысканий, требующие решения на стадии проекта.

7.4 Инженерно-геологические изыскания для разработки проекта

7.4.1 При изысканиях для разработки проекта строительства в селеопасных районах необходимо дополнительно устанавливать:

наиболее вероятные типы селевых потоков по гранулометрическому составу обломочной составляющей (дресвяные, галечниковые, валунные, глыбовые), по соотношению и характеру взаимодействия твердой и жидкой фаз (связные, несвязные), по типу режима движения потока;

характеристики селевых потоков (7.1.6), представляющих непосредственную угрозу населенному пункту или проектируемому объекту;

продольные профили главного русла и всех впадающих в него селевых тальвегов;

поперечные профили в расчетных створах селеопасного водотока на участках проектируемых противоселевых сооружений;

морфометрические характеристики селевых русел на участках расчетных створов;

физико-механические характеристики селеформирующих грунтов и селевых отложений, включая их тиксотропные свойства, в селевых очагах, зонах транзита и аккумуляции селевых накоплений.

7.4.2 При сборе и обработке дополнительных материалов непосредственно по площадке проектируемого строительства следует проводить дешифрирование крупномасштабных АФС с плановым разрешением 1—2 м, позволяющих выявить следы прохождения селей разных возрастных генераций, детализировать контуры распространения селевых отложений и расположение объектов, пострадавших от селевых потоков за последние 20—50 лет. При проектировании инженерной защиты территорий, зданий и сооружений сбор материалов должен включать сведения об эффективности селезащитных сооружений и мероприятий, применявшихся ранее на данной территории, а при их отсутствии — на аналогичных участках. Дешифрирование может дополняться аэровизуальными наблюдениями, если на предыдущем этапе они не выполнялись.

7.4.3 Маршрутное обследование и (или) специализированная селевая инженерно-геологическая съемка масштабов 1:10000 и крупнее должны охватывать территорию селеопасного водосбора, включая все выявленные очаги зарождения селей, зону транзита и конуса выноса. Маршрутные наблюдения проводятся в соответствии с 7.2.4, при этом количество точек наблюдения на 1 км^2 должно приниматься в зависимости от масштаба съемки в соответствии с таблицей 7.1 СП 11-105 (часть I). Размещение в пределах территории съемки точек опробования для лабораторного определения физико-механических свойств грунтов (в том числе заполнителя крупнообломочных селевых отложений), следует осуществлять по направлению потока и на расчетных створах поперек долины с выходом за пределы контура селевых накоплений на расстояние 200—250 м.

7.4.4 Геофизические методы должны использоваться в соответствии с 5.7 СП 11-105 (часть I) и 7.2.5 настоящего Свода правил. Выбор методов геофизических исследований и их комплексирование осуществляется в зависимости от инженерно-геологических, гидрологических и гидрогеологических условий, вида проектируемых сооружений и мероприятий инженерной защиты территорий, зданий и сооружений. Для наблюдений за изменением свойств грунтов в очаге при необходимости могут быть использованы скважинные геофизические методы (сейсмоакустический, радиоизотопный и другие виды каротажа).

7.4.5 Проходка горных выработок, предназначенных для изучения селевых отложений и подстилающих коренных пород, должна включать:

проходку расчисток, шурфов, закопушек в очаге и зоне транзита — для определения мощности, состава и состояния рыхлых отложений, которые могут быть вовлечены в селевой поток;

бурение скважин в расчетных створах и на конусах выноса в зоне разгрузки селевого потока — для установления общей мощности и состава селевых накоплений, повторяемости и периодичности селевого процесса, а также расчета максимальных селевых выносов (исходя из площади конуса и мощности единовременных селевых выбросов);

бурение скважин и отбор образцов грунта селевых отложений и подстилающих пород — для обоснования проектируемых сооружений и мероприятий инженерной защиты в соответствии с требованиями СНиП 2.01.15 в зависимости от их типа (селезадерживающие, селепропускные, селенаправляющие, стабилизирующие, селепредотвращающие и др.).

Размещение и количество скважин определяется типом проектируемых зданий и сооружений, в том числе противоселевых защитных сооружений (различные типы плотин, каналы, мосты, селеспуски, направляющие и ограждающие дамбы, запруды, подпорные стены и дренажные устройства), с учетом общего числа выработок в соответствии с 7.6 СП 11-105 (часть I) и требованиями нормативных документов на проектирование речных гидротехнических, транспортных, энергетических, защитных и иных сооружений (СНиП 3.07.01, СНиП 2.01.15, СНиП 2.02.01).

В зоне селевых выбросов скважины следует располагать по 2—3 радиальным створам, ориентированным от вершины конуса выноса к его периферическим частям, а также по 1—2 попечникам, в соответствии с направлением движения и растекания селевого потока и, соответственно, изменчивостью состава и свойств отложившейся массы твердого материала.

Глубина скважин обосновывается в программе изысканий, исходя из предполагаемой мощности селевых накоплений, состава и свойств подстилающих пород, конструктивных особенностей проектируемого сооружения и условий его работы. На участках проектируемых сооружений инженерной защиты отдельные скважины следует проходить на глубину всей толщи селевых накоплений с заглублением в подстилающие породы не менее 5—10 м (в зависимости от типа сооружения), с учетом возможности местного сезонного размыва рыхлых отложений.

7.4.6 Лабораторные исследования свойств грунтов должны выполняться с учетом целей исследования, характера селевого потока, состава и свойств селеформирующих отложений. Следует определять следующие показатели свойств селеформирующих грунтов и селевых отложений: гранулометрический состав, плотность частиц и плотность грунта, естественную влажность, пористость, пластичность, размокаемость (для связных грунтов), угол естественного откоса (при различной влажности и под водой), коэффициент фильтрации, деформационные и прочностные характеристики при различной влажности, тиксотропные свойства, реологические характеристики

(ползучесть, длительная прочность). Нарушение структурных связей грунта моделируется его перемятием и дополнительным увлажнением.

7.4.7 Полевые исследования грунтов (испытания на срез целиков, поступательный и вращательный срез грунтов в скважинах, испытания грунтов сваями и др.) следует выполнять в соответствии с 5.8 и 7.13 СП 11-105 (часть I). Выбор метода испытаний должен производиться в зависимости от вида и условий работы проектируемого сооружения с учетом его уровня ответственности. Определение прочностных характеристик грунтов в разжиженном или текучем состоянии рекомендуется осуществлять методом вращательного среза, а также применять различные сочетания или модификации методов, в зависимости от состояния грунтов и напряженного состояния грунтовой толщи.

7.4.8 Опытно-фильтрационные работы при необходимости выполняются с целью получения гидрогеологических параметров и характеристик для расчета дренажей, фильтрации из водосбросных сооружений и селехранилищ. В сложных случаях для проведения специальных гидрогеологических расчетов и моделирования рекомендуется привлечение специализированных научно-исследовательских организаций.

7.4.9 Комплексные стационарные наблюдения за режимом селевых процессов и связанных с ними факторов, начатые при изысканиях для разработки предпроектной документации, должны быть продолжены при изысканиях для разработки проекта.

Стационарные наблюдения в селевых очагах должны включать наблюдения за процессами выветривания, изменениями влажности, режимом склоновых процессов, подвижками рыхлого материала, напряжениями и поровым давлением в грунтовом массиве. Наблюдения следует проводить ежемесячно, а в периоды интенсивного выпадения осадков и снеготаяния — еженедельно или ежедневно.

Программа стационарных наблюдений составляется по дополнительному техническому заданию и согласовывается с местными службами Росгидромета и службами мониторинга экзогенных геологических процессов МПР РФ, а также с заказчиком.

7.4.10. Камеральная обработка материалов и составление технического отчета выполняются в соответствии с требованиями 6.18 СНиП 11-02 и 7.2.10—7.2.12 настоящего Свода правил.

В состав графической части технического отчета необходимо включать: инженерно-геологическую карту селеопасного бассейна в масштабах 1:25000 — 1:10000, на которой должны быть показаны очаги зарождения селей, создающих непосредственную опасность для проектируемого строительства или существующих зданий и сооружений, с указанием их генетических типов; инженерно-геологическую карту площадки проектируемого строительства в масштабах 1:5000 — 1:2000 или крупнее, с указанием границ распространения селевых накоплений различных возрастных генераций, их мощности, состава и свойств, включая тиксотропные. В техническом отчете также должны быть приведены необходимые характеристики селеформирующих и других генетических типов рыхлых отложений и подстилающих коренных пород, развитых в районе строительства.

По результатам изысканий на стадии проекта должна быть дана окончательная оценка условий, механизма образования и интенсивности развития селевых процессов, дан прогноз наиболее вероятных типов селевых потоков и возможность их активизации в связи со строительством и эксплуатацией сооружений, а также приведены рекомендации относительно необходимости и характера противоселевых мероприятий с учетом значимости защищаемых объектов, возможных последствий от нарушения их нормальной работы, социальных условий развития района и др.

7.5 Инженерно-геологические изыскания для разработки рабочей документации

7.5.1 При изысканиях на стадии рабочей документации в селеопасных районах осуществляются уточнение и детализация инженерно-геологических условий исследуемых участков, а также оценок и рекомендаций, предложенных на предыдущих этапах изысканий, в том числе:

корректировка границ распространения селевых отложений для обеспечения безопасности зданий и сооружений;

локализация селеопасных отрезков на трассах дорог, трубопроводов, ЛЭП и других объектов линейного строительства;

уточнение расположения участков, нуждающихся в проведении стабилизирующих мероприятий (террасировании склонов, агролесомелиорации и т.п.);

решение вопросов, возникших в результате прохождения селей после завершения предыдущего этапа изысканий на основе проведения дополнительных изыскательских работ;

корректировка прогнозных расчетов и, при необходимости, моделирование.

7.5.2 Виды и объемы буровых работ следует устанавливать в программе изысканий в соответствии с их назначением, исходя из принятых проектных решений по строительству и размещению зданий и сооружений, в том числе селезащитных.

7.5.3 Лабораторные и полевые исследования на стадии рабочей документации назначаются с учетом типа проектируемых селезащитных сооружений и результатов математического или физического моделирования условий их работы при разных параметрах селевого потока.

7.5.4 Стационарные наблюдения, начатые на предыдущих этапах изысканий, должны быть продолжены при изысканиях, для разработки рабочей документации и в дальнейшем при строи-

тельстве и эксплуатации сооружений. Данные стационарных наблюдений необходимо использовать для прогнозирования опасности возникновения селей при создании и функционировании служб наблюдения и оповещения.

7.5.5 Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий для разработки рабочей документации должен составляться согласно требованиям 6.24 СНиП 11-02 и 7.2.12 настоящего Свода правил с учетом требований 7.5.1. Графическая часть отчета должна содержать инженерно-геологические карты участков строительства масштабов 1:5000 — 1:2000 (если они ранее не составлялись) или крупнее, с указанием имевших место и прогнозируемых опасных зон, путей эвакуации населения и контуров проектируемых сооружений. На участки строительства противоселевых сооружений и мероприятий согласно техническому заданию заказчика составляются планы в масштабах 1:1000 — 1:500.

7.6 Инженерно-геологические изыскания в период строительства и эксплуатации зданий и сооружений

7.6.1 Инженерно-геологические изыскания в период строительства зданий и сооружений в селеопасных районах должны обеспечивать получение материалов и данных, необходимых для корректировки в необходимых случаях проектных решений и предупреждения аварийных ситуаций, связанных с прохождением селей до завершения строительства селезащитных сооружений и проведения селепредотвращающих мероприятий.

В состав изысканий, как правило, должны входить стационарные наблюдения за природными факторами, влияющими на возникновение селей, а также за динамикой склоновых процессов в пределах селеопасной территории. При этом, могут проводиться маршрутные наблюдения, проходка горных выработок, отбор проб грунтов и подземных вод, лабораторные, геофизические и гидрогеологические исследования, моделирование.

Состав и объемы инженерно-геологических работ устанавливаются в программе изысканий в каждом конкретном случае, с учетом местных климатических и инженерно-геологических условий.

7.6.2 Инженерно-геологические изыскания в период эксплуатации зданий и сооружений следует проводить для:

наблюдений за изменениями инженерно-геологических условий, в том числе изменениями условий и факторов формирования и прохождения селевых потоков;

установления соответствия исходных данных, использованных для выполненного ранее прогноза формирования селей, фактической ситуации в период эксплуатации возведенных объектов;

реконструкции или восстановления эксплуатационной пригодности селезащитных сооружений.

Состав и объем работ устанавливается программой изысканий в соответствии с техническим заданием заказчика.

7.6.3 При инженерно-геологических изысканиях для ликвидации эксплуатируемого объекта необходимо устанавливать:

степень изменения инженерно-геологических условий, включая условия формирования и прохождения селевых потоков;

необходимые данные для обоснования проектных решений на санацию (оздоровление) территории;

состояние противоселевых сооружений и мероприятий и возможность их сохранения или реконструкции.

Состав необходимых данных для обоснования ликвидации эксплуатируемых зданий и сооружений должен быть установлен в техническом задании заказчика.

8 ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ В РАЙОНАХ РАЗВИТИЯ ПОДТОПЛЕНИЯ

8.1 Общие положения

8.1.1 Под подтоплением понимается процесс подъема уровня грунтовых вод выше некоторого критического положения, а также формирования верховодки и (или) техногенного водоносного горизонта, приводящий к ухудшению инженерно-геологических условий территории строительства, агромелиоративной и экологической обстановки. Подтопление обусловлено превышением приходных статей водного баланса над расходными под влиянием комплекса природных и техногенных факторов.

Величина критического уровня устанавливается проектной (или, при необходимости, с участием изыскательской) организацией, в зависимости от решаемых проектных задач, стадии проектирования и местных природных условий. Глубина критического уровня определяется глубиной заложения и типами фундаментов, конструкцией подземной части сооружений, свойствами грунтов оснований в активной зоне, возможностью возникновения опасных инженерно-геологических процессов, высотой капиллярной каймы.

Подтопление сопровождается увеличением влажности грунтов за счет замачивания. При необходимости, для предварительных проектных расчетов (суммарной просадки, набухания, осадки) по заданию заказчика может быть выполнено определение критической влажности, превышение которой вызывает изменение свойств грунтов и развитие деформаций естественного основания.

Понятие «подтопление» применяется в связи с освоением территории (района планируемой застройки, полосы трассы, участка строительства зданий и сооружений). Подтопленной обычно считается территория, для нормального использования которой требуются мероприятия по по-

нижению уровня подземных вод и другие защитные мероприятия, и наоборот, неподтопленной, — если для данного вида использования территории этих мероприятий не требуется.

Подтопление возникает не только при высоком уровне стояния грунтовых вод. Возможны случаи, когда даже при глубоком залегании уровня (более 10—15 м) подтопление может существенно осложнять строительство и эксплуатацию некоторых сооружений (зданий с глубоким заложением фундаментов, подземных гаражей и торговых комплексов, линий метрополитена и т.п.).

8.1.2 Основными причинами возникновения и развития подтопления являются:

подпор грунтовых вод в прибрежных зонах морей и водохранилищ, вдоль бортов каналов;

техногенные утечки из водонесущих коммуникаций, прудов, отстойников, недостаточная организация поверхностного стока на застроенных территориях, неэффективность ливневой канализации, нарушение естественного стока при проведении строительных работ, неумеренный полив городских насаждений и садово-огородных участков;

барражный эффект при строительстве заглубленных подземных сооружений, засыпке оврагов нефильтрующим материалом, устройством стен в грунте и свайных полей;

конденсация влаги под основаниями зданий, элеваторами и другими сооружениями, асфальтовыми покрытиями на застроенных городских территориях;

гидромелиоративная деятельность на массивах орошения.

8.1.3 Развитие подтопления, как правило, вызывает негативные последствия:

деформации фундаментов и наземных конструкций зданий и сооружений, вызванные изменением прочностных и деформационных свойств грунтов, в особенности, обладающих специфическими свойствами (просадочность, набухание, выщелачивание, размокание);

затопление подземных частей зданий, сооружений, коммуникаций, ухудшение условий их эксплуатации;

возникновение и активизация опасных геологических процессов (оползни, карст, суффозия, просадки, набухание грунтов и др.);

повышение сейсмической балльности (при сейсмическом микрорайонировании) за счет изменения категории грунтов по сейсмическим свойствам;

изменение химического состава, агрессивности и коррозионной активности грунтов и подземных вод;

загрязнение поверхностных и подземных вод, используемых для хозяйственно-питьевых целей;

ухудшение-экологической и санитарно-эпидемиологической обстановки вследствие подтопления территорий промышленных предприятий, полигонов бытовых и промышленных отходов, нефтехранилищ, скотомогильников и других источников химического и органического загрязнения;

повреждение памятников истории и культуры, уничтожение уникальных ландшафтов.

В определенных условиях подтопление может привести к возникновению чрезвычайных ситуаций.

8.1.4 Инженерно-геологические изыскания в районах развития подтопления в дополнение к 4.2 и 5.9 СП 11-105 (часть I) должны обеспечивать:

изучение и оценку гидрогеологических условий территории (региона, района, площадки, участка, трассы) объектов строительства;

выявление источников подтопления и загрязнения подземных и поверхностных вод;

выполнение прогноза изменения гидрогеологических условий с учетом вызываемых подтоплением негативных последствий;

оценку опасности возникновения и развития подтопления при различных видах использования территории;

получение необходимых параметров для обоснования проектных решений по строительству (реконструкции) зданий и сооружений в условиях развития подтопления и их инженерной защите;

разработку предложений и рекомендаций по организации и ведению гидродинамического и гидрохимического мониторинга подземных вод и развития сопутствующих процессов.

8.1.5 При инженерных изысканиях следует учитывать, что подтопление развивается по двум принципиальным гидрогеологическим схемам, различным по режиму, условиям формирования и характеру распространения подземных вод:

Схема 1 — подтопление развивается вследствие подъема уровня первого от поверхности безнапорного водоносного горизонта, который испытывает существенные сезонные и многолетние колебания, на территориях, где глубина залегания уровня подземных вод в большинстве случаев невелика (обычно не превышает 10— 15 м); при подтоплении наблюдается преимущественно естественно-техногенный тип режима подземных вод;

Схема 2 — подтопление развивается вследствие увлажнения грунтов зоны аэрации и (или) формирования нового техногенного водоносного горизонта с подъемом его уровня на территориях, где подземные воды имеют спорадическое распространение или вообще отсутствуют до кровли подстилающего водоупора, либо уровень первого от поверхности водоносного горизонта залегает на значительной глубине (обычно более 10—15 м); при подтоплении наблюдается техногенный тип режима подземных вод.

Принципиальные различия в развитии подтопления предопределяют специфику и методическую направленность изысканий, а также методику прогноза изменения гидрогеологических условий и особенности инженерно-гидрогеологического обоснования инженерной защиты.

8.1.6 Прогноз изменения гидрогеологических условий в районах развития или возможного возникновения подтопления должен составляться с учетом схем развития процесса.

При развитии процесса по схеме 1 выполняется прогноз подъема уровня и изменения химического состава грунтовых вод с учетом естественных (сезонных и многолетних) колебаний.

При развитии процесса по схеме 2 выполняется прогноз формирования техногенных подземных вод и изменения свойств грунтов зоны аэрации (особенно, если эти грунты просадочные или набухающие).

Все инженерно-геологические и гидрогеологические прогнозы должны выполняться с учетом влияния техногенных нагрузок и внешних гидродинамических границ исследуемой территории. При этом, исследуемая площадь может значительно превосходить площадь проектируемого объекта.

При выполнении прогнозов изменения гидрогеологических условий (режима подземных вод, динамики ареалов загрязнения подземных вод и др.) рекомендуется составлять гидрогеологическую модель территории, регулярно пополняемую новой информацией при последующих изысканиях.

Гидрогеологические прогнозы должны учитывать долголетние перспективы экономического и социального развития региона, города, поселения. Продолжительность периода, на который составляется прогноз изменения гидрогеологических условий на застроенных территориях, должна составлять 5—15 лет. Каждые 5 лет прогноз должен корректироваться в соответствии с изменением техногенной нагрузки (новое строительство, реконструкция, расширение или ликвидация объектов).

8.1.7 В случае, если оценка ситуации и прогноз изменения гидрогеологических условий свидетельствуют о необходимости инженерной защиты от подтопления, должно быть предусмотрено получение исходных данных, необходимых для выбора видов инженерной защиты, типа, конструкции и режима работы водопонизительных устройств и решения других задач.

8.1.8 К оценке опасности подтопления следует подходить дифференцированно в зависимости от степени освоенности территории:

на застраиваемой (или планируемой к застройке) территории — это возможность возникновения и развития процесса подтопления в определенной природно-техногенной обстановке (характеризуется площадью и скоростью развития процесса);

на уже застроенной территории — это способность процесса подтопления вызывать негативные последствия и наносить ущерб, размеры которого в определенных природных условиях дифференцированы по площади и во времени в зависимости от типов и интенсивности техногенной нагрузки (характеризуется коэффициентом пораженности территории подтоплением и наносимым ущербом).

Оценку ущерба следует выполнять при участии изыскательской а, при необходимости, научно-исследовательской организации.

8.1.9 В процессе гидрогеологических исследований необходимо устанавливать:

фильтрационные свойства грунтов в границах района (площадки) изысканий, а также в пределах ее внешних гидродинамических границ;

закономерности формирования режима (уровенного, химического, температурного) подземных вод;

типы водообмена (фильтрация в водонасыщенной зоне; влагоперенос, происходящий в ненасыщенной зоне путем инфильтрации и испарения; передача гидростатического давления; диффузионный перенос вещества и др.);

особенности взаимосвязи подземных и поверхностных вод;

характеристику областей разгрузки потока подземных вод и удаленности их от изучаемой площадки;

агрессивность и коррозионную активность подземных вод с учетом возможного загрязнения.

Исследование и оценка влияния подтопления на экологическую обстановку (изменение природных и техногенных ландшафтов, заболачивание, снижение агротехнических свойств почв, гибель и изменение состава растительных сообществ, ухудшение условий жизни населения, в том числе санитарно-эпидемиологической обстановки) должны осуществляться в комплексе с инженерно-экологическими изысканиями согласно СП 11-102.

8.1.10 В техническом задании на инженерно-геологические изыскания для строительства в районах развития подтопления в дополнение к 4.13 СНиП 11-02 и 4.6 СП 11-105 (часть I) необходимо приводить следующие сведения:

особенности (планировочные, конструктивные, исторические, социальные, экологические и др.) территорий и объектов строительства;

глубину заложения фундаментов и глубину критического уровня подземных вод, если эти данные установлены проектной организацией;

динамику существующей застройки территории;

объемы водоподачи и водоотведения по различным типам застройки;

краткую характеристику водонесущих коммуникаций и сведения об авариях на них;

характеристику систем регулирования поверхностного стока;

существующие системы инженерной защиты от подтопления и их эффективность;

состав и состояние стационарной и временной наблюдательных сетей (государственных и ведомственных);

данные о видах и ущербе от негативных последствий подтопления и других опасных геологических и инженерно-геологических процессов;

требования к содержанию прогнозов изменения гидрогеологических условий.

8.1.11 Программа гидрогеологических исследований при инженерных изысканиях в районах развития подтопления в дополнение к 4.14 СНиП 11-02 и 4.8 СП 11-105 (часть I) должна содержать:

обоснование границ территории, на которой проводятся гидрогеологические исследования;

обоснование и выбор возможного объекта-аналога для оценки развития процесса подтопления;

перечень определяемых гидрогеологических параметров, методы их получения и расположение пунктов опытно-фильтрационных работ;

обоснование, при необходимости, создания сети наблюдательных скважин для проведения гидрогеологического мониторинга.

В программе гидрогеологических исследований состав, объемы, методику и технологию гидрогеологических работ следует устанавливать исходя из рабочей гипотезы о гидрогеологических условиях территории, определяющих специфику развития подтопления. Рабочая гипотеза составляется по данным сбора и обобщения материалов государственных геолого-съемочных работ, инженерных изысканий и специальных исследований прошлых лет, ретроспективного анализа динамики техногенного освоения территории.

В случае давности изысканий прошлых лет (5.2 СП 11-105,часть I) до разработки программы гидрогеологических исследований рекомендуется выполнить рекогносцировочное обследование исследуемой территории.

Для застроенных, застраиваемых и намечаемых к застройке территорий в районах развития подтопления, независимо от сложности геоморфологических, геологических, гидрогеологических, гидродинамических условий и интенсивности техногенных воздействий, принимается III (сложная) категория сложности инженерно-геологических и гидрогеологических условий (приложение Б СП 11-105,часть I), так как подтопление может оказывать решающее влияние на выбор проектных решений.

8.1.12 К составлению технического задания и программы работ на инженерно-геологические изыскания на застроенных территориях и (или) для особо ответственных объектов, при необходимости, следует привлекать специализированные проектно-изыскательские или научно-исследовательские организации, которые в дальнейшем могут участвовать в составлении прогнозов изменения гидрогеологических условий и выработке рекомендаций для принятия проектных решений по инженерной защите.

8.1.13 Гидрогеологические исследования при инженерно-геологических изысканиях в районах развития подтопления проводятся, как правило, в комплексе с инженерно-гидрометеорологическими и инженерно-экологическими изысканиями и требуют взаимной увязки во избежание дублирования выполняемых работ.

8.2 Состав инженерно-геологических изысканий. Дополнительные технические требования

8.2.1 В дополнение к составу инженерно-геологических изысканий, предусмотренному 5.1 и 5.9 СП 11-105 (часть I), на территориях развития подтопления с целью комплексной оценки инженерно-геологических и гидрогеологических условий территории в пределах внешних гидродинамических границ, а также гидрогеологического районирования по условиям развития подтопления и составления прогноза изменения гидрогеологических условий, в зависимости от специфики развития подтопления по схеме 1 или 2 при отсутствии необходимых материалов изысканий и исследований прошлых лет следует предусматривать выполнение следующих видов съемок:

для территорий, где подтопление развивается по схеме 1, — инженерно-гидрогеологической или (при отсутствии геологической карты) комплексной инженерно-гидрогеологической съемки, включающей отдельные виды гидрогеологических работ и специальных гидрогеологических исследований;

для территорий, где подтопление развивается по схеме 2, — инженерно-геологической съемки с изучением водопроницаемости фунтов зоны аэрации, детальность которой в соответствии с масштабом изысканий обеспечивается опытно-фильтрационными работами, стационарными наблюдениями и другими специальными гидрогеологическими исследованиями.

8.2.2 Сбор и обработку материалов изысканий и исследований прошлых лет необходимо выполнять при инженерно-геологических изысканиях для каждой стадии разработки предпроектной и проектной документации, с учетом результатов сбора на предшествующем этапе и в четкой увязке с задачами изысканий на соответствующем этапе.

В дополнение к 5.2 СП 11-105 (часть I) сбору и обработке подлежат:

материалы государственных гидрогеологических и комплексных геолого-гидрогеологических съемок масштабов 1:500000 — 1:50000;

данные многолетних климатических и гидрологических наблюдений;

материалы стационарных гидрогеологических наблюдений;

результаты опытно-фильтрационных работ по изысканиям прошлых лет;

материалы гидрогеологического моделирования;

данные по изучению водного баланса исследуемой территории и результаты ранее выполненных прогнозов изменения гидрогеологических условий;

схемы инженерной защиты территории от опасных природных и природно-техногенных процессов;

схемы инженерно-гидрогеологического обоснования эксплуатации месторождений полезных ископаемых и защиты их от затопления;

схемы энергетического использования рек;

схемы использования водных ресурсов.

В состав материалов, подлежащих сбору и анализу, следует включать сведения о техногенном освоении территории:

особенности застройки (планировочная структура, конструктивные особенности и состояние заглубленных помещений и фундаментов);

расположение и состояние сети водонесущих коммуникаций (водопровода, канализации, теплотрасс, ливневых водостоков), очистных сооружений;

существующие системы инженерной защиты от подтопления и их эффективность;

существующая сеть наблюдательных скважин и пунктов наблюдений за деформациями грунтов оснований и сооружений;

данные об ущербе от развития подтопления.

8.2.3 Дешифрирование аэро- и космоматериалов и аэровизуальные наблюдения, как правило, должны предшествовать проведению других видов инженерно-геологических и гидрогеологических работ, выполняться в соответствии с требованиями 5.3 СП 11-105 (часть I) и охватывать всю территорию возможного развития подтопления до внешних гидродинамических границ. Основная задача дешифрирования заключается в выявлении участков подъема уровня грунтовых вод и слежении за динамикой процесса подтопления (в результате систематических утечек из коммуникаций, естественного подпора грунтовых вод и других причин). При дешифрировании должны использоваться такие признаки, как изменение тона и цвета грунтов и растительности на фотоизображении, появление влаголюбивых растительных сообществ, солянок, затопление естественных и искусственных понижений рельефа (карьеров, траншей, котлованов). При наличии разновременных аэро- или космических съемок следует, по возможности, выявлять начальную стадию подтопления и устанавливать ориентировочную скорость дальнейшего развития процесса, что может быть использовано при составлении прогноза на перспективу.

При проведении гидрогеологического дешифрирования, помимо фотографической черно-белой и многозональной, рекомендуется использование материалов радиолокационной, тепловой и других видов съемок, фиксирующих изменение температуры и влажности грунтов.

8.2.4 Рекогносцировочное обследование в дополнение к 5.4 СП 11-105 (часть I) выполняется с целью уточнения собранных материалов для предварительной оценки современных гидрогеологических условий территории, уточнения методики, состава и объема гидрогеологических работ. Необходимость выполнения рекогносцировочного обследования и сопровождающих его дополнительных видов работ при недостаточной гидрогеологической изученности территории требует специального обоснования.

8.2.5 Маршрутные наблюдения следует осуществлять в процессе рекогносцировочного обследования, инженерно-геологической и инженерно-гидрогеологических съемок в соответствии с 5.5 СП 11-105 (часть I).

В ходе маршрутных наблюдений необходимо осуществлять:

описание внешних проявлений процесса подтопления, в том числе с использованием геоботанических индикаторов;

описание проявлений инженерно-геологических процессов, вызванных подтоплением;

выявление возможных источников техногенного инфильтрационного питания и загрязнения подземных вод;

обследование и установление внешних и внутренних гидродинамических границ (реки, каналы, пруды, озера, водохранилища, орошаемые массивы, овражная сеть, местные дренажные системы и др.) исследуемой области фильтрации;

оценку экологических последствий подтопления на пораженных участках (эколого-гидрогеологические наблюдения проводятся в соответствии с требованиями СП 11-102);

отбор проб поверхностных и подземных вод (родников, колодцев) для лабораторных исследований их химического состава и загрязненности.

При маршрутных наблюдениях на застроенной (освоенной) территории необходимо дополнительно проводить:

фиксацию глубины залегания уровня воды в открытых водоемах и колодцах с опросом местных жителей о наблюдающихся изменениях его положения во времени;

выявление подтопленных зданий, сооружений и возможных причин их подтопления;

осмотр существующей наблюдательной сети;

выявление и описание деформаций инженерных сооружений на участках, где наблюдается подъем уровня грунтовых вод и (или) изменение влажности грунтов и имеются признаки подтопления (неравномерные осадки, трещины в стенах зданий, разрушение покрытий автомобильных дорог);

опросы местного населения о проявлениях подтопления, фактах нанесенного материального, социального и экологического ущерба и имевших место аварийных ситуациях.

Линии маршрутов должны по возможности пересекать все гидрогеологические контуры, выделенные по результатам ранее проведенных съемок и гидрогеологических исследований на рассматриваемой территории, зоны питания и разгрузки грунтовых вод с учетом гидрографической сети и включать участки наиболее активного проявления процессов подтопления и его последствий:

При маршрутном обследовании территории должно быть предусмотрено посещение участков расположения памятников архитектуры, истории и археологии и установлена существующая или потенциальная опасность их подтопления.

При проведении маршрутных наблюдений возможно выполнение ограниченных объемов буровых и горно-проходческих работ для определения глубины залегания уровня грунтовых вод и верховодки, состава и ориентировочных филь-

трационных свойств водовмещающих пород, химического состава воды. Состав и объем работ определяется программой изысканий.

По результатам маршрутных наблюдений и имеющимся гидрогеологическим картам следует осуществлять выбор направлений основных разведочных профилей, точек заложения гидрогеологических скважин и наблюдательных пунктов режимной сети на подземные и поверхностные воды, в том числе на местных базисах дренирования (реках, водоемах), определяющих граничные условия для прогнозных расчетов.

При необходимости намечаются места расположения точек наблюдения за динамикой изменения влажности грунтов в зоне аэрации, а также в аналогичных природных условиях на незастроенных территориях для изучения естественного режима грунтовых вод.

По результатам сбора и обработки материалов изысканий и исследований прошлых лет, дешифрирования аэро- и космоматериалов и маршрутного обследования проводится типизация гидрогеологических условий территории.

8.2.6 Проходка горных выработок осуществляется в соответствии с 5.6 СП 11-105 (часть I), а также для:

уточнения гидрогеологического разреза по степени проницаемости и обводненности пород;

изучения химического состава подземных вод;

определения температуры подземных вод;

предварительной оценки характера взаимосвязи между водоносными горизонтами, а также между подземными и поверхностными водами;

определения скорости движения подземных вод;

выбора глубины и методов гидрогеологического опробования водоносных горизонтов и грунтов зоны аэрации;

выполнения опытно-фильтрационных работ;

режимных наблюдений за положением уровня, температурой и химическим составом грунтовых вод и их сезонными колебаниями.

При гидрогеологических исследованиях наиболее эффективными являются следующие способы бурения:

ударно-канатный сплошным забоем — для бурения гидрогеологических скважин, предназначенных для производства откачек и стационарных гидрогеологических наблюдений, предварительного и раздельного опробования водоносных горизонтов, пластов и линз в процессе бурения;

вращательный с обратной промывкой — при проходке рыхлых пород для бурения гидрогеологических скважин водопонизительных систем и центральных скважин опытных кустов;

колонковый с промывкой водой — для бурения гидрогеологических скважин в мелкотрещиноватых породах под фильтр небольшого диаметра или бесфильтровых скважин для наблюдения за режимом подземных вод.

8.2.7 Геофизические исследования и полевые исследования грунтов при изысканиях в районах развития подтопления следует проводить в соответствии с 5.7 и 5.8 СП 11-105 (часть I).

Геофизические исследования при инженерных изысканиях в районах развития подтопления следует использовать для определения глубины залегания уровней подземных вод, положения водоупоров, направления движения подземных вод, гидрогеологических параметров водоносных горизонтов, а также определения состава, состояния и свойств грунтов в массиве и под фундаментами зданий и сооружений при развитии подтопления. Наиболее эффективными методами для решения указанных задач являются различные модификации ВЭЗ, электропрофилирование, метод заряженного тела, а также межскважинное сейсмоакустическое просвечивание грунтов под фундаментами зданий и радиоактивный каротаж (при режимных наблюдениях за изменением физико-механических характеристик грунтов во времени при их замачивании).

Выбор методов геофизических исследований и определение объемов геофизических работ следует осуществлять в соответствии с приложениями Д и Е СП 11-105 (часть I), с учетом III категории сложности инженерно-геологических условий.

8.2.8 Гидрогеологические исследования следует выполнять в соответствии с 5.9 СП 11-105 (часть I) с учетом специфики задач, решаемых при изучении и прогнозе процесса подтопления и комплекса связанных с ним негативных последствий, с целью их предотвращения и (или) проектирования мероприятий по инженерной защите.

Гидрогеологические параметры водоносных горизонтов и водопроницаемость грунтов зоны аэрации следует устанавливать исходя из следующих возможных методических подходов к проведению и интерпретации результатов опытно-фильтрационных работ:

сравнительной оценки неоднородности фильтрационных свойств пород по данным одиночного опробования (экспресс-опробования, пробных откачек);

схематизации гидрогеологических условий по фильтрационным свойствам пород и выбора расчетных значений гидрогеологических параметров для расчетной геофильтрационной модели прогноза по данным кустовых откачек, наливов, нагнетаний, стационарных гидрогеологических наблюдений.

В дополнение к приложению К СП 11-105 (часть I) следует определять:

по данным кустовых откачек — коэффициент фильтрации или водопроводимость;

по данным стационарных гидрогеологических наблюдений — коэффициент фильтрации, водопроводимость, коэффициент уровнепроводности (пьезопроводности), если установлена или предполагается связь с более глубоко залегающим напорным водоносным горизонтом, а также интенсивность испарения с поверхности грунтовых вод;

аналитическими расчетами — коэффициенты перетекания и вертикального водообмена;

методом решения обратных задач — гидрогеологические параметры водоносных горизонтов: коэффициенты фильтрации, водоотдачи, водопроводимость, коэффициенты уровнепроводности (пьезопроводности), перетекания и вертикального водообмена; фильтрационное сопротивление днищ водоемов, инфильтрационное питание;

по результатам наливов в горные выработки, оборудованные датчиками, фиксирующими изменение влажности грунтов по глубине разреза в процессе опыта, — фильтрационные свойства грунтов зоны аэрации.

На застроенных территориях для оценки гидрогеологических параметров в пределах незначительных по размерам площадок (например, отдельное здание) допускается использование экспресс-методов. Применение длительных кустовых откачек должно обосновываться в программе изысканий.

В качестве специальных гидрогеологических работ на подтапливаемых застроенных территориях, в дополнение к 5.9 СП 11-105 (часть I), рекомендуется проведение гидрогеохимических съемок.

Гидрохимические миграционные параметры, используемые для прогноза скорости и предполагаемых направлений распространения загрязнений при подтоплении, определяются в составе комплексных инженерно-геологических и инженерно-экологических изысканий, с привлечением при необходимости специализированных организаций.

8.2.9 Стационарные наблюдения следует выполнять как на территориях объектов строительства, так и на прилегающих территориях в пределах внешних гидродинамических границ объекта с целью получения необходимой исходной информации для прогноза изменения гидрогеологических условий и естественного режима подземных вод при развитии подтопления под действием техногенных факторов.

Стационарные наблюдения выполняются для решения следующих задач:

установление сезонных, годовых и многолетних колебаний уровня, химического состава и температуры грунтовых вод и вод спорадического распространения;

отслеживание скорости формирования техногенного водоносного горизонта с одновременными наблюдениями за изменением влажности грунтов зоны аэрации;

установление сезонных, годовых и многолетних колебаний уровня (напора), химического состава и температуры подземных вод нижележащего водоносного горизонта (если установлена или предполагается его взаимосвязь с вышезалегающими подземными водами);

определение гидрогеологических параметров и интенсивности инфильтрационного питания (естественного и техногенного);

оценка взаимосвязи между поверхностными и подземными водами (одновременные наблюдения за поверхностными и подземными водами на ключевых участках);

районирование территории по особенностям режима подземных вод;

выбор расположения водно-балансовых участков, обоснование их границ в плане и разрезе, расчет водного баланса (приложение Ж);

установление глубины сезонного промерзания на водно-балансовых участках;

оценка эффективности работы водопонизительных защитных сооружений;

расчет зоны влияния эксплуатируемых систем водопонижения (дренажи, водозаборы);

своевременная фиксация достижения уровнем грунтовых вод его критического положения и (или) достижения критических значений влажности грунтов, вызывающих изменение прочностных и деформационных свойств грунтов, развитие просадки, набухания, суффозии и других негативных процессов;

своевременное оповещение муниципальных служб, юридических и физических лиц, являющихся собственниками объектов на подтапливамых территориях, о ходе развития процесса и степени его опасности.

Проектируемая система стационарных гидрогеологических наблюдений должна быть увязана с аналогичными системами других министерств и ведомств (в том числе системами экологического мониторинга) и гидрометеорологическими наблюдениями.

Система стационарных наблюдений в перспективе должна служить основой для создания постоянно действующей гидрогеологической модели территории, позволяющей непрерывно отслеживать ситуацию в районах развития подтопления, разрабатывать краткосрочные и долгосрочные прогнозы и осуществлять подготовку вариантов экспертных предложений.

8.2.10 Лабораторные исследования грунтов, химического состава подземных вод следует выполнять в соответствии с 5.11 СП 11-105 (часть I).

Общие гидрохимические показатели подземных и поверхностных вод следует определять в соответствии с приложением Н СП 11-105 (часть I).

Определение агрессивности и коррозионной активности подземных вод и водных вытяжек из грунтов необходимо выполнять в соответствии с таблицами 4 — 7 и таблицей 15 СНиП 2.03.11.

Лабораторные определения показателей физико-механических свойств грунтов следует производить в соответствии с приложением М СП 11-105 (часть I).

Перечень определяемых показателей по техническому заданию заказчика может быть дополнен определением таких характеристик грунтов как водоотдача, высота капиллярного поднятия (максимальная и эффективная), миграционные параметры грунтов, а также определением пока-

зателей прочностных и деформационных свойств грунтов при различных значениях влажности и степени водонасыщения. При необходимости для определения нестандартных показателей могут привлекаться специалисты и лаборатории, получившие в установленном порядке лицензии и сертификаты. Допускается экспериментальное использование апробированных на практике новых методов исследования при соответствующем обосновании в программе работ.

В зонах возможного влияния промышленных предприятий, законсервированных и функционирующих свалок промышленных и бытовых отходов, бензозаправочных станций, животноводческих комплексов и других объектов, которые могут быть источником опасного загрязнения грунтовых вод, в составе лабораторных исследований необходимо предусмотреть определение состава и концентрации неорганических и органических загрязняющих веществ согласно требованиям СП 11-102. В этих случаях рекомендуется выполнять комплексные инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания. Перечень определяемых компонентов устанавливается в зависимости от предполагаемого набора загрязнителей с учетом вида деятельности, вызывающей загрязнение.

8.2.11 Обследование грунтов оснований фундаментов существующих зданий и сооружений на территориях развития подтопления следует проводить в соответствии с 5.12 СП 11-105 (часть I).

Обследованию подлежат:

участки, на которых ведутся работы по укладке и ремонту подземных водонесущих коммуникаций, очистных сооружений;

участки расположения различных гидротехнических сооружений и мелиоративной сети, в том числе на сопредельной территории;

участки расположения действующих сооружений инженерной защиты (дренажи, водосточные и водоотводные сооружения и др.).

В процессе обследования следует устанавливать гидрогеологические условия участка и инженерно-геологические особенности грунтов основания, связанные с развитием подтопления.

Совместно с представителями действующих предприятий, организаций и коммунальных служб следует оценивать:

состояние водонесущих коммуникаций в зданиях (сооружениях), а также состояние коммуникаций на прилегающей территории;

состояние и эффективность существующих систем инженерной защиты (дренажи, гидроизоляция и т.д.);

влияние строительного освоения прилегающих территорий на состояние обследуемых фундаментов.

8.2.12 Прогноз изменения гидрогеологических условий исследуемой территории должен выполняться при изысканиях для разработки градостроительной (предпроектной и проектной) документации, обоснования инвестиций и на стадии проекта. При изысканиях для разработки рабочей документации результаты прогноза по отдельным характеристикам и параметрам могут быть уточнены с учетом техногенных нагрузок в период строительства и эксплуатации объекта. Если на предыдущих этапах изысканий прогноз не выполнялся, то гидрогеологические исследования при изысканиях для рабочей документации должны обеспечить получение исходной информации для прогноза.

Прогноз естественного режима подземных вод по данным МПР России и материалам выполненных изысканий является фоновым для прогноза естественно-техногенного или техногенного режима в пределах изучаемой территории.

Прогноз естественного режима может выполняться несколькими методами: гидродинамическими, вероятностно-статистическими (гидрометеорологическим, автокорреляционным, гидрогеологическим, смешанным), методами гармонического анализа и др.

Прогноз естественного режима подземных вод особенно важно выполнять на участках с большой амплитудой естественных колебаний уровня. Без их учета прогноз подтопления может оказаться ошибочным. Для составления прогноза режима подземных вод при необходимости следует привлекать специализированные научно-исследовательские организации.

В зависимости от специфики развития подтопления на исследуемой территории прогноз изменения гидрогеологических условий должен выполняться в соответствии с 8.1.6. Все прогнозы должны выполняться с учетом действия техногенных нагрузок и влияния внешних гидродинамических границ.

Результаты прогноза приводятся в техническом отчете.

8.2.13 Камеральную обработку материалов и составление технического отчета следует выполнять в соответствии с 5.14 СП 11-105 (часть I). В дополнение к этому при окончательной камеральной обработке материалов, полученных при сборе и анализе материалов изысканий и исследований прошлых лет, результатов гидрогеологических исследований и других материалов изысканий по объекту строительства в зависимости от этапа изысканий, решаемых проектных задач и природно-техногенных условий выполняются:

статистическая обработка многолетних режимных наблюдений за уровнем подземных вод с построением кривой обеспеченности (эмпирической или теоретической) по данным государственной стационарной сети;

прогнозы естественного, естественно-техногенного и (или) техногенного режима подземных вод;

определение экстремальных уровней подземных вод, в том числе с использованием методик, учитывающих недостаток информации;

расчеты вероятности экстремальных уровней поверхностных водных объектов с учетом веро-

ятностных характеристик осадков (выполняются в составе инженерно-гидрометеорологических изысканий);

расчет элементов водного баланса для инженерно-гидрогеологического обоснования защитных мероприятий.

Расчет элементов водного баланса может быть выполнен тремя методами:

по данным экспериментальных наблюдений за водообменом грунтовых вод с зоной аэрации на приборах, установках различных типов и конструкций, устанавливаемых на поверхности земли, в шурфах и наблюдательных скважинах на водно-балансовых участках;

по данным опытно-фильтрационных работ и стационарных наблюдений за режимом подземных вод в наблюдательных скважинах режимной сети;

решением обратных задач.

Кроме того, по материалам изысканий прошлых лет необходимо выполнить ретроспективный анализ изменения уровня и химического состава подземных вод с учетом динамики строительного освоения территории. Данные анализа представляются в виде временных графиков для различных участков территории или для различных гидрогеологических районов территории объекта строительства.

В техническом отчете по результатам инженерно-геологических изысканий должен быть представлен прогноз и дана комплексная оценка опасности развития подтопления согласно 6.20 СНиП 11-02 с учетом требований, предъявляемых к материалам инженерно-геологических изысканий на соответствующей стадии разработки предпроектной и проектной документации.

Раздел технического отчета, посвященный прогнозу изменения гидрогеологических условий, должен включать следующие основные подразделы:

расчетная геофильтрационная схема территории объекта строительства на основании схематизации природных условий и техногенных факторов, расчетных параметров, характеристики внутренних и внешних граничных условий и т.д.;

характеристика развития процесса подтопления и его последствий на объекте-аналоге (при использовании метода аналогий);

описание гидрогеологической модели территории строительства, используемой при выполнении прогноза;

метод прогноза;

результаты прогноза с оценкой его достоверности и точности;

прогноз (качественный или количественный) сопутствующих подтоплению опасных процессов и негативных экологических последствий их возникновения и развития;

типизация территории по подтопляемости (при развитии подтопления по схеме 1) в соответствии с приложением И;

рекомендации для выбора предупредительных и защитных мероприятий.

В состав графических материалов с учетом этапа (стадии) проектно-изыскательских работ и в соответствии с техническим заданием заказчика следует включать:

карту гидрогеологического (в том числе гидрохимического) районирования по условиям развития подтопления;

комплекс карт прогнозных уровней различной обеспеченности;

карты районирования по типам и условиям застройки и динамики строительного освоения территории.

8.3 Инженерно-геологические изыскания для разработки предпроектной документации

8.3.1 Инженерно-геологические изыскания для разработки предпроектной документации на территориях развития подтопления должны проводиться в соответствии с установленным порядком проведения проектно-изыскательских работ для поэтапного инженерно-геологического и гидрогеологического обоснования:

различных видов предпроектной и проектной градостроительной документации и соответствующих схем и проектов инженерной защиты (приложение К);

обоснования инвестиций в строительство отдельных предприятий, зданий и сооружений и соответствующих проектов сооружений инженерной защиты.

8.3.2 При разработке предпроектной градостроительной документации гидрогеологические исследования для оценки опасности возникновения и развития подтопления выполняются с целью инженерно-геологического обоснования градостроительной деятельности, рационального использования земель, зонирования территорий, выявления территорий, подверженных воздействию чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, определения технико-экономических показателей мероприятий инженерной защиты территории и организации мониторинга геологической среды.

8.3.3 Для региональных схем расселения, схем градостроительного планирования развития частей территории РФ (консолидированных схем градостроительного планирования)*, территориальных комплексных схем градостроительного планирования развития территорий субъектов РФ и их частей, муниципальных образований (районов и округов), основ генеральных схем инженерной защиты и генеральных схем инженерной защиты масштаба 1:500000 — 1:100000 (с врезками более крупных масштабов) состав и объемы гидрогеологических исследований при изыскательских работах следует устанавливать в программе изысканий с учетом необходимости решения следующих задач:

---

* Название вида градостроительной документации приводится согласно Градостроительному кодексу, 1998 г.

региональная оценка гидрогеологических условий территории и выделение районов, реально и потенциально подверженных воздействию подтопления;

установление внешних гидродинамических границ исследуемой области фильтрации;

выявление основных региональных факторов подтопления;

установление условий залегания и распространения первых от поверхности водоносных горизонтов, их верхних и нижних водоупоров;

выявление и оценка основных источников (природных и техногенных) питания и условий разгрузки подземных вод;

предварительная оценка характеристик зоны аэрации (мощность, литологический состав, возможная реакция на замачивание или дополнительное увлажнение);

определение ориентировочных значений фильтрационных параметров водонасыщенных пород первых от поверхности водоносных горизонтов и грунтов зоны аэрации (по материалам изысканий и исследований прошлых лет);

предварительная оценка возможности и характера взаимосвязи подземных и поверхностных вод;

установление гидрохимического фона подземных вод;

выявление основных закономерностей режима грунтовых вод;

изучение опыта эксплуатации застроенных и мелиорируемых территорий (интенсивность развития подтопления, сопутствующие процессы, негативные последствия, ущерб, мероприятия по инженерной защите от подтопления);

определение общих мер по защите и улучшению геоэкологической обстановки территории в целом и установление приоритетных объектов, нуждающихся в защите.

Указанные задачи следует решать на основе сбора и использования следующих материалов:

государственных геологических, гидрогеологических, инженерно-геологических и мелиоративных карт масштабов 1:500000 — 1:50000;

существующих схем и проектов районных планировок, генеральных планов промузлов, городов и других поселений;

результатов инженерных изысканий для строительства крупных объектов промышленного, гидротехнического и другого назначения;

данных стационарных наблюдений за режимом подземных и поверхностных вод на опорной гидрорежимной сети Росгидромета и МПР России;

материалов аэрокосмического зондирования;

литературных источников, в том числе монографий «Инженерная геология СССР», «Гидрогеология СССР» и других обобщающих и сводных материалов.

При необходимости следует предусматривать рекогносцировочное обследование застроенных территорий.

Перечисленные материалы должны обеспечить:

составление карты гидрогеологического районирования по условиям развития подтопления в масштабах 1:500000 — 1:100000, для муниципальных образований (районов, округов) — до 1:50000 (при существующем подтоплении должны быть показаны границы ареалов подтопления);

установление приоритетных объектов (территорий, городов, поселений и отдельных объектов, памятников природы, истории и культуры), нуждающихся в первоочередной инженерной защите в связи с их подтоплением;

данные для разработки концепции инженерной защиты;

выполнение качественного прогноза возможности изменения гидрогеологических условий и оценку опасности подтопления.

8.3.4 Картографическая модель территории в соответствующем масштабе должна отображать гидрогеологические условия, существующие и проектируемые техногенные нагрузки.

Оценка опасности развития подтопления, как правило, принимается на основе анализа геологического строения, гидрогеологических условий территории и ее функционального использования. При этом должны быть приняты во внимание следующие факторы и условия, способствующие развитию подтопления:

соотношение годовой суммы осадков и испарения;

слабая естественная дренированность территории (отсутствие или редкая сеть речных долин, оврагов, балок);

близкое к поверхности залегание слабопроницаемых грунтов (глин, суглинков различного генезиса);

наличие городов и других населенных пунктов, крупных промышленных предприятий;

наличие оросительных систем, магистральных, судоходных или иных каналов, водохранилищ со значительными колебаниями уровня.

Математическое моделирование и аналитические расчеты при необходимости выполняются для отдельных, в достаточной степени изученных фрагментов территории, в том числе:

застроенных территорий, на которых необходимо уточнить характер развития подтопления, его опасность и обосновать первоочередные защитные мероприятия;

незастроенных, намечаемых к освоению территорий, на которых необходимо оценить влияние региональных природных условий и техногенных факторов на развитие подтопления и разработать концепцию инженерной защиты.

Необходимо учитывать возможность повторного возникновения (возобновляемости) процесса при увеличении техногенных нагрузок после ликвидации существующего подтопления системами инженерной защиты.

Прогноз методами математического моделирования для территории или ее частей на базе существующей постоянно действующей региональной модели может выполняться по техническому заданию заказчика.

8.3.5 Для генеральных планов городских и сельских поселений в масштабах 1:10000 — 1:5000 и прилегающих территорий — 1:25000; генеральных планов функциональных территории в масштабе 1:5000 (зонирования территорий для осуществления градостроительной деятельности); генеральных и детальных схем инженерной защиты городов и других поселений от подтопления в масштабах 1:25000 — 1:5000, при необходимости — 1:2000 (СНиП 2.06.15, СНиП 2.01.15) инженерно-геологические изыскания, с учетом повышения их детальности, должны дополнительно решать следующие задачи:

уточнение данных о ландшафтно-климатических условиях и функциональном использовании территории (в настоящее время, а также согласно планам ее дальнейшего хозяйственного освоения);

детализация гидрогеологических разрезов первых от поверхности водоносных горизонтов и грунтов зоны аэрации (выделение водонасыщенных пластов, линз, разделяющих слабопроницаемых прослоев) и оценка их гидрогеологических параметров по данным опытно-фильтрационных работ и стационарных наблюдений;

уточнение условий питания (естественных и техногенных) и разгрузки грунтовых вод, структуры и направления грунтовых потоков, глубины залегания, граничных условий;

установление распространения и условий формирования верховодки;

оценка фильтрационных параметров подземных вод второго от поверхности водоносного горизонта на участках, где по данным предыдущих исследований установлена их гидравлическая связь с грунтовыми водами;

установление химического состава и ареалов загрязнения подземных и поверхностных вод;

выявление на подтопленных территориях изменений фильтрационных, прочностных и деформационных свойств грунтов, произошедших в результате их замачивания и (или) дренирования, а также развития провоцируемых подтоплением опасных инженерно-геологических процессов;

оценка эффективности существующих систем инженерной защиты и состояния наблюдательной сети на отдельных участках городской территории и объектах застройки;

количественная оценка приходных и расходных составляющих водного баланса на балансовых участках (приложение Ж).

Для объектов намечаемого строительства, которые могут служить источниками повышенной опасности подтопления и загрязнения природных вод, гидрогеологические исследования дополнительно должны обеспечить решение следующих задач:

количественная оценка возможных потерь промышленных и бытовых стоков на фильтрацию;

прогноз величины зоны растекания стоков, направлений и скорости потока;

оценка степени изменения минерализации, химического состава и температуры подземных вод и влияния этого изменения на действующие в районе водозаборы, водотоки и водоемы;

определение величины подпора грунтовых вод в зоне влияния фильтрационного потока от объектов.

Для решения поставленных задач предусматривается сбор и анализ материалов изысканий и исследований прошлых лет, выполнение инженерно-гидрогеологической или комплексной съемки (если она ранее не выполнялась) в масштабах, соответствующих масштабам градостроительной документации, стационарные наблюдения за режимом подземных и поверхностных вод, специальные гидрогеологические исследования, включая, при необходимости, опытно-фильтрационные работы (с учетом специфики развития подтопления).

Частично поставленные задачи могут быть решены с помощью объектов-аналогов.

8.3.6 Полученная информация должна обеспечить:

построение комплекса карт, характеризующих гидрогеологические условия и техногенные нагрузки (существующие и проектируемые), которые должны служить обоснованием расчетной геофильтрационной схемы;

выполнение прогноза изменения гидрогеологических условий и развития процесса подтопления на исследуемой территории;

гидрогеологическое районирование по особенностям развития подтопления с оценкой опасности процесса;

выделение территорий, нуждающихся в первоочередной защите от подтопления;

составление рекомендаций и предложений по выбору мероприятий инженерной защиты к генеральным или детальным схемам инженерной защиты (согласно СНиП 2.01.15, СНиП 2.06.15).

разработку предложений по развитию существующей сети мониторинга и (или) проектирование новой наблюдательной сети и проведение первого этапа режимных наблюдений.

Для исторических городов, учитывая уникальность градостроительной планировки и застройки, возможна предварительная разработка концепции генерального плана. В этом случае мероприятия по защите от подтопления разрабатываются в составе концепции генеральной схемы инженерной защиты города от опасных процессов, с учетом историко-архитектурного опорного плана и проектов зон охраны памятников.

8.3.7 Прогноз изменения гидрогеологических условий при разработке генеральных планов городов и других поселений следует выполнять методами математического моделирования или методом аналогий (при наличии объекта-аналога). Границами гидрогеологических моделей застроенных территорий следует принимать внешние гидродинамические границы этих территорий.

Результаты прогноза следует представлять в виде карт масштаба 1:10000 — 1:5000: прогнозных максимальных и минимальных уровней подземных вод с учетом всех режимообразующих факторов 50 % обеспеченности;

прогнозных уровней с выбранной степенью обеспеченности (0,1; 1,0; 5,0; 10,0 и 50 %) влияния каждого из основных режимообразующих факторов (в соответствии с техническим заданием заказчика);

прогнозных уровней на характерные периоды времени, если уровенный режим грунтовых вод характеризуется значительными амплитудами сезонных колебаний.

Оценки опасности подтопления служат инженерно-гидрогеологическим обоснованием:

установления очередности сооружения систем инженерной защиты;

зонирования территорий по различным видам градостроительной и хозяйственной деятельности, их функционального использования;

размещения объектов и полигонов по обезвреживанию, переработке, утилизации, складированию и захоронению промышленных стоков и бытовых отходов, золоотвалов;

мониторинга природно-техногенных систем.

Прогноз фильтрации промстоков из бассейнов и хранилищ, миграции загрязнений при разработке предпроектной документации выполняется, как правило, расчетными аналитическими методами для, так называемых, «простых» расчетных схем, разработанных для различных типов потоков подземных вод:

естественных невозмущенных потоков подземных вод;

потоков, обусловленных фильтрацией загрязненных вод из бассейнов, хранилищ в природные водоносные горизонты;

потоков подземных вод в зоне влияния водопонизительных систем (водозаборов, дренажей);

сложных потоков, формирующихся в результате взаимодействия указанных частных потоков.

При наличии на исследуемой территории промышленных предприятий и (или) источников интенсивного загрязнения промстоками I и II классов опасности, необходимо проводить детальные гидрогеологические исследования (в комплексе с инженерно-экологическими изысканиями) для получения более строгих прогнозных решений.

8.3.8 При разработке проектной градостроительной документации (проекты черты городских и сельских поселений в масштабах 1:10000 — 1:2000, для больших площадей 1:25000, проекты планировки и застройки кварталов, микрорайонов и других элементов планировочной структуры в масштабах 1:2000— 1:1000 и крупнее), составлении детальных схем и проектов сооружений инженерной защиты от опасных природных и природно-техногенных процессов (в масштабах 1:5000— 1:1000) гидрогеологические исследования проводятся для уточнения и детализации необходимых исходных данных (8.3.5, 8.3.6).

Гидрогеологические исследования на данном этапе включают опытно-фильтрационные работы, стационарные наблюдения для составления расчетных схем и прогнозов аналитическими расчетными методами и с использованием моделирования.

Детальные схемы инженерной защиты от опасных процессов, в том числе от подтопления, должны быть увязаны с требованиями объемно-пространственного и архитектурно-планировочного решения застройки, а также с существующими и проектируемыми системами водоснабжения и водоотведения, трассами дорог и другими техническими системами (газопровод, связь и пр.).

При наличии ранее разработанных генеральных схем инженерной защиты для составления детальных схем требуется проведение гидрогеологических исследований по уточнению:

расчетных фильтрационных параметров водоносных горизонтов и грунтов зоны аэрации;

расположения и конфигурации гидродинамических границ;

источников техногенного питания подземных вод, в том числе верховодки;

динамики уровней подземных вод, их химического состава и температуры во времени и пространстве;

возможного развития или активизации опасных геологических процессов и изменения свойств грунтов;

изменения химического состава грунтовых вод при повышении их уровня за счет взаимодействия с водовмещающими породами, а также загрязнения промышленными и бытовыми стоками, утечками из свалок, отстойников, хвостохранилищ, нефтехранилищ, животноводческих комплексов;

повышения агрессивного воздействия грунтовых вод на бетонные и железобетонные конструкции, развития электрокоррозии за счет блуждающих токов, а также воздействия на кабели в алюминиевой и свинцовой оболочках в соответствии с таблицами 4 — 7 и 15 СНиП 2.03.11;

возможного воздействия на природные ландшафты: заболачивание, гибель лесов, парков и других насаждений (в комплексе с инженерно-экологическими изысканиями).

Кроме того необходимо уточнение:

расположения локальной наблюдательной сети, водопунктов и дренажей;

типов и размещения существующей сети водонесущих коммуникаций (в том числе дождевой канализации), а также мест сброса дренажного стока в водоприемники.

По заданию заказчика может также проводиться оценка ущерба от негативных последствий подтопления (вещественного, экономического, экологического, социального).

Область исследований (по глубине) должна, как правило, ограничиваться глубиной залегания первого выдержанного водоупора. Если существует взаимосвязь грунтовых вод с нижележащим напорным водоносным горизонтом, последний также подлежит изучению.

Водопроницаемые, но безводные породы и межпластовые безнапорные водоносные гори-

зонты, залегающие ниже первого от поверхности водоупора, при необходимости могут изучаться как возможные емкости для локального сброса дренажных вод и дождевого стока (поглощающими колодцами) согласно техническому заданию заказчика и при наличии необходимых согласований. При этом необходимо определение состава и степени загрязненности сбрасываемых вод.

При составлении детальных схем инженерной защиты, проектов сооружений и мероприятий инженерной защиты гидрогеологические исследования проводятся с учетом необходимости размещения всех проектируемых защитных сооружений в сочетании с элементами планировочной структуры (кварталами, микрорайонами и др.).

Результаты гидрогеологических исследований на данном этапе изысканий, помимо данных, перечисленных в 8.3.5 — 8.3.7, должны содержать:

карты условий и плотности застройки;

схемы и характеристики водонесущих коммуникаций (водопровод, канализация, теплотрассы, дождевая канализация, очистные сооружения, пруды-накопители, отстойники и пр.) с нанесением мест утечек;

карты городских бассейнов стока поверхностных вод;

рекомендации по мероприятиям инженерной защиты территории от подтопления с выделением опытно-производственных участков, а также по созданию сети мониторинга, обеспечивающей слежение за развитием процесса в период строительства и эксплуатации зданий и сооружений.

Масштаб графических материалов должен приниматься согласно техническому заданию заказчика, в соответствии с масштабами градостроительной документации.

8.3.9 При поэтапной разработке предпроектной документации на строительство отдельных объектов (СП 11-101, 6.4 СП 11-105,часть I) инженерно-геологические изыскания в районах развития подтопления проводятся:

на этапе определения цели инвестирования и представления ходатайства о намерениях — для оценки существующих гидрогеологических условий территории, возможности развития подтопления и его неблагоприятных последствий, а также предварительного определения возможных мест расположения площадок (трасс) строительства (если участок, отводимый под строительство, не определен);

на этапе разработки обоснований инвестиций в строительство (после получения положительного решения местного органа исполнительной власти) — для принципиальной оценки необходимости и вида мероприятий инженерной защиты по конкурирующим вариантам, выбора участка (площадки) размещения объекта строительства на основании комплексной оценки природных условий и техногенных факторов и представления необходимых данных для разработки обоснований инвестиций в строительство объекта с учетом инженерной защиты от подтопления и обеспечения природоохранных мероприятий.

8.3.10 Изыскания для определения цели инвестирования и составления ходатайства о намерениях выполняются на основе сбора дополнительных материалов о гидрогеологических условиях территории, фильтрационных параметрах первого от поверхности водоносного горизонта и грунтов зоны аэрации, а также данных государственной сети режимных наблюдений и (или) локального мониторинга за динамикой уровней, температурой подземных вод, их химическим составом, наличием, концентрацией и миграцией загрязнений (если такие наблюдения ранее проводились). При необходимости может выполняться рекогносцировочное обследование застроенных территорий для выявления участков развития подтопления и установления тенденций развития процесса.

При наличии ранее разработанных генеральных и (или) детальных схем инженерной защиты выбор района строительства объекта и предварительный выбор площадок (трасс) может быть осуществлен без проведения полевых работ, с использованием метода аналогий и гидрогеологического картографирования. В результате гидрогеологических исследований при изысканиях на данном этапе в дополнение к 6.4 СП 11-105 (часть I) составляется карта районирования территории по условиям развития подтопления с оценкой опасности развития процесса в масштабах 1:25000 — 1:50000 и мельче в соответствии с техническим заданием заказчика, а также приводится оценка возможности проявления связанных с подтоплением опасных геологических процессов (просадки и набухания грунтов, морозного пучения и др.), и других неблагоприятных последствий развития подтопления (экономических, экологических, социальных).

На данном этапе по заданию заказчика может быть определен принципиальный состав необходимых предупредительных и защитных мероприятий и условия их реализации (наличие местных строительных материалов, условия прокладки дренажей, устройства противофильтрационных завес, выполнения вертикальной планировки).

Для хорошо изученных фрагментов территории могут применяться аналитические расчеты и (или) математическое моделирование.

Выбор площадок для размещения отдельных объектов строительства (промышленных предприятий с «мокрым» технологическим процессом, хранилищ промышленных стоков и др.), водорастворимые отходы которых токсичны или их концентрации таковы, что могут ухудшать качество подземных вод, должен проводиться как с учетом возможного подтопления подземными водами, так и с учетом их возможного загрязнения. Соответственно, состав, объемы и методика гидрогеологических исследований должны обеспечить выбор участков, исходя из следующих условий:

подземные воды, используемые для хозяйственно-питьевого водоснабжения, должны быть защищены от инфильтрации загрязнений надежным водоупорным перекрытием;

расстояние от водозаборов подземных вод централизованного водоснабжения должно полностью исключать попадание в водозаборы загрязнений;

расстояние от рек, озер, водохранилищ должно быть таким, чтобы поступающие в них по грунтовому потоку вредные компоненты сточных вод не превышали ПДК по санитарным и рыбохозяйственным нормам для водоемов в периоды их наинизшей водности (для рек и озер — в меженный период 95 % обеспеченности, для водохранилищ — в периоды максимальной сработки уровней).

В случае невозможности соблюдения этих условий задача о размещении рассматриваемых объектов должна решаться на основе технико-экономических расчетов в сопоставлении с учетом затрат на мероприятия по защите подземных и поверхностных вод и водозаборов от загрязнения, а окружающих территорий от подтопления, в том числе загрязненными водами.

Прогноз движения ареалов загрязнения от техногенных источников следует выполнять с использованием ориентировочных значений гидрогеологических и гидрохимических параметров водоносного горизонта с учетом взаимодействия с ближайшими водными объектами (водоемы, водотоки, водозаборы и др.).

8.3.11 Инженерно-геологические изыскания на этапе разработки обоснований инвестиций на территориях развития подтопления должны обеспечить выбор предпочтительного варианта площадки (трассы), предварительно согласованного органами исполнительной власти, и принятие заказчиком (инвестором) решения о целесообразности финансирования строительства объекта с учетом прогнозируемого изменения гидрогеологических условий, развития подтопления и необходимости осуществления защитных мероприятий.

Гидрогеологические исследования на этом этапе должны включать:

ретроспективный анализ изменения гидрогеологических условий на основе сбора материалов изысканий прошлых лет, в том числе выполненных для обоснования генеральных и детальных схем инженерной защиты, проектов сооружений инженерной защиты от опасных процессов, а также изысканий по отдельным объектам;

полевые, лабораторные и камеральные работы согласно 6.6— 6.16 СП 11-105 (часть I) в объемах, необходимых для решения поставленных задач. Состав и объемы работ устанавливаются в программе изысканий.

8.3.12 Рекогносцировочное обследование или инженерно-гидрогеологическая (либо комплексная) съемка выполняются в масштабах 1:25000 — 1:10000 и крупнее, в зависимости от размеров исследуемой площади, степени гидрогеологической изученности территории и характера существующей застройки.

Границы рекогносцировочного обследования или инженерно-гидрогеологической съемки на территориях развития подтопления в дополнение к 6.8 СП 11-105 (часть I) необходимо определять с учетом влияния на режим подземных вод внешних гидродинамических границ исследуемой области фильтрации.

На территориях развития подтопления проведение инженерно-геологических или инженерно-гидрогеологических съемок определяется спецификой развития процесса по схемам 1 или 2. При подтоплении по схеме 1 основное внимание должно быть уделено изучению грунтовых вод; при подтоплении по схеме 2 — гидрогеологическим особенностям зоны аэрации.

При проведении инженерно-геологической съемки из общего количества точек наблюдений, определяемых по таблице 6.1 СП 11-105 (часть I), не менее 50 % должны составлять гидрогеологические выработки.

При проведении инженерно-гидрогеологических съемок количество точек наблюдений соответствующего масштаба, в том числе горных выработок (гидрогеологические скважины, шурфы, котлованы и др.) для выполнения опытно-фильтрационных работ, следует определять в соответствии с таблицей 8.1 с учетом требуемой детализации отображения поверхности грунтовых вод в зонах резкой деформации потока (глубина гидрогеологических скважин должна быть не менее чем на 3 — 5 м ниже уровня подземных

Таблица 8.1

Вид съемки	Количество точек наблюдений на 1 км² (в числителе), в том числе горных выработок (в знаменателе)				
	Масштаб съемки				
	1:200000	1:100000	1:50000	1:25000	1:10000
Инженерно-гидрогеологическая съемка	0,29/0,1	0,63/0,16	1,65/0,5	3,75/2,3	—
Комплексная инженерно-гидрогеологическая съемка	1/0,3	1,98/0,57	4,84/1,44	9,3/3,7	32/13

Примечание — При съемках принята III категория сложности инженерно-геологических условий согласно СП 11-105 (часть I) приложение Б и 8.1.11 настоящего Свода правил.

вод), а также необходимости схематизации фильтрационных свойств пород в плане и разрезе.

Для гидрогеологических исследований следует также использовать выработки, пройденные в процессе инженерно-геологической съемки согласно 6.9 и таблице 6 СП 11-105 (часть I).

8.3.13 При изысканиях в районах развития подтопления на стадии обоснований инвестиций при необходимости проводятся опытно-фильтрационные работы (одиночные пробные откачки и наливы, в том числе экспресс-методами) для сравнительной характеристики проницаемости пород различных участков в плане и по глубине. В сложных условиях по заданию заказчика может проводиться кустовое опробование для выбора расчетных значений гидрогеологических параметров.

Опытно-фильтрационные работы должны проводиться с учетом специфики развития процесса подтопления по схеме 1 или 2 (8.1.5).

Для оценки фильтрационных свойств слабопроницаемых грунтов зоны аэрации (подтопление развивается по схеме 2) необходимо выполнение массового экспресс-опробования наливами в скважины в пределах исследуемой толщи. На 1 км² территории при инженерно-гидрогеологических съемках масштаба 1:10000 и мощности зоны аэрации до 20 м рекомендуется проведение не менее 20—25 опытов.

Количество проб подземных вод как из каждого водоносного горизонта, так и распространенных спорадически (естественных и техногенных), должно определяться в соответствии с требованиями методических документов по гидрохимическому опробованию на застроенных территориях с учетом масштаба исследований, особенностей объекта изысканий, строения водоносных горизонтов, необходимости изучения колебаний минерализации химического состава подземных вод по сезонам года, степени и характера загрязненности подземных вод. На 1 км² инженерно-гидрогеологической съемки масштаба 1:10000 с учетом необходимости опробования подземных вод первого от поверхности водоносного горизонта в каждом водопункте по глубине и по сезонам года количество проб должно составлять не менее 20—30.

8.3.14 Стационарные наблюдения для изучения изменений гидрогеологических и инженерно-геологических условий при изысканиях для разработки предпроектной документации на территориях развития подтопления должны выполняться в соответствии с требованиями 5.10 СП 11-105 (часть I) и 8.2.9 настоящего Свода правил. При необходимости организуются комплексные наблюдения на опытно-балансовых участках для расчета водного баланса.

8.3.15 Прогнозы изменений гидрогеологических условий при изысканиях для разработки предпроектной документации на территориях развития подтопления должны выполняться в соответствии с 8.1.6, 8.2.12, 8.3.6, 8.3.7 и приложением Л.

8.3.16 Состав и содержание технического отчета (заключения) о результатах инженерно-геологических изысканий на территориях развития подтопления для разработки предпроектной документации должны соответствовать требованиям 6.3—6.5 СНиП 11-02, 8.2.13 настоящего Свода правил.

Раздел технического отчета «Гидрогеологические условия» должен содержать следующие сведения:

методика гидрогеологических исследований, в том числе опытно-фильтрационных работ;

характеристика распространения и условий залегания водоносных горизонтов, подстилающих и перекрывающих водоупоров, не только в сфере взаимодействия проектируемого объекта с геологической средой, но и в пределах внешних гидродинамических границ;

питание и разгрузка подземных вод;

характеристика химического состава подземных вод, наличие компонентов-загрязнителей; гидрохимическое районирование;

наличие и характер взаимосвязи между различными водоносными горизонтами, подземными и поверхностными водами;

характеристика техногенных факторов;

схематизация фильтрационных свойств, предварительный выбор расчетных гидрогеологических параметров;

режим подземных вод; районирование по особенностям режима, определяющим специфику развития подтопления;

прогноз изменения гидрогеологических условий;

гидрогеологическое районирование по особенностям развития подтопления и оценка его опасности в масштабах 1:25000 — 1:10000 по конкурирующим вариантам площадок (или крупнее, если участок строительства определен);

рекомендации для принятия проектных решений по предупреждению и (или) защите от подтопления.

Раздел технического отчета «Свойства грунтов» должен содержать (в дополнение к 6.3 СНиП 11-02) сведения об оценке изменения свойств грунтов зоны аэрации при их замачивании и дренировании.

8.4 Инженерно-геологические изыскания для разработки проекта

8.4.1 Инженерно-геологические изыскания на территориях развития подтопления для разработки проекта строительства предприятий, зданий и сооружений должны обеспечивать комплексное изучение инженерно-геологических и гидрогеологических условий выбранной площадки (участка, трассы) и прогноз их изменения в период строительства и эксплуатации с детальностью, достаточной для разработки проектных решений в соответствии с требованиями 7.1 СП 11-105 (часть I).

8.4.2 Комплексное изучение инженерно-геологических условий площадки (участка, трассы)

при условии, что на этапе изысканий для разработки предпроектной документации выполнен прогноз изменения гидрогеологических условий и разработана детальная схема инженерной защиты от подтопления, должно обеспечивать:

получение данных для уточнения планировочных и обоснования проектных решений, определяющих основные технико-экономические показатели проекта с учетом удорожания строительства на подтапливаемых и подтопленных территориях;

разработку инженерно-гидрогеологического обоснования проектов инженерной защиты от подтопления отдельных участков территории, а также зданий и сооружений, основанных на принципиальных положениях детальной схемы инженерной защиты;

разработку инженерно-гидрогеологического обоснования схем вертикальной планировки и инженерной подготовки территории;

разработку инженерно-гидрогеологического обоснования проектов защитных сооружений для локализации и ликвидации загрязнений подземных вод;

данные для разработки проекта организации строительства (установление необходимости строительного водопонижения при вскрытии траншей и котлованов, специфики выполнения работ нулевого цикла и строительно-монтажных работ, ограждение котлованов, проведение мероприятий по исключению воздействий, вызывающих повреждение соседних зданий и сооружений);

оценку воздействия строительства и эксплуатации системы инженерной защиты на прилегающие участки территории, существующую застройку и окружающую среду в целом.

Комплексные гидрогеологические исследования выполняются как в границах площадки, так и на прилегающих территориях (в контурах внешних гидродинамических границ) для решения следующих задач:

выбор расчетных значений гидрогеологических параметров первых от поверхности водоносных горизонтов, вод спорадического распространения, а также грунтов зоны аэрации;

уточнение глубины изучения гидрогеологического разреза на различных участках территории;

уточнение гидрогеологических характеристик внутренних и внешних граничных условий исследуемой области фильтрации;

выбор расчетных значений гидрометеорологических параметров различной обеспеченности для обоснования мероприятий по регулированию поверхностного стока;

уточнение амплитуд сезонных колебаний уровня грунтовых вод;

районирование по режиму подземных вод;

районирование по химическому составу подземных вод первого от поверхности водоносного горизонта;

выявление компонентов-загрязнителей, их концентрации, источников и ареалов загрязнений;

выявление негативного воздействия загрязнения на здоровье населения (исследования проводятся по заданию заказчика в комплексе с инженерно-экологическими изысканиями);

уточнение сезонных и многолетних изменений химического состава подземных вод, их агрессивности к бетону и коррозионной активности к металлам (в соответствии с таблицами 4—7, 15 СНиП 2.03.11);

оценка изменения фильтрационных свойств грунтов зоны аэрации при их замачивании и дренировании;

оценка изменения прочностных и деформационных свойств грунтов при их замачивании и дренировании в сфере взаимодействия объекта с геологической средой, а также возможности активизации опасных инженерно-геологических процессов;

уточнение предшествующих оценок водного баланса площадки (участка).

8.4.3 Сбор и обработку дополнительных материалов изысканий и исследований прошлых лет на территориях развития подтопления следует выполнять в соответствии с 8.2.2 с учетом данных, полученных на предыдущих этапах изысканий.

8.4.4 В районах развития подтопления в числе дистанционных методов рекомендуется использовать тепловую инфракрасную аэросъемку, а также наземную съемку (ТИКАС), которая позволяет:

определить местоположение утечек и диагностировать состояние подземных тепловых сетей с выделением предаварийных и аварийных участков;

выявить участки сброса коммунальных и промышленных вод, дренажного стока в реки и водоемы;

установить участки загрязнения водных объектов нефтепродуктами.

Использование ТИКАС в режиме мониторинга обеспечивает контроль состояния объектов городского хозяйства, которые могут явиться источниками развития подтопления.

8.4.5 При инженерно-геологических изысканиях для разработки проекта на территориях развития подтопления в зависимости от специфики развития процесса следует выполнять:

при развитии подтопления по схеме 2 — инженерно-геологическую съемку площадки в масштабах 1:5000 — 1:2000 (таблица 7.1 СП 11-105, часть I) и притрассовой полосы линейных сооружений — в масштабах 1:10000 — 1:2000 (таблица 7.2 СП 11-105,часть I), принимая III категорию сложности инженерно-геологических условий;

при развитии подтопления по схеме 1 — инженерно-гидрогеологическую или комплексную инженерно-гидрогеологическую съемку в масштабах 1:5000 — 1:2000;

гидрогеохимическую съемку на застроенных загрязненных территориях в масштабах 1:25000 — 1:5000.

Гидрогеохимическую съемку следует выполнять для решения следующих задач:

установление химического состава и минерализации грунтовых вод первого от поверхности водоносного горизонта (в том числе техногенного) и верховодки;

определение участков загрязнения подземных вод по общим гидрохимическим показателям (в соответствии с приложением Н СП 11-105 часть I);

установление источников и ареалов распространения загрязнений по специальным гидрохимическим показателям (в комплексе с инженерно-экологическими изысканиями согласно требованиям СП 11-102);

оценка защищенности подземных вод от загрязнения сверху — первого от поверхности водоносного горизонта или подземных вод спорадического распространения;

оценка опасности загрязнения подземных вод.

Выбор масштаба съемок следует осуществлять в зависимости от размера исследуемой территории, ее инженерно-гидрогеологической изученности, характера проектируемых объектов.

8.4.6 При проектировании особо ответственных объектов строительства (в том числе уникальных зданий и сооружений) в сложных инженерно-геологических условиях допускается увеличение масштаба инженерно-геологической съемки до 1:1000 — 1:500 с дополнительными гидрогеологическими работами при соответствующем обосновании в программе изысканий.

В пределах чаш накопителей промышленных отходов и стоков, нередко являющихся источниками подтопления прилегающих территорий и загрязнения подземных и поверхностных вод, состав и объем изысканий и исследований следует определять в каждом конкретном случае в зависимости от состава и количества сточных вод, которые могут поступить в водоносный горизонт, а также от климатических, геоморфологических, гидрогеологических и гидрологических условий района (площадки). В общем случае в состав изысканий должна входить комплексная инженерно-гидрогеологическая съемка. Масштаб съемки следует выбирать в соответствии с таблицей 8.2.

В границах предполагаемой миграции промстоков из накопителей рекомендуемый масштаб инженерно-гидрогеологической съемки — 1:10000 — 1:25000.

В состав изысканий в пределах чаш накопителей, кроме съемки, входят: геофизические работы; наблюдения за режимом подземных и поверхностных вод; полевые опытно-фильтрационные работы (откачки, наливы, нагнетания, запуск индикаторов в водоносный горизонт); полевые опыты на экспериментальных прудах для изучения испарения и фильтрации стоков, а также эффективности защитного экрана; полевые опыты по определению физико-химических параметров взаимодействия сточных вод с подземными водами и породами; лабораторные работы (химические анализы воды и грунтов, определение физико-химических миграционных параметров, состава и характеристик грунтов зоны аэрации).

Т а б л и ц а 8.2

Площадь хранилища, км^2	Масштаб съемки
До 1	1:2000
До 5	1:2000 — 1:5000
До 10	1:5000 — 1:10000
Более 10	1:10000 — 1:25000

8.4.7 Границы съемок на территориях развития подтопления следует устанавливать в соответствии с 7.5 СП 11-105 (часть I) в пределах внешних гидродинамических границ исследуемой территории. На участках, где подтопление наиболее опасно и возможно возникновение чрезвычайных ситуаций, границы съемки, состав, объемы и методику инженерно-гидрогеологических исследований следует обосновывать в программе работ с учетом более детального изучения территории.

8.4.8 Количество точек наблюдений (в том числе горных выработок) следует устанавливать:

при инженерно-геологической съемке — в зависимости от принятого в программе изысканий масштаба съемки и III категории сложности инженерно-геологических условий (таблицы 7.1 и 7.2 СП 11-105 часть I); количество гидрогеологических выработок должно составлять не менее 50 % от общего числа выработок;

при инженерно-гидрогеологической съемке — в зависимости от принятого в программе изысканий масштаба съемки, специфики развития подтопления, гидродинамических условий, характера объекта строительства;

при гидрогеохимической съемке — в зависимости от масштаба съемки, строения гидрогеологического разреза, специфики источников техногенного загрязнения.

Количество точек гидрохимического опробования на застроенных городских территориях при масштабе съемки 1:10000 — 1:5000 должно составлять 7—10 на 1 км^2. На промплощадках, где наблюдается более интенсивное загрязнение грунтов зоны аэрации и подземных вод, выполняется съемка масштаба 1:5000 — 1:2000. Количество точек гидрохимического опробования — 18—25 на 1 км^2. При слоистом строении водоносного горизонта следует производить поинтервальное опробование скважин. Не менее 20 % скважин должны быть опробованы до кровли водоупора.

В процессе съемки производится опробование поверхностных вод всех водотоков и водоемов. В случае установления загрязнения водных объектов следует выполнять геохимическое опробование донных осадков и определение фильтрационного сопротивления днищ и бортов водоемов.

8.4.9 Определение направления маршрутов в пределах границ съемок, состав наблюдений на них и размещение горных выработок следует принимать согласно 7.7 СП 11-105 (часть I) и 8.2.4 — 8.2.6 настоящего Свода правил, а также с учетом техногенной освоенности территории.

8.4.10 Количество горных выработок необходимо устанавливать с учетом ранее пройденных выработок и при необходимости осуществлять их сгущение в соответствии с задачами гидрогеологических исследований, масштабом съемки, а также с учетом методов и результатов предшествующего гидрогеологического опробования водоносных горизонтов и грунтов зоны аэрации, влияния внутренних и внешних гидродинамических границ.

8.4.11 В дополнение к 7.8 СП 11-105 (часть I) на территориях развития подтопления глубину гидрогеологических выработок следует корректировать с учетом:

мощности грунтов зоны аэрации и первого от поверхности водоносного горизонта, а также необходимости оценки проницаемости (надежности) его нижнего водоупора;

наличия гидравлической связи с нижерасположенными водоносными горизонтами;

характера обводненности пород и степени их проницаемости;

характера изменения химического состава подземных вод по всей мощности водоносного горизонта;

применения необходимых методов опробования гидрогеологических скважин по степени вскрытия водоносного пласта;

положения водоупора: при залегании водоупора на глубинах до 25 м — все скважины бурятся до водоупора; при залегании водоупора на глубинах от 25 до 50 м — половина скважин (через одну по профилю) бурится до водоупора; при залегании водоупора на глубинах более 50 м — количество скважин до водоупора уменьшается до 10—15 % от общего числа.

При однородной в литологическом отношении водопроницаемой толще пород изучение ее фильтрационных свойств по глубине следует производить по интервалам длиной 10 м. При четко выраженном слоистом строении толщи пород фильтрационные свойства устанавливаются для каждого слоя.

Выбор вида и способа бурения скважин следует устанавливать в соответствии с 8.2.6.

8.4.12 В дополнение к 7.11 СП 11-105 (часть I) при слабой изученности территории для уточнения общих закономерностей геологического строения и гидрогеологических условий, а также особенностей развития подтопления следует предусмотреть проходку опорных горных выработок. При этом количество выработок, глубина и методика опробования должны определяться программой изысканий.

8.4.13 Геофизические исследования на территориях развития подтопления при изысканиях для разработки проекта следует выполнять в соответствии с 7.12 СП 11-105 (часть I) и 8.2.7 настоящего Свода правил.

В пределах чаш накопителей промышленных отходов и стоков как наиболее опасных объектов, вызывающих подтопление прилегающих территорий, а также в зонах их влияния следует выполнять:

электроразведочные работы методом ВЭЗ в различных модификациях — для установления характера геоэлектрического разреза до регионального водоупора, выявления зоны максимальной водопроводимости;

опыты методом заряженного тела — для определения направления и скорости движения подземных вод (при неоднородном составе водоносного горизонта в вертикальном разрезе — для каждой литологической разности водовмещающих пород);

режимные наблюдения за влажностью методом радиоактивного каротажа в наблюдательных скважинах, расположенных в зоне возможного влияния накопителей.

8.4.14 Полевые гидрогеологические исследования при инженерных изысканиях для разработки проекта на территориях развития подтопления должны включать опытно-фильтрационные работы (откачки, наливы, нагнетания, запуск индикаторов в водоносный горизонт) для определения расчетных гидрогеологических параметров и гидрохимическое опробование водоносных горизонтов.

Методы полевых определений гидрогеологических параметров следует принимать в соответствии с 7.14 и приложением К СП 11-105 (часть I), а также 8.2.8 настоящего Свода правил.

Экспресс-опробование следует производить единовременным «мгновенным» (от 5 минут до 1 часа) наливом или отбором в скважине некоторого объема воды с целью:

определения ориентировочных значений коэффициента фильтрации или водопроводимости слабопроницаемых грунтов;

оценки состояния ранее пробуренных скважин;

оценки состояния и инерционности наблюдательных скважин;

определения степени несовершенства скважин.

Пробные откачки следует производить во всех гидрогеологических скважинах с целью:

предварительной оценки коэффициента фильтрации или водопроводимости водовмещающих пород;

сравнительной характеристики различных участков водоносного горизонта по водообильности;

изучения химического состава подземных вод.

Продолжительность откачки определяется целями опробования. При необходимости восстановления фильтрационных свойств призабойной зоны скважины (разглинизации) продолжительность пробных откачек должна быть увеличена.

Количество одиночных откачек (пробных и опытных) должно составлять не менее 5 на 1 км² области фильтрации при однослойном водоносном пласте с плановой неоднородностью фильтрационных свойств и не менее 7 — при двухслойном пласте. При необходимости изучения взаимосвязи водоносного горизонта с другими водоносными горизонтами и поверхностными водами количество опытов на 1 км² увеличивается.

Количество и продолжительность кустовых опытов следует определять только на основе анализа данных одиночного опробования с учетом площади исследований и целей опробования только на основе данных одиночного опробования.

Количество точек опытов при инженерно-гидрогеологических исследованиях в пределах чаш накопителей промышленных отходов и стоков для определения коэффициентов фильтрации грунтов зоны аэрации и водоносных горизонтов, а также расстояния между разведочными выработками следует принимать в соответствии с таблицей 8.3.

Гидрохимическое опробование скважин в процессе проведения любого вида откачек обязательно. Пробы воды должны отбираться в конце одиночных откачек, в процессе кустовых откачек из центральной и наблюдательных скважин, а также в процессе стационарных наблюдений.

При наличии ареалов загрязнения подземных вод, особенно в области депрессионных воронок водозаборов, следует предусматривать поинтервальное гидрохимическое опробование скважин. При бурении скважин должен производиться послойный отбор проб воды. При этом по мере проходки рыхлых пород пробы отбираются из-под башмака обсадных труб после предварительной оттартовки 2—3 объемов воды в скважине. Из трещиноватых пород, проходимых без обсадки, пробы при бурении следует отбирать из призабойной зоны при изоляции других интервалов. Следует также отбирать пробы воды из всех водоемов и водотоков.

В зонах существующих (или предполагаемых) ареалов загрязнения подземных вод при необходимости могут проводиться полевые опыты на экспериментальных прудах для изучения испарения и фильтрации стоков, эффективности защитных экранов, параметров физико-химического взаимодействия сточных вод с подземными водами и другие специальные работы.

8.4.15 Стационарные гидрогеологические наблюдения при инженерно-геологических изысканиях для разработки проекта следует продолжать (если они были начаты на предшествующих этапах изысканий) или организовывать их вновь. В соответствии с задачами стационарных наблюдений (8.2.9) размещение наблюдательных пунктов режимной сети и методика производства наблюдений должны обеспечивать получение данных для оценки и прогноза изменения гидрогеологических условий и инженерно-гидрогеологического обоснования инженерной защиты от подтопления.

Размещение наблюдательных пунктов должно производится с учетом:

природных условий;

специфики застройки.

Скважины следует закладывать на всех геоморфологических элементах рельефа и на типичных формах микрорельефа. При однородном строении водоносного горизонта на каждом геоморфологическом элементе следует предусматривать скважины по профилю через 250—400 м. При слоистом строении первого от поверхности водоносного горизонта следует предусматривать устройство ярусных кустов (не менее 50 % от общего количества скважин) и оборудование фильтрами каждого водоносного слоя.

В контурах распространения слабопроницаемых разделяющих слоев первого от поверхности водоносного горизонта следует закладывать 1—2 скважины для наблюдения за изменением напора в этих слоях при помощи датчиков порового (пластового) давления.

На каждом постоянном и временном водотоке следует оборудовать по два гидрометрических поста — входной и выходной по отношению к внешним гидродинамическим границам — со створом из 3—5 наблюдательных скважин. Следует также оборудовать гидрометрический пост из 2—3 наблюдательных скважин на каждом водоеме.

В зонах селитебной застройки скважины должны располагаться по разреженной неупорядоченной сети с учетом плотности застройки и густоты водонесущих коммуникаций — в среднем 3—5 скважин на 100 га. На участках насыпных (намывных) грунтов следует закладывать по 1—3

Таблица 8.3

Размер площади исследований, км²		1	5	10	25	50
Расстояние между разведочными выработками, м		250—300	300—400	400—500	600—700	800—1000
Число точек опытов для определения коэффициентов фильтрации	Грунтов зоны аэрации	9	15	20	25	30
	Водоносных горизонтов	5	9	12	18	24

Примечание — В каждой выработке может быть несколько точек опробования в зависимости от слоистого строения зоны аэрации и водоносного горизонта.

скважины на 1 га. На промплощадках с интенсивным водопотреблением, станциях очистки воды, площадках очистных сооружений канализации при неизвестном положении уровня грунтовых вод следует закладывать 3—10 скважин в зависимости от размеров площади.

В зонах влияния водозаборов и других водопонизительных систем количество и размещение наблюдательных пунктов определяется программой изысканий, согласованной в установленном порядке.

Частота измерений уровней и температуры, отбора проб подземных вод в естественных условиях определяется в программе мониторинга, в соответствии с действующими нормативно-методическими документами МПР России. Частота отбора проб из скважин на застроенных территориях должна составлять не менее одного раза в месяц, а в периоды максимальных подъемов уровней грунтовых вод частота отбора может быть увеличена.

8.4.16 Лабораторные исследования образцов грунта и проб подземных вод следует осуществлять в соответствии с 5.11, 7.16 СП 11-105 (часть I) и действующими государственными стандартами на производство соответствующих видов определений.

8.4.17 При обследовании грунтов оснований зданий и сооружений и состояния существующих строительных объектов на подтопленных территориях с эксплуатируемыми системами дренажей в дополнение к 7.17 СП 11-105 (часть I) необходимо оценивать состояние и эффективность действующих систем инженерной защиты, а также опасность сопутствующих подтоплению процессов: суффозии, набухания глинистых и просадки лессовых грунтов, изменения их физико-механических свойств (ухудшения прочностных и деформационных характеристик и динамической устойчивости грунтов).

При необходимости обследование грунтов сопровождается:

бурением контрольных гидрогеологических скважин и их опробованием;

отбором проб для оценки химического состава и агрессивности грунтовых и дренажных вод, интенсивности выноса частиц грунта;

отбором проб грунта для лабораторного определения их физико-механических свойств.

8.4.18 Прогноз изменения гидрогеологических и инженерно-геологических условий на территориях развития подтопления при разработке проектной документации должен составляться в соответствии с требованиями 6.7 и 6.20 СНиП 11-02, 5.13 и 7.19 СП 11-105 (часть I), а также 8.1.6, 8.2.12, 8.3.6, 8.3.7 и 8.3.15 настоящего Свода правил.

При выполнении прогноза изменения гидрогеологических условий границами модели следует считать внешние гидродинамические границы области фильтрации исследуемой территории.

При составлении прогноза для разработки проектной документации необходимо проанализировать результаты прогнозов, составленных на предыдущих этапах работ.

Если на этапе изысканий для разработки предпроектной документации прогноз изменения гидрогеологических условий выполнялся методом гидрогеологического картографирования, то прогноз на стадии проекта для участка проектируемого строительства в пределах его внешних гидродинамических границ следует выполнять методом математического моделирования, а при наличии объекта-аналога — с использованием метода аналогий.

Если на этапе изысканий для разработки предпроектной документации прогноз выполнялся методом математического моделирования, то на стадии проекта осуществляется детализация данного участка модели и корректировка его внешних гидродинамических границ с учетом изменившихся техногенных условий. Прогноз также может выполняться методом математического моделирования с использованием метода аналогий (при наличии объекта-аналога).

Если прогноз ранее не выполнялся, то основным методом прогноза на стадии проекта является метод математического моделирования с использованием методов аналитических расчетов и аналогий.

При необходимости инженерной защиты от подтопления должен выполняться прогноз изменения гидрогеологических условий с учетом работы проектируемых защитных сооружений.

Прогноз изменения инженерно-геологических условий в связи с подтоплением разрабатывается в случае возможного развития или активизации сопутствующих опасных техноприродных процессов (карста, суффозии, заболачивания), а также возможного изменения свойств специфических грунтов (набухающих, просадочных, элювиальных, техногенных). Следует также учитывать возможные неблагоприятные экологические последствия эксплуатации существующих и проектируемых систем инженерной защиты: излишнее осушение почв в городских парках и скверах, загрязнение поверхностных водотоков и водоемов дренажными стоками.

Для составления прогноза при изысканиях на стадии разработки проекта, начиная с составления программы работ, рекомендуется привлекать производственные и научно-исследовательские организации, специализирующиеся в области гидрогеологических исследований и прогнозов.

8.4.19 Камеральная обработка материалов изысканий на стадии разработки проекта выполняется с учетом положений 8.2.13 и 8.4.2. При интерпретации результатов опытных работ и схематизации области фильтрации следует производить оценку фильтрационной неоднородности водонасыщенных грунтов. Использование средних величин водопроводимости при схематизации возможно лишь при малых значениях коэффициента вариации водопроводимости по полю фильтрации (порядка 17 — 25 %). Применение статистических методов осреднения еди-

ничных значений параметров возможно только при условиях:

представительности выборки;

случайности и независимости единичных определений;

равномасштабности и равноточности единичных определений.

Состав и содержание технического отчета (заключения) о результатах выполненных изысканий должны соответствовать требованиям 6.7 и 6.20 СНиП 11-02, 5.14 и 7.20 СП 11-105 (часть I).

В дополнение к 6.20 СНиП 11-02 в технический отчет следует включать:

прогнозные значения положения уровня подземных вод различной обеспеченности, на основании которых проектировщиком (или совместно изыскателем и проектировщиком) устанавливаются критические (подтапливающие) значения положения уровня для данного сооружения;

характеристику химического состава подземных вод, степень их загрязнения, агрессивности и защищенности, а также рекомендации по улучшению экологической обстановки на подтопленной территории;

рекомендации по проектированию защитных сооружений и мероприятий, а также предотвращению, ликвидации или минимизации опасных процессов, сопутствующих подтоплению.

8.5 Инженерно-геологические изыскания для разработки рабочей документации

8.5.1 Инженерно-геологические изыскания для разработки рабочей документации на территориях развития подтопления в соответствии с требованиями 4.20 и 6.24 СНиП 11-02 должны обеспечивать детализацию и уточнение инженерно-геологических и гидрогеологических условий и прогнозных расчетов в пределах сферы взаимодействия зданий и сооружений с окружающей средой и разработку окончательных решений по осуществлению профилактических мероприятий и инженерной защите от подтопления.

Гидрогеологические исследования при изысканиях на стадии рабочей документации (при наличии ранее выполненного прогноза развития подтопления) выполняются с целью:

уточнения инженерно-гидрогеологического обоснования проектных решений по инженерной защите от подтопления отдельных зданий, сооружений и прилегающих территорий и возникновения негативных последствий подтопления;

уточнения инженерно-гидрогеологического обоснования проектных решений по локализации и ликвидации загрязнения подземных вод и защиты конструктивных элементов от коррозии.

В случае, если прогноз изменения гидрогеологических условий ранее не выполнялся, гидрогеологические исследования должны обеспечить как детализацию и уточнение гидрогеологических условий, так и прогноз их изменений на основе изучения опыта эксплуатации соседних зданий и сооружений в аналогичных природных условиях.

8.5.2 Состав и объемы изыскательских работ следует устанавливать в программе изысканий с целью уточнения:

положения уровня подземных вод первого от поверхности водоносного горизонта и амплитуды его сезонных колебаний;

расчетных значений гидрогеологических параметров водоносных горизонтов и грунтов зоны аэрации, гидрогеологических характеристик внутренних и внешних граничных условий в сфере взаимодействия объекта с геологической средой;

показателей химического состава подземных вод, температуры, степени их агрессивности к бетону и металлам;

изменений прочностных и деформационных свойств грунтов при их замачивании и дренировании в сфере взаимодействия объекта с геологической средой;

рекомендаций для обоснования мероприятий по регулированию поверхностного стока и строительного водопонижения с учетом откорректированных расчетных значений гидрометеорологических характеристик.

8.5.3 Горные выработки в дополнение к 8.3 СП 11-105 (часть I) при необходимости следует проходить за пределами контура проектируемых зданий и сооружений:

в зонах резкой деформации потока подземных вод;

на участках установленного (предполагаемого) интенсивного техногенного питания подземных вод;

по проектируемым направлениям дренажей при слоистом строении разреза (переслаивании проницаемых, слабопроницаемых и водоупорных пород);

по берегам водных объектов (реки, каналы, водоемы и др.), если колебания уровня поверхностных вод определяют амплитуду колебания уровня подземных вод в сфере взаимодействия проектируемого объекта с геологической средой;

на участках установленной или предполагаемой разгрузки в грунтовые воды напорных подземных вод из нижележащего водоносного горизонта;

в обводненных зонах наибольшей экзогенной трещиноватости или тектонических нарушений (если эти зоны пересекают зону взаимодействия проектируемого объекта с геологической средой).

8.5.4 В дополнение к 8.4 СП 11-105 (часть I), при расположении на участке группы зданий и сооружений II и III уровня ответственности, строительство которых осуществляется по типовым проектам массового и повторного применения, а также для технически несложных объектов, состав и объемы гидрогеологических исследований следует определять с учетом гидрогеологической изученности застроенной территории, степени

опасности наблюдаемого подтопления, имеющегося опыта эксплуатации зданий, сооружений, систем инженерной защиты от подтопления на территориях, находящихся в аналогичных природных условиях.

При слабой гидрогеологической изученности территории, которая не соответствует масштабу 1:5000 и крупнее, состав и объемы дополнительных изыскательских работ следует устанавливать в программе изысканий, с учетом сложности гидрогеологических условий, а также возможных негативных последствий развития подтопления.

8.5.5 В дополнение к 8.9 СП 11-105 (часть I) в пределах чаш накопителей промышленных отходов и стоков проходку дополнительных горных выработок следует предусматривать при необходимости уточнения результатов предшествующей оценки фильтрационных свойств и миграционных параметров пород до кровли нижнего водоупора или кровли зоны слаботрещиноватых пород, а также для уточнения проектных решений по защитным мероприятиям (противофильтрационным экранам и завесам, различным типам дренажей и гидрозавесам).

Глубину выработок следует, как правило, принимать в пределах мощности прогнозируемого фронта продвижения загрязненных вод, независимо от глубины залегания уровня подземных вод. Если прогноз изменения гидрогеологических условий ранее не выполнялся, то часть выработок (до 50 %) следует проходить до выдержанного водоупора. Надежность водоупора следует подтверждать данными опытно-фильтрационных работ.

8.5.6 В дополнение к 8.11 СП 11-105 (часть I) в районах развития подтопления на полях фильтрации, если зона аэрации сложена водопроницаемыми грунтами, глубину выработок следует устанавливать, как правило, на 1—2 м ниже уровня подземных вод, независимо от глубины его залегания. Не менее 30 % всех выработок должно быть пройдено до кровли водоупора.

8.5.7 При решении задач, связанных с проектированием водопонизительных систем и противофильтрационных мероприятий при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений на подтопленных территориях, данные гидрогеологических исследований должны обосновывать выбор способов строительного водопонижения с учетом зоны его влияния. Если на площадке понижение уровня подземных вод ожидается менее чем на 5 м, то изучение гидрогеологических условий может быть ограничено территорией, границы которой удалены от площадки на 200—300 м.

8.5.8 Стационарные наблюдения за динамикой изменения гидрогеологических условий, начатые на предшествующих этапах изысканий, следует продолжать в соответствии с 5.10 СП 11-105 (часть I) и 8.2.9 и 8.3.14 настоящего Свода правил. Целесообразность продолжения наблюдений обосновывается в программе изысканий. Состав, размещение наблюдательных пунктов и водно-балансовых участков, методика наблюдений должны корректироваться в соответствии со спецификой развития подтопления по схемам 1 и 2. Основная задача стационарных наблюдений за режимом подземных вод — уточнение сезонных колебаний уровня и химического состава подземных вод, приходных и расходных статей водного баланса (приложение Ж) на объекте строительства для инженерно-гидрогеологического обоснования принятия проектных решений по защите от подтопления каждого здания и сооружения. На объектах-аналогах уточнение сезонных колебаний уровня подземных вод следует производить по данным ретроспективного анализа материалов изысканий прошлых лет.

После завершения изысканий наблюдательную стационарную сеть вместе с рекомендациями по наблюдениям и обработке данных следует передавать заказчику (или уполномоченной заказчиком организации) для продолжения наблюдений и контроля за работой системы инженерной защиты. Программа наблюдений должна быть увязана с проектом комплексного мониторинга геологической среды на застроенной территории.

8.5.9 Ранее выполненные прогнозы изменения гидрогеологических условий на стадии рабочей документации, при необходимости, подлежат уточнению и корректировке.

В случае, если прогноз изменения гидрогеологических условий на предыдущих стадиях не выполнялся, для решения практических задач допускается использование метода аналогий. По объекту-аналогу, выбранному исходя из соответствия инженерно-геологических и гидрогеологических условий, а также конструктивных особенностей зданий и сооружений, устанавливаются:

скорость развития подтопления и характер его негативных последствий;

конструктивные особенности предупредительных и защитных сооружений, режим их работы и эффективность принятых решений;

объемы водоподачи и водоотведения.

8.5.10 На трассах трубопроводов в районах развития подтопления прогноз изменения гидрогеологических условий следует выполнять с учетом влияния техногенных факторов: нарушения растительного покрова, уплотнения поверхностного слоя грунта строительной техникой, создания насыпей и выемок, проходки траншей, которые служат естественными дренами, обратной засыпки траншей разуплотненным грунтом.

При составлении прогноза сезонных и многолетних колебаний уровня подземных вод должны учитываться изменения теплового состояния грунтов основания и влияние процессов промерзания-оттаивания на условия гидрогеомеханического взаимодействия трубопровода с обводненным грунтовым массивом (разуплотнение и набухание грунтов, увеличение степени морозного пучения и др.).

8.5.11 Состав и содержание технического отчета (заключения) о результатах инженерно-гео-

логических изысканий для разработки рабочей документации должны соответствовать требованиям 6.24—6.26 СНиП 11-02 и 8.2.13 настоящего Свода правил. Рекомендации для строительного водопонижения должны содержать данные для обоснования способа и расчета водопонижения, схемы размещения наблюдательных пунктов, а также указания по наблюдениям за снижением уровня подземных вод и работой водопонизительных систем.

8.6 Инженерно-геологические изыскания в период строительства, эксплуатации и ликвидации сооружений

8.6.1 Инженерно-геологические изыскания в период строительства, эксплуатации и ликвидации предприятий, зданий и сооружений должны обеспечивать получение материалов о состоянии и изменениях гидрогеологических условий на территории объекта и в зоне его влияния в соответствии с 4.21 СНиП 11-02 и раздела 9 СП 11-105 (часть I).

Состав и объемы гидрогеологических исследований следует устанавливать в программе изысканий с учетом специфики развития подтопления. Для выяснения причин возникновения подтопления при строительстве следует выполнять обследование ближайших водоемов и водотоков, а также эксплуатируемых и строящихся объектов. При необходимости производится бурение скважин для гидрогеологических исследований и их опробование.

8.6.2 Инженерно-геологические изыскания в период строительства и эксплуатации зданий и сооружений в дополнение к 9.3 и 9.4 СП 11-105 (часть I) должны выполняться также при аварийных ситуациях, возникших в результате подтопления застроенных территорий. Цель изысканий — установление причин, обусловивших произошедшие изменения инженерно-геологических и гидрогеологических условий для разработки рекомендаций по ликвидации негативных последствий подтопления.

Состав изыскательских работ следует устанавливать в зависимости от специфики природно-техногенных условий, вида и масштаба проявления негативных последствий подтопления.

8.6.3 В дополнение к 9.5 СП 11-105 (часть I) контроль за эффективностью осуществляемых мероприятий по строительному водопонижению на участках строительства заглубленных подземных сооружений и при проходке котлованов, для устройства дренажных и других сооружений необходимо проводить на основе наблюдений в специально пройденных гидрогеологических скважинах.

Способ бурения, технология оборудования скважин фильтрами должны обеспечить минимальное фильтрационное сопротивление фильтра и прискважинной зоны. В процессе работы водопонизительных сооружений необходимо осуществлять контроль за минерализацией и химическим составом дренажных вод в случае, если они сбрасываются в поверхностные водотоки и водоемы.

Стационарные наблюдения за изменениями гидрогеологических условий в процессе строительства следует выполнять в соответствии с 5.10 СП 11-105 (часть I) и 8.2.9 настоящего Свода правил, техническим заданием и программой изысканий. Наблюдения за уровнем и химическим составом подземных вод на территориях, находящихся в зоне влияния водопонизительных систем, следует вести в области развития депрессионных воронок.

8.6.4 В дополнение к 9.6 СП 11-105 (часть I) в районах развития подтопления в зоне аэрации значительной мощности (схема 2 развития подтопления) следует, как правило, организовывать наблюдения за изменением влажности грунтов и подъемом уровня подземных вод в контурах всех зданий и сооружений I и, при необходимости, II уровня ответственности. При необходимости наблюдательные пункты (шурфы и скважины) следует закладывать в подвалах. Оборудование точек наблюдения датчиками и приборами, частоту измерения гидрогеологических характеристик следует осуществлять по специально разработанной программе. Глубина выработок должна быть на 1—3 м ниже сферы взаимодействия сооружения с геологической средой.

8.6.5 Результаты инженерно-геологических изысканий в период строительства в районах развития подтопления следует представлять в виде технического отчета (заключения) в соответствии с требованиями 6.28 СНиП 11-02 и 9.7 СП 11-105 (часть I).

8.6.6 В период эксплуатации зданий и сооружений в районах развития подтопления следует осуществлять стационарные наблюдения в соответствии с требованиями 5.10 и 9.10 СП 11-105 (часть I) и 8.2.9 настоящего Свода правил.

Результаты режимных наблюдений рекомендуется использовать для оценки эффективности инженерной защиты и ее совершенствования, создания и корректировки постоянно действующей модели застроенной территории, а также при выполнении краткосрочных и долгосрочных прогнозов изменения гидрогеологических условий.

8.6.7 Инженерно-геологические изыскания в период ликвидации предприятий, зданий и сооружений в районах развития подтопления должны соответствовать требованиям 9.12 СП 11-105 (часть I). При ликвидации объектов в районах развития подтопления необходимо организовать контроль состояния окружающей среды по программе, согласованной с органами Госгортехнадзора, Госсанэпиднадзора, территориальным подразделением специально уполномоченных государственных органов в области охраны окружающей среды и другими заинтересованными министерствами и ведомствами.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(рекомендуемое)

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Термины	Определения
Опасные геологические и инженерно-геологические процессы	Эндогенные и экзогенные геологические процессы (сейсмические сотрясения, извержения вулканов, оползни, обвалы, осыпи, карст, сели, переработка берегов, подтопление и др.), возникающие под влиянием природных и техногенных факторов, и оказывающие отрицательное воздействие на строительные объекты и жизнедеятельность людей
Инженерная защита территорий, зданий и сооружений	Комплекс инженерных сооружений и мероприятий, направленный на защиту (предотвращение или уменьшение негативных последствий) от отрицательных воздействий опасных геологических и инженерно-геологических процессов
Стационарные наблюдения в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов	Единая система, включающая: комплексные наблюдения за инженерно-геологическими процессами, гидрогеологическими условиями, изменением свойств грунтов, деформациями естественных оснований, сооружениями инженерной защиты и др.; анализ результатов
Коэффициент пораженности территории опасными геологическими или инженерно-геологическими процессами	Отношение площади (длины линейного элемента — береговой линии, бровки склона и т.п.), затронутой опасным геологическим или инженерно-геологическим процессом, к площади всей исследуемой территории (длине линейного элемента). Характеризует степень пораженности территории опасным процессом
Активность (интенсивность) развития опасного процесса	Увеличение площади (или объема) затронутых опасным процессом пород по отношению к общей площади (объему) исследуемой территории (массива) за расчетный период времени
Устойчивость склона (откоса)	Способность склона (откоса) сохранять свой профиль в течение длительного времени. Выражается коэффициентом устойчивости — отношением суммы силовых воздействий, обеспечивающих устойчивость склона, к сумме силовых воздействий, нарушающих эту устойчивость
Плотность карстовых форм	Количество карстовых форм, приходящееся (в среднем) на единицу площади (штук на 1 км^2)
Береговая зона	Окраинная зона морей, озер, водохранилищ, включающая полосу суши, примыкающей к береговой линии, и подводный береговой склон
Бенч	Абразионная отмель морей и водохранилищ, выровненная в коренных породах действием волн. Синонимы: терраса подводная абразионная, платформа абразионная (береговая)
Бассейн селевой	Часть водосборного бассейна в пределах горного района, содержащая мощные накопления рыхлого обломочного материала на склонах долин и в руслах постоянных и временных водотоков; при ливневых и длительных дождях и интенсивном снеготаянии в селевом бассейне образуется грязекаменный поток (сель) значительной разрушительной силы
Очаг селевой	Верхняя часть селевого бассейна, ограниченная водоразделами с центростремительной системой склонов и стока, а также русла временных и малых водотоков, где происходит накопление рыхлого обломочного материала (за счет выветривания, эрозионных, осыпных, обвальных, оползневых и других процессов), при определенных условиях превращающегося в грязекаменный селевой поток

Продолжение приложения А

Термины	Определения
Подземные воды спорадического распространения	Гравитационные подземные воды, приуроченные к водопроницаемым не выдержанным по площади и мощности линзам и прослоям пород, залегающим в толще слабо- и водонепроницаемых отложений, как правило, гидравлически не связанные между собой и не постоянные во времени
Гидродинамические границы (внешние и внутренние, в плане и разрезе)	Границы области фильтрации, определяемые совокупностью условий, влияющих на изменение динамики потока подземных вод (изменения уровня, напора, расхода, линий тока, скорости фильтрации и других характеристик фильтрационного потока). Такими границами могут служить: а) водоемы и водотоки; б) дренажные и оросительные системы; в) линейные и площадные системы техногенного инфильтрационного питания; г) подземные сооружения, создающие барраж; д) контуры изменения фильтрационных свойств пород; е) контуры выклинивания водовмещающих и водоупорных пород и т.д.
Гидрогеологическая модель	Абстрактное или вещественное отображение или воспроизведение изучаемого гидрогеологического объекта, адекватное ему в отношении некоторых критериев, которое дает возможность получить новую информацию об этом объекте и его свойствах
Гидрогеологическое картографирование	Метод создания пространственных образно-знаковых (картографических) гидрогеологических моделей, которые дают возможность решать теоретические и практические задачи — выявление закономерностей изменения подземной гидросферы под влиянием техногенных факторов, оценка опасности инженерно-геологических процессов(в том числе подтопления), инженерная защита от опасных процессов, разработка природоохранных мероприятий и т.п. Включает изучение природных условий и техногенных факторов на региональном и локальном уровнях, простроение комплекса карт: регионального и типологического гидрогеологического районирования, гидрогеодинамических и гидрогеохимических характеристик, техногенных факторов и др.
Разведочное моделирование при оценке подтопления	Выбор главных и второстепенных факторов формирования режима подземных вод, определяющих развитие подтопления, путем предварительной схематизации гидрогеологических условий и сопоставления возможных вариантов на модели. Такое моделирование необходимо для составления рабочей гипотезы, определяющей методики проектируемых гидрогеологических работ и метода прогноза изменения гидрогеологических условий

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(рекомендуемое)

СХЕМА ОПИСАНИЯ ОПОЛЗНЯ

Б.1 Название типа (подтипа) и местоположение оползня по отношению к геоморфологическим элементам.

Б.2 Генезис, ориентировка, конфигурация, высота и крутизна склона, на котором расположен оползень.

Б.3 Базис оползня.

Б.4 Форма и размер оползня в плане (длина, ширина, площадь).

Б.5 Средний уклон поверхности оползня.

Б.6 Характер границ оползня (стенка срыва, борта, язык), характер и состояние обрывов (свежие, выветрелые, задернованные), их профиль, высота, крутизна и характер бровок, амплитуда смещения, характер и ширина трещин, наличие просевших участков, следов надвигания и смятия, валов и бугров выпирания, следов подмыва или свежей подрезки языка.

Б.7 Границы водосборной площади оползня и ее размеры.

Б.8 *Рельеф и характер поверхности вокруг оползня в пределах его водосборной площади.* Если водосборная площадь очень велика, то дается ее общая характеристика, а детально описывается только та часть, которая непосредственно примыкает к оползню. Наиболее детально следует описывать овраги, балки, канавы, водоемы, их расположение, условия, определяющие сток и фильтрацию (наличие трещин, распашка склонов и пр.).

Б.9 Общая характеристика рельефа оползня (с выделением отдельных геоморфологических элементов).

Б.10 Подробная характеристика каждого выделенного морфологического элемента оползня (оползневой ступени и уступа, цирка 2-го порядка и т.п.), его формы, размеров, среднего уклона и характера поверхности (наличие бессточных впадин, запрокинутых площадок, валов, бугров, гряд, трещин, суффозионных воронок), отдельных элементов макрорельефа, следов свежих смещений.

Б.11 Рельеф и характер поверхности ниже языка оползня: пляж или бичевник — его ширина, профиль, крутизна (средняя и на отдельных участках профиля), слагающий материал, урез воды в водоеме; терраса — ее наименование, возраст, высота (относительная и абсолютная), ширина, характер поверхности и характер сопряжения с оползнем; наличие водотока и свежего размыва (тела и языка оползня), *профиль оврага, наличие искусственной подрезки основания склона и ее характеристики; следы суффозии;* наличие выпирания впереди оползня — расстояние вала (или валов) выпирания от языка оползня, форма вала в плане и его профиль, размеры, уклон внешнего и внутреннего склона, характер поверхности и строение.

Б.12 Гидрографическая сеть на оползне, водопроявления и источники питания оползня водой:

канавы, овраги с постоянным или временным водотоком — их профиль, геологическое строение стенок, расположение, водосборная площадь (положение водоразделов 2-го порядка); колодцы, источники, условия выхода воды, дебит; бессточные площади, заболоченности, временные озерца, мочажины, их *расположение, форма и размеры; расположение и состояние водопроводной и канализационной* сети.

Б.13 Растительный покров на оползне (по выделенным геоморфологическим элементам) и вокруг него: вид растительности, ее густота и расположение, наличие болотной растительности, сохранение или нарушение правильности рядов деревьев (аллеи, сады, плантации), наклон, искривление или разрыв стволов деревьев, их возраст, сведения о времени посадки и т.п.

Б.14 Положение скальных выступов, крупных камней, пней и других заметных предметов.

Б.15 Здания и инженерные сооружения на оползне и вокруг него (в том числе дороги, насыпи, водоемы, водопроводная и канализационная сеть, наличие утечек воды, противооползневые и берегоукрепительные сооружения); краткие сведения о материале, конструкции и основных размерах, времени их сооружения, последнего ремонта, состояние, наличие и характер деформаций.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(рекомендуемое)

СХЕМА ОПИСАНИЯ ОПОЛЗНЕВЫХ ТРЕЩИН

В.1 Принадлежность к системе трещин.

В.2. Форма в плане (прямая, изогнутая, полукруглая, извилистая, волнистая, ломаная, зубчатая), ее длина, ориентировка относительно оси и границ оползня, направление выпуклости, положение на оползне по отношению к его морфологическим элементам.

В.3 Ширина трещин (максимальная, минимальная и средняя), ее длина и характер концов (замыкаются, доходят раскрытыми до другой трещины и т.п.).

В.4 Видимая глубина трещины и ее падение.

В.5 Характер стенок трещины: гладкие — с зеркалами скольжения, бороздами и штрихами (с указанием направления последних) или неровные — шероховатые, бугристые, смятые.

В.6 Взаимное расположение и перепад по высоте бровок трещины.

В.7 Связь трещин с геологическими условиями (приуроченность к определенной породе, изменение характера при пересечении пород разного состава и т.п.).

В.8 Наличие заполнителя трещин и его состав.

В.9 Влияние трещин на гидрогеологические условия — разгрузка подземных вод, инфильтрация поверхностных вод.

В.10 Соображения о генезисе трещин (растяжения, сдвига), о характере деформации, факторах, вызвавших их появление.

При наличии сходных трещин следует описывать по приведенной схеме отдельные наиболее крупные и типичные трещины.

В.11 Взаимное расположение трещин: правильно ориентированные — параллельны или пересекаются (углы пересечения), или неправильно переплетающиеся.

В.12 Характер сопряжения трещин в местах их пересечения и соображения о последовательности их образования.

При наличии пересекающихся трещин разного характера выделяются их типы или серии, имеющие сходную характеристику, при этом каждый тип или серия описывается отдельно.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(рекомендуемое)

СХЕМА ОПИСАНИЯ ОБВАЛОВ И ОСЫПЕЙ

Описываемый фактор	Обвалы	Осыпи
Область отрыва (обвалы) и питания (осыпи)	Генезис, возраст, морфология (высота, крутизна) склона. Породы склона: литологические и петрографические разновидности, трещиноватость и выветрелость, условия залегания, тектонические нарушения. Поверхность отделения обвалившейся массы: размеры, форма, свежесть и характер отделения (отрыв с опрокидыванием, оползень-обвал, обвал-оползень и т.п.) Растительность: наличие, характер, распространенность. Искусственные сооружения: откосы, улавливающие площадки, канавы, подпорные стенки и т.д., метод и время их возведения, контрольное обследование состояния, деформаций, наполнения и т.д.	Генезис, возраст, морфология (форма и размеры области питания —длина, крутизна, наличие перегибов, уступов). Породы склона: условия залегания, характер и мощность коры выветривания и ее отдельных зон для каждой литологической разности. Отделяющиеся обломки: размер, форма, характер перемещения и их зависимость от крутизны склона, типа пород и колебаний температур (дневных и сезонных). Растительность: наличие, характер, распространенность, признаки прекращения осыпания в области питания. Искусственные сооружения: тип, время возведения, состояние.
Область транзита	Морфология: ложбина в склоне, русло, склон и т.п., форма в профиле и в плане, длина, высота, крутизна, наличие выступа. Породы: состав и условия залегания. Растительность: наличие и состояние. Состояние пути обвала: следы работы и разрушения, наличие глыб и камней, задержавшихся при обвале.	Морфология: профиль пути по породам, не склонным к осыпанию; длина, высота, крутизна пути, наличие желобов скатывания. Характер перемещения и сортировки обломков. Описание мест промежуточных накоплений материала в области транзита.
Область отложения (обвалы) и аккумуляции (осыпи)	Морфология: дно долины, пляж, бичевник, полотно дороги и т.д. Характер отложения: сплошной завал или участок разброса отдельных глыб; форма, размер, площадь, объем, условия залегания, средняя и максимальная дальность отлета глыб и камней; время отложения (свежесть). Породы: петрографический состав, размеры и форма глыб, их сортировка, ориентировка, выветрелость и т.п. Растительность: характер и возраст. Искусственные сооружения: характер, время возведения, разрушения, перекрытие дорог и т.п.	Морфология: условия залегания и форма осыпи в плане (отдельные конусы — треугольные, лучевидные, трапециевидные, слившиеся в основаниях, сплошной шлейф, покров или отдельные пятна на склоне), размеры, мощность. Форма осыпи в продольном профиле, уклоны в характерных местах. Состав материала: петрографический и гранулометрический, его распределение, форма обломков, их выветрелость, наличие слоистости, мелкого заполнителя (его распределение и влажность). Подземные воды: наличие, источники обводнения. Другие сведения: наличие подмыва или подрезки основания осыпи, ее активность, поверхность (обнаженная, с растительным покровом, рытвинами), указания на возраст осыпи и стадию ее развития.
Сведения о процессе единичного обвала (осыпи)	Время проявления процесса (год, дата, сезон), ход процесса, подготовка процесса (землетрясение, ураган, дождь, снегопад, взрывные работы, другие предшествующие и сопутствующие явления). Последствия проявления процесса, сведения о причиненном им ущербе.	
Статистические сведения	Частота обвалов, их распределение во времени (по сезонам и времени суток), объемы обвалов, величина отдельных камней и глыб, дальность их отлета, основные направления и характер движения обломков при обвалах. Подвижка и активность осыпей.	
Сведения о защитных сооружениях	Наличие, состав и время сооружения, состояние и эффективность. Перспективы проектирования и строительства зданий и сооружений в осыпе-, обвалоопасном районе. Сведения об эксплуатации защитных сооружений (по материалам опроса должностных лиц и местных жителей).	

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(рекомендуемое)

СХЕМА ОПИСАНИЯ ТРЕЩИНОВАТОСТИ ОБВАЛЬНЫХ СКАЛЬНЫХ СКЛОНОВ (ОТКОСОВ)

Генетические типы	Направление трещин	Ориентировка трещин (угол падения, градус)	Степень раскрытия (ширина), мм	Класс по модулю трещиноватости (число трещин на 1 м)	Дополнительные сведения
Первичной отдельности (диагенетические)	Перпендикулярно слоистости, рассекают пласты	Вертикальные (80—90) Крутопадающие (45—80) Наклонные (35—45) Пологие (10—35) Горизонтальные (0—10)	Скрытые Закрытые Открытые: тонкие < 1, мелкие 1—5, средние 5—20, крупные 20—100, очень крупные > 100	I. Слаботрещиноватые < 1,5 II. Среднетрещиноватые 1,5—5 III. Сильнотрещиноватые 5—30 IV. Очень сильнотрещиноватые > 30	Длина. Блочность. Коэффициент трещинной пустотности $K_{т.п.}$ (площадь трещинных пустот в массиве пород): весьма сильнотрещиноватые > 10 %, сильнотрещиноватые 5—10 %, среднетрещиноватые 2—5 %, слаботрещиноватые < 2 %. Выполнение трещин. Зарисовки
Напластования	По слоистости, образуют отдельности о тонко- до толстоплитчатых				
Выветривания	Хаотичная ориентировка, извилистые, затухают с глубиной				
Тектонические	Четко выраженные системы регионального распространения				

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(рекомендуемое)

ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ ТИПОВ КАРСТА

Литологический тип	Условия распространения и развития	Растворимость пород	Пористость пород, %	Коэффициент фильтрации, м/сут	Провалы
Карбонатный	Распространен наиболее широко, развивается медленнее гипсового и соляного	Мала, концентрация $CaCO_3$ не превышает $n \cdot 100$ мг/л и зависит от свободного CO_2	От единиц до 30—35	До 200 и более	Преобладают территории с частотой провалов менее 0,01 случая не 1 км^2 в год; редки участки с частотой провалов от 0,01 до 0,1—1 случаев на 1 км^2 в год
Меловой (подтип карбонатного)	Распространен широко, развивается медленно	То же	До 50 и более	До $n \cdot 10$ и более	То же
Сульфатный (часто в сочетании с карбонатным)	Распространен достаточно широко, развивается быстрее, чем карбонатный	Значительна, концентрация $CaSO_4$ достигает 7 г/л	Малая, от 0,1 до 6	Практически водонепроницаемы, на сильно закарстованных участках — до 200 и более	Распространены участки с частотой провалов более 0,01 случая и до 0,1—1 случаев на 1 км^2 в год
Соляной (преимущественно в сочетании с гипсовым, реже с карбонатным)	Распространен лишь в районах соляных месторождений, развивается чрезвычайно быстро	Очень высокая	Малая	Практически водонепроницаемы	Достигает одного и более случаев на 1км^2 в год

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

(рекомендуемое)

ОСНОВНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ ПРИХОДНЫХ И РАСХОДНЫХ СТАТЕЙ ВОДНОГО БАЛАНСА, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ РАЗВИТИЕ ПОДТОПЛЕНИЯ НА ЗАСТРОЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Статьи баланса	Основные составляющие водного баланса застроенной территории	
Приходные	Атмосферные осадки	сумма атмосферных осадков, выпадающих на поверхность, в том числе инфильтрация их в зону аэрации и на уровень подземных вод
	Техногенные воды	утечки по сетям водонесущих коммуникаций (водопровод, канализация, теплотрассы) для каждого типа застройки утечки на сооружениях водопотребляющих производств (ТЭЦ, станции очистки воды, насосные станции водопровода и канализации, градирни, шламонакопители, очистные сооружения и др.) полив зеленых насаждений общего пользования (скверы, газоны, бульвары, парки); полив приусадебных участков; орошение массивов сельхозугодий
	Конденсационные воды	накопление конденсационных вод в грунтах обратных засыпок, планировочных подсыпок; в естественных грунтах зоны аэрации на закрытых (асфальт, бетон и пр.) и открытых (скверы, газоны и пр.) площадях
	Подземные воды	поступление воды (инфильтрационное питание и подпертая фильтрация) из прудов, каналов, водохранилищ и т.п. приток напорных подземных вод через нижний водоупор входной расход потока подземных вод на боковых границах
	Поверхностные воды	входной расход поверхностных водотоков на границах (учитывается при условии, что он соизмерим с приходной частью водного баланса исследуемой территории)
Расходные	Испарение	суммарное испарение, в том числе с поверхности, из зоны аэрации, с уровня подземных вод
	Транспирация	перенос воды растениями из почвы в атмосферу (целесообразно определять только для аридного климата при близком залегании грунтовых вод)
	Подземные воды	разгрузка в реки, каналы, водохранилища, пруды, озера, болота и т.д. переток в нижележащие водоносные горизонты отбор искусственными сооружениями (водозаборы, водопонизительные дренажные системы и др.) выходной расход потока подземных вод на боковых границах
	Поверхностные воды	выходной расход поверхностных водотоков на границах (учитывается при условии, что он соизмерим с приходной частью водного баланса рассматриваемой территории)

ПРИЛОЖЕНИЕ И

(рекомендуемое)

КРИТЕРИИ ТИПИЗАЦИИ ТЕРРИТОРИЙ ПО ПОДТОПЛЯЕМОСТИ

Области (по наличию процесса подтопления)	Районы (по условиям развития процесса)	Участки (по времени развития процесса)
I Подтопленные $H_{кр}/H_{ср} \geq 1$	I-А Подтопленные в естественных условиях	I-А-1 Постоянно подтопленные $H_{кр}/H_{ср} \geq 1$ I-А-2 Сезонно (ежегодно) подтапливаемые $H_{кр}/H_{ср} - \Delta h^e \geq 1$
	I-Б Подтопленные в техногенно измененных условиях	I-Б-1 Постоянно подтопленные в результате долговременных техногенных воздействий (старой застройки, ТЭЦ, оросительных систем, и т.п.) $H_{кр}/H_{ср} \geq 1$ I-Б-2 Регулярно (ежегодно) подтапливаемые в результате систематических техногенных воздействий (периодическая подача воды в оросительные системы, сбросы промстоков, утечки мокрых производств) $H_{кр}/H_{ср} - \Delta h^t \geq 1$
II Потенциально подтопляемые $[H_{кр}/(H_{ср} - \Delta h)] \geq 1$	II-$А_1$ Потенциально подтопляемые в результате длительных климатических изменений (глобальное потепление климата, изменение циркуляции атмосферы, увеличение годовой суммы осадков, подъем уровней морей, водохранилищ)	II-$А_1$-1,2,...n Медленное повышение уровня грунтовых вод с прогнозируемым подтоплением через Т лет $[H_{кр}/(H_{ср} - \Delta h^e)] \geq 1$ при Т=1,2,...n
	II-$А_2$ Потенциально подтопляемые в результате экстремальных природных ситуаций (в многоводные годы, при катастрофических паводках)	II-$А_2$-1,2,...,n Периодическое быстрое повышение уровня, повторяющееся с вероятностью P_i $[H_{кр}/(H_{ср} - \Delta h^e)] \geq 1$ при (P_i=1/Т, где Т=1,2,...n лет)
	II-$Б_1$ Потенциально подтопляемые в результате ожидаемых техногенных воздействий (планируемое строительство гидротехнических сооружений, проектируемая промышленная и гражданская застройка с комплексом водонесущих коммуникаций, вырубка лесов и т.п.)	II-$Б_1$-1,2,...n Медленное повышение уровня грунтовых вод с прогнозируемым подтоплением через Т лет $[H_{кр}/(H_{ср} - \Delta h^t)] \geq 1$ при Т=1,2,...n
	II-$Б_2$ Потенциально подтопляемые в результате техногенных аварий и катастроф	II-$Б_2$-1,2,...,n Периодическое быстрое повышение уровня, повторяющееся с вероятностью P_i $[H_{кр}/(H_{ср} - \Delta h^t)] \geq 1$ P_i=1/Т, при Т=1,2,...n лет
III Неподтопляемые $[H_{кр}/(H_{ср} - \Delta h)] < 1$	III-А Неподтопляемые в силу геологических, гидрогеологических, топографических и других естественных причин (скальные трещиноватые породы с глубиной залегания уровня 50 м и более; надежный естественный дренаж и др.)	III-А-1 Подтопление отсутствует и не прогнозируется в будущем $[H_{кр}/(H_{ср} - \Delta h^e)] << 1$

Продолжение приложения И

Области (по наличию процесса подтопления)	Районы (по условиям развития процесса)	Участки (по времени развития процесса)
	III-Б$_1$ Неподтопляемые в силу неосвоенности территории	III-Б$_1$-1 Подтопление отсутствует и не прогнозируется до начала освоения территории $[H_{кр}/(H_{ср} - \Delta h^t)] < 1$
	III-Б$_2$ Неподтопляемые благодаря осуществлению надежных технических мероприятий по снижению уровня грунтовых вод	III-Б$_2$-1 Подтопление отсутствует и не прогнозируется на период действия защитных мероприятий $[H_{кр}/(H_{ср} - \Delta h^t)] < 1$

$H_{ср}$ — глубина среднего многолетнего положения УПВ;
$H_{кр}$ — глубина положения критического уровня;
Δh — прогнозируемое повышение уровня за счет естественных (Δh^e) и техногенных (Δh^t) факторов;
T — время

ПРИЛОЖЕНИЕ К

(справочное)

ВИДЫ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ И ДЕТАЛЬНОСТЬ СООТВЕТСТВУЮЩИХ СХЕМ И ПРОЕКТОВ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ОПТП

Градостроительный кодекс, 1998	Инструкция о составе, порядке разработки, согласования и утверждения градостроительной документации, 1994 г.	СНиП 2.01.15-90. Инженерная защита территорий...
Градостроительная документация Федерального уровня		
Генеральная схема расселения на территории Российской Федерации Схемы градостроительного планирования развития частей территории РФ (*консолидированные схемы градостроительного планирования*)	Генеральная схема расселения, природопользования и территориальной организации производительных сил Российской Федерации Региональные схемы расселения, природопользования и территориальной организации производительных сил (1:1000000; 1:300000)	Схемы, концепции инженерной защиты территорий
Градостроительная документация уровня субъекта Российской Федерации		
Территориальные комплексные схемы градостроительного планирования (развития) территорий субъектов РФ и частей территорий субъектов РФ	Территориальные комплексные схемы охраны природы и природопользования; планирования развития территорий субъектов РФ Схемы и проекты районной планировки (схемы 1:100000 — 1:300000 проекты 1:25000 — 1:50000, до 1:100000)	Основы ГСИЗ (1:500000 — 1:200000) ГСИЗ (1:200000 — 1:100000, с врезками 1:25000 — 1:10000)
Градостроительное планирование развития территорий городских и сельских поселений, других муниципальных образований		
Территориальные комплексные схемы градостроительного планирования развития территорий районов (уездов), сельских округов (волостей, сельсоветов) Генеральные планы городских и сельских поселений Зонирование территорий для осуществления градостроительной деятельности Проекты черты городских и сельских поселений, других муниципальных образований	Генеральные планы территорий сельских органов местного самоуправления (1:5000 — 1:10000) Генеральные планы городов, других поселений (концепция 1:25000 —1:10000, до 1:5000, генплан 1:10000 — 1:5000, до 1:2000) Генеральные планы функциональных территорий (1:5000) Проекты городской, поселковой черты (1:2000, 1:5000, 1:10000, 1:25000 в зависимости от площади)	ГСИЗ (1:25000 — 1:10000) ДСИЗ (1:5000) ТЭО инженерной защиты (1:5000)
Градостроительная документация о застройке территорий городских и сельских поселений		
Проекты планировки частей территорий городских и сельских поселений	Проекты детальной планировки (1:2000, 1:1000)	ТЭО инженерной защиты (1:2000) Проекты сооружений инженерной защиты (1:5000 — 1:1000)

Продолжение приложения К

Градостроительный кодекс, 1998	Инструкция о составе, порядке разработки, согласования и утверждения градостроительной документации, 1994 г.	СНиП 2.01.15-90. Инженерная защита территорий...
Проекты межевания территорий Проекты застройки кварталов, микрорайонов и других элементов планировочной структуры (проект застройки)	Проекты застройки (1:500 или 1:1000)	

Примечания

Перечисленные в Инструкции (1994) проектные работы (кроме ПЗ) именуются «планировочная градостроительная документация».

Для исторических городов и других поселений разрабатываются проекты реконструкции в соответствии с Примерным положением о порядке проектирования, планирования, финансирования и осуществления комплексной реконструкции районов исторической застройки, утвержденным приказом Госкомархитектуры от 31 марта 1989 г. № 54.

ГСИЗ — генеральная схема инженерной защиты;

ДСИЗ — детальная схема инженерной защиты.

ПРИЛОЖЕНИЕ Л

(справочное)

МЕТОДЫ ПРОГНОЗА ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИ ИЗЫСКАНИЯХ В РАЙОНАХ РАЗВИТИЯ ПОДТОПЛЕНИЯ

Задачи гидрогеологических исследований	Масштаб исследований	Виды и методы прогноза
Предпроектная градостроительная документация		
(региональные схемы расселения, схемы градостроительного планирования развития частей территории РФ (консолидированные схемы градостроительного планирования), территориальные комплексные схемы градостроительного планирования развития территорий субъектов РФ и их частей, муниципальных образований (районов, округов), основы генеральных схем инженерной защиты и генеральные схемы инженерной защиты)		
Составление карты гидрогеологического районирования по условиям развития подтопления с оценкой опасности процесса Концепция инженерной защиты от подтопления Выбор территорий городов, поселений, отдельных объектов, нуждающихся в первоочередной инженерной защите от подтопления	1:500000—1:100000 (реже 1:1000000)	Прогноз изменения гидрогеологических условий Метод гидрогеологического картографирования и метод аналогий Математическое моделирование, аналитические расчеты — для отдельных фрагментов территорий
Генеральные планы городских и сельских поселений; зонирование территорий для осуществления градостроительной деятельности, генеральные и детальные схемы инженерной защиты городов и других поселений от подтопления		
Составление карты гидрогеологического районирования по условиям развития подтопления с оценкой опасности Выделение территорий, нуждающихся в первоочередной защите от подтопления Разработка инженерно-гидрогеологического обоснования генеральных и (или) детальных схем инженерной защиты	1:25000—1:10000 (до 1:5000—1:2000)	Прогноз изменения гидрогеологических условий, в том числе, с учетом работы рекомендуемых защитных сооружений Метод математического моделирования и метод аналогий (при наличии объекта-аналога); метод гидрогеологического картографирования
Проектная градостроительная документация		
(проекты черты городских и сельских поселений, других муниципальных образований, проекты планировки и застройки кварталов, микрорайонов и других элементов планировочной структуры, детальные схемы инженерной защиты, проекты сооружений инженерной защиты от опасных природных процессов)		
Разработка инженерно-гидрогеологического обоснования детальных схем инженерной защиты и проектов сооружений и мероприятий инженерной защиты	1:10000—1:1000 (до 1:500)	Прогноз изменения гидрогеологических условий при застройке, в том числе, с учетом проектируемых сооружений и мероприятий по инженерной защите Методы математического моделирования, аналитические расчеты
Обоснования инвестиций		
Определение цели инвестирования и составление ходатайства (декларации) о намерениях		
Составление карты районирования по условиям развития подтопления с оценкой опасности для районов возможного размещения объектов строительства	1:50000—1:25000 (до 1:10000—1:5000)	Метод аналогий; метод гидрогеологического картографирования; метод математического моделирования и (или) аналитические расчеты для отдельных фрагментов территории

Продолжение приложения Л

Задачи гидрогеологических исследований	Масштаб исследований	Виды и методы прогноза
Разработка обоснований инвестиций в строительство объекта		
Выбор площадки строительства с учетом стоимости инженерной защиты от подтопления. Инженерно-гидрогеологическое обоснование защиты от подтопления наиболее крупных и сложных зданий и сооружений с оценкой стоимости защиты Оценка воздействия объекта на геологическую среду	1:25000—1:10000 (до 1:5000—1:1000)	Прогноз изменения гидрогеологических условий с учетом работы защитных сооружений Метод математического моделирования или аналитических расчетов; метод аналогий (при наличии объекта-аналога)
Примечание — Метод гидрогеологического картографирования следует применять для масштабов 1:25000 и мельче.		

УДК 624.131

Ключевые слова: инженерно-геологические изыскания для строительства, опасные геологические и инженерно-геологические процессы, склоновые процессы, карст, переработка берегов, сели, подтопление, прогноз изменений инженерно-геологических условий, стационарные наблюдения, техногенные воздействия

Издание официальное

ГОССТРОЙ РОССИИ

СВОД ПРАВИЛ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СТРОИТЕЛЬСТВУ

СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства

Часть II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов

Зав. изд. отд. *Л.Ф.Калинина*
Технический редактор *Т.М. Борисова*
Корректор *И.Н. Грачева*
Компьютерная верстка *Л.Н. Аверьянова*

Формат 60×84 $^{1}/_{8}$. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 11,3. Тираж 100 экз. Заказ № 924

Государственное унитарное предприятие —
Центр проектной продукции в строительстве (ГУП ЦПП)
127238, Москва, Дмитровское ш., 46, корп. 2.
Тел/факс: (095) 482-42-65 — приемная.
Тел.: (095) 482-42-94 — отдел заказов;
(095) 482-41-12 — проектный отдел;
(095) 482-42-97 — проектный кабинет.

ДЛЯ ЗАМЕТОК