

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

А.П. Неволин

**ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ.
ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ
ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА**

Утверждено

*Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебно-методического пособия*

Издательство

Пермского национального исследовательского
политехнического университета

2014

УДК 624.131.1

Н40

Рецензенты:

д-р техн. наук, профессор *А.Б. Пономарев*,
канд. техн. наук, доцент *В.И. Клевеко*
(Пермский национальный исследовательский
политехнический университет);
канд. техн. наук *Б.В. Васильев*, *С.А. Костров*
(ООО «Институт “Пермский Промстройпроект”»)

Неволин, А.П.

Н40 Инженерная геология. Инженерно-геологические изыскания для строительства : учеб.-метод. пособие / А.П. Неволин. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 85 с.

ISBN 978-5-398-01320-7

Представлены состав и виды работ, выполняемых при инженерно-геологических изысканиях, виды горных выработок и способы бурения скважин. Даны основные понятия о составе отчетов по изысканиям; особенности изысканий в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов и в районах распространения специфических грунтов.

Предназначено для студентов всех форм обучения и всех специальностей, изучающих дисциплину «Инженерная геология». Основная цель пособия – научить студентов строительных специальностей правильно читать и понимать отчеты по инженерно-геологическим изысканиям, составленные профессиональными геологами.

УДК 624.131.1

ISBN 978-5-398-01320-7

© ПНИПУ, 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Общие положения	6
2. Этапы изысканий.....	7
3. Инженерно-геологические изыскания	9
4. Виды работ, выполняемых при инженерно-геологических изысканиях.....	10
4.1. Сбор и обработка материалов изысканий и исследований прошлых лет.....	10
4.2. Дешифрование аэро- и космфотоматериалов и аэровизуальные наблюдения.....	11
4.3. Рекогносцировочные обследования территорий.....	12
4.4. Маршрутные наблюдения.....	12
4.5. Проходка горных выработок.....	12
4.6. Геофизические исследования.....	13
4.7. Полевые исследования грунтов.....	13
4.8. Гидрологические исследования.....	14
4.9. Стационарные наблюдения.....	15
4.10. Лабораторные исследования грунтов.....	16
4.11. Обследование грунтов оснований фундаментов.....	17
5. Виды горных выработок при инженерно-геологических изысканиях.....	17
6. Способы и разновидности бурения скважин.....	18
7. Геофизические методы исследований.....	20
7.1. Электромагнитные методы.....	20
7.2. Сейсмоакустические методы.....	21
7.3. Магнитометрические методы.....	21
7.4. Гравиметрические методы.....	21
7.5. Ядерно-физические методы.....	22
7.6. Термометрия.....	22
7.7. Термины, применяемые при геофизических методах исследований.....	23
8. Инженерно-геологические изыскания в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов.....	24
8.1. Изыскания в районах развития склоновых процессов.....	24
8.2. Изыскания в районах карста.....	25

8.3. Изыскания в районах развития процессов переработки берегов водохранилищ.....	26
8.4. Изыскания в районах развития селей.....	27
8.5. Изыскания в районах развития подтопления.....	29
9. Изыскания в районах распространения специфических грунтов.....	30
9.1. Изыскания в районах распространения просадочных грунтов.....	31
9.2. Изыскания в районах распространения набухающих грунтов.....	32
9.3. Изыскания в районах распространения органо-минеральных и органических грунтов.....	33
9.4. Изыскания в районах распространения засоленных грунтов.....	35
9.5. Изыскания в районах распространения элювиальных грунтов.....	37
9.6. Изыскания в районах распространения техногенных грунтов.....	38
10. Инженерно-геологические изыскания для разработки предпроектной документации.....	38
11. Инженерно-геологические изыскания для разработки проекта.....	41
12. Инженерно-геологические изыскания для разработки рабочей документации.....	42
13. Общие требования к инженерно-геологическим изысканиям.....	45
Список нормативной документации.....	49
Приложение А. Примеры графических материалов отчетов по инженерно-геологическим изысканиям.....	52
А1. Карта фактического материала.....	53
А2. Инженерно-геологический разрез.....	54
А3. Инженерно-геологическая колонка.....	55
А4. Статическое зондирование.....	56
Приложение Б. Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям.....	57
Б1. Линии условных графических обозначений.....	58

Б2. Условные графические обозначения горных выработок, пикетов, точек испытания грунтов, наблюдений и исследований, применяемые на инженерно-геологических картах	59
Б3. Условные графические обозначения консистенции и степени влажности грунтов, применяемые на инженерно-геологических разрезах и колонках	64
Б4. Условные графические обозначения основных видов грунтов, применяемые на инженерно-геологических разрезах и колонках	65
Б5. Условные графические обозначения характерных литологических особенностей грунтов	73
Б6. Условные графические обозначения элементов геоморфологии и физико-геологических явлений, применяемые на инженерно-геологических картах	76
Б7. Условные графические обозначения элементов гидрогеологии	79
Приложение В. Условные буквенные обозначения эры, периода, эпохи образования горных пород и генотипа грунтов	81
В1. Обозначения эры, периода, эпохи образования горных пород	82
В2. Обозначения генотипов отложений	84

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Инженерно-геологические изыскания являются частью инженерных изысканий, выполняемых для подготовки (разработки) проектной документации, строительства, эксплуатации и ликвидации предприятий, зданий и сооружений. Разработка проектной документации без выполнения соответствующих изысканий не допускается.

Инженерные изыскания для строительства являются видом строительной деятельности, обеспечивают комплексное изучение условий территории объектов строительства, составление прогнозов взаимодействия этих объектов с окружающей средой, обоснование их инженерной защиты и безопасных условий жизни людей.

На основе материалов инженерных изысканий для строительства осуществляется разработка предпроектной документации, обоснований инвестиций в строительство, проектов и рабочей документации строительства предприятий, зданий и сооружений, включая расширение, реконструкцию, техническое перевооружение, эксплуатацию и ликвидацию объектов.

Инженерные изыскания для строительства выполняются в целях получения:

– материалов о природных условиях территории, на которой будет осуществляться строительство, факторах техногенного воздействия на окружающую среду объектов строительства, прогнозе изменения природных условий, необходимых для принятия решений относительно такой территории;

– материалов, необходимых для компоновки зданий, строений, сооружений; принятия конструктивных и объемно-планировочных решений этих зданий, строений, сооружений; проектирования инженерной защиты объектов, разработки мероприятий по охране окружающей среды, проекта организации строительства, реконструкции объектов капитального строительства;

– материалов, необходимых для проведения расчетов оснований, фундаментов и конструкций зданий, строений, сооружений, для расчетов их инженерной защиты, для разработки решений о проведении профилактических и других необходимых мероприятий, выполнения земляных работ, а также для подготовки решений по вопросам, возникающим при разработке проектной документации, ее согласовании и утверждении.

В состав инженерных изысканий для строительства входят следующие основные их виды:

- инженерно-геодезические;
- инженерно-геологические;
- инженерно-гидрометеорологические;
- инженерно-экологические;
- изыскания грунтовых строительных материалов;
- изыскания источников водоснабжения на базе подземных вод.

К инженерным изысканиям для строительства также относятся:

- геотехнический контроль;
- обследование грунтов оснований фундаментов зданий и сооружений;
- оценка опасности и риска от природных и техноприродных процессов;
- обоснование мероприятий по инженерной защите территорий;
- локальный мониторинг компонентов окружающей среды;
- сопутствующие геодезические, геологические, гидрогеологические, гидрологические и другие работы и исследования (наблюдения) в процессе строительства, эксплуатации и ликвидации объектов.

Основной целью инженерных изысканий является изучение условий строительства зданий, строений и сооружений для обеспечения их нормальной работы в процессе строительства и эксплуатации. Изыскания обеспечивают проекты строительства качественной инженерной информацией, в том числе геологической.

Изыскания – это выявление экономически оптимальных и технически целесообразных условий размещения и возведения зданий и сооружений (объектов) с учетом рационального использования геологической среды и охраны природы.

2. ЭТАПЫ ИЗЫСКАНИЙ

Инженерные изыскания производят, как правило, в несколько стадий, регламентируемых СНиП 11–02 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения», и увязывают со стадиями проектирования.

В соответствии со СНиП 11–01 «Инструкция о порядке разработки и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений» (действует по письму Госстроя России от

20.03.2003 № СК-1692/3 в качестве рекомендательного документа) разработка проектной документации для строительства объектов осуществляется на основе утвержденных обоснований инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений, также называемых предпроектной стадией.

Основным проектным документом является проект. На основании утвержденного проекта разрабатывается рабочая документация.

Для объектов массового строительства и повторного применения, а также технически несложных объектов на основе утвержденных обоснований инвестиций в строительство может разрабатываться рабочий проект (утверждаемая часть и рабочая документация) или рабочая документация.

Для разработки проектной документации между заказчиком и проектировщиком заключается договор (контракт), в котором оговариваются этапы и стадийность проектирования, объем и состав выдаваемой заказчику проектной документации. Неотъемлемой частью договора (контракта) является задание на проектирование, рекомендуемый состав и содержание которого приведены в приложениях А и Б СНиП 11–01. Вместе с заданием на проектирование заказчик выдает проектной организации исходные материалы, среди которых важное место занимают материалы инженерных изысканий на площадке строительства.

Основными этапами (стадиями) проектирования на сегодня являются:

- обоснование инвестиций;
- проект;
- рабочий проект;
- рабочая документация.

Каждой стадии проектирования соответствует своя стадия (этап) инженерных изысканий. Выбор количества этапов изысканий и их привязка к стадии проектирования осуществляется для каждого объекта индивидуально и зависит от конкретных условий, определенных процессом проектирования, сложностью объекта строительства, природными условиями площадки строительства и другими факторами. При этом отдельные этапы проектирования, изысканий могут быть опущены или совмещены с другими этапами.

3. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ

Инженерно-геологические изыскания обеспечивают комплексное изучение инженерно-геологических условий района (площадки, участка, трассы) проектируемого строительства:

- рельеф, геоморфологические особенности;
- геологическое строение;
- гидрогеологические условия;
- состав, состояние и свойства грунтов;
- геологические и инженерно-геологические процессы;
- изменение условий застроенных территорий;
- составление прогноза изменений инженерно-геологических условий в сфере взаимодействия проектируемых объектов с геологической средой.

В общем случае в состав инженерно-геологических изысканий входят:

- сбор и обработка материалов изысканий прошлых лет;
- дешифровка аэро- и космофотоматериалов;
- маршрутные наблюдения (рекогносцировочные обследования);
- проходка горных выработок;
- геофизические исследования;
- полевые исследования грунтов;
- гидрогеологические исследования;
- лабораторные исследования грунтов и подземных вод;
- сейсмологические исследования;
- сейсмологическое микрорайонирование;
- стационарные наблюдения;
- обследование грунтов оснований существующих зданий, строений, сооружений;
- камеральная обработка материалов изысканий;
- составление прогноза изменений инженерно-геологических условий;
- оценка опасности и риска от геологических и инженерно-геологических процессов;
- составление технического отчета.

Технический отчет – итоговый документ по результатам инженерно-геологических изысканий – состоит, как правило, из текстовой и графической частей и приложений.

4. ВИДЫ РАБОТ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ ПРИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ

4.1. Сбор и обработка материалов изысканий и исследований прошлых лет

Сбор и обработка материалов изысканий и исследований прошлых лет проводится для каждого этапа (стадии) разработки предпроектной и проектной документации. Материалы, подлежащие сбору и обработке:

- технические отчеты об инженерно-геологических изысканиях, проводившихся в изучаемом районе;
- данные о гидрогеологических, геофизических и сейсмологических исследованиях;
- отчеты о стандартных наблюдениях и другие данные, находящиеся в государственных и ведомственных фондах и архивах.

В состав материалов, подлежащих сбору и обработке, включают сведения о гидрографической сети района исследований, особенностях рельефа, геологическом строении, геодинамических процессах, гидрогеологических условиях, геологических и инженерно-геологических процессах, физико-механических свойствах грунтов, составе подземных вод, техногенных воздействиях и последствиях хозяйственного освоения территории.

На основании собранных материалов формируется рабочая гипотеза об *инженерно-геологических условиях* исследуемой территории, устанавливается *категория сложности инженерно-геологических условий*.

Инженерно-геологические условия – совокупность характеристик компонентов геологической среды исследуемой территории (рельеф, состав и состояние горных пород, условия их залегания и свойства, включая подземные воды), *геологические* и *инженерно-геологические процессы*, влияющие на проектирование, строительство и эксплуатацию объектов.

Категории сложности инженерно-геологических условий – условная классификация *геологической среды* по совокупности факторов инженерно-геологических условий, определяющих сложность изучения исследуемой территории и выполнение различного состава и объемов изыскательских работ. Выделяют три категории: I (простая), II (средней сложности) и III (сложная).

Геологический процесс – изменение состояния компонентов геологической среды во времени и в пространстве под воздействием природных факторов.

Инженерно-геологический процесс – изменение состояния геологической среды во времени и в пространстве под воздействием техногенных факторов.

Геологическая среда – верхняя часть литосферы (горные породы, подземные воды, газы, физические поля – тепловые, гравитационные, электромагнитные и др.), в пределах которой осуществляется инженерно-строительная деятельность.

4.2. Дешифрование аэро- и космфотоматериалов и аэровизуальные наблюдения

Дешифрование аэро- и космфотоматериалов и аэровизуальные наблюдения производятся при изучении и оценке инженерно-геологических условий значительных по площади (протяженности) территорий, при сборе и обработке материалов изысканий и исследований прошлых лет (предварительное дешифрование), при проведении наземных маршрутных наблюдений в процессе инженерно-геологической съемки или рекогносцировочного обследования (уточнение результатов предварительного дешифрования) и при камеральной обработке материалов изысканий (окончательное дешифрование).

Дешифрование материалов и аэровизуальные наблюдения выполняются:

- для уточнения границ распространения генетических типов четвертичных отложений;
- уточнения и выявления тектонических нарушений;
- выявление районов (участков) развития геологических и инженерно-геологических процессов;
- установления и уточнения границ ландшафтов и геоморфологических элементов;
- установления последствий техногенных воздействий.

Дешифруются различные виды съемок: фотографическая, телевизионная, сканерная, инфракрасная, радиолокационная и другие, осуществляемые с искусственных спутников Земли, орбитальных станций, космических кораблей, самолетов, вертолетов и с возвышенностей рельефа.

4.3. Рекогносцировочные обследования территорий

Рекогносцировочные обследования территорий включают:

- осмотр места изыскательских работ;
- визуальную оценку рельефа;
- описание обнажений, карьеров, выработок, водопроявлений, внешних проявлений геодинамических процессов;
- описание геоботанических индикаторов гидрогеологических и экологических условий;
- опрос местного населения о проявлении опасных геологических и инженерно-геологических процессов, об имевших место чрезвычайных ситуациях и др.

4.4. Маршрутные наблюдения

Маршрутные наблюдения проводят в процессе рекогносцировочного обследования и инженерно-геологической съемки для выявления основных особенностей инженерно-геологических условий исследуемой территории по топографическим планам и картам, составленным в результате сбора и обобщения материалов изысканий прошлых лет. Наибольшее внимание уделяют неблагоприятным участкам территории с наличием опасных геологических и инженерно-геологических процессов, специфических и других видов слабоустойчивых грунтов, близким залеганием грунтовых вод, пестрым литологическим составом грунтов, высокой расчлененностью рельефа.

Маршрутные наблюдения осуществляют по направлениям, перпендикулярным к границам основных геоморфологических элементов и контурам геологических структур, простирацию и тектоническим нарушениям, а также вдоль эрозионных элементов, по намеченным трассам линейных сооружений.

По результатам маршрутных наблюдений намечают участки детальных исследований, составления геологических разрезов, места выработок для определения состава, состояния и свойств грунтов.

4.5. Проходка горных выработок

Проходка горных выработок производится с целью:

- установления или уточнения геологического разреза, условий и глубины залегания грунтов и подземных вод;

- отбора образцов грунта и проб подземных вод;
- проведения полевых исследований свойств грунтов;
- выполнения стационарных наблюдений (локального мониторинга компонентов геологической среды);
- выявления и оконтуривания зон проявления геологических и инженерно-геологических процессов.

4.6. Геофизические исследования

Геофизические исследования выполняются на всех стадиях (этапах) изысканий в сочетании с другими видами инженерно-геологических работ:

- для определения состава и мощности рыхлых четвертичных (и более древних) отложений;
- выявления литологического строения массива горных пород, тектонических нарушений и зон трещиноватости;
- определения глубины залегания уровней подземных вод, водопоров и направления потоков подземных вод, гидрогеологических параметров грунтов и водоносных горизонтов;
- определения состава, состояния и свойств грунтов в массиве;
- выявления и изучения процессов и их изменений;
- проведения мониторинга опасных процессов.

4.7. Полевые исследования грунтов

Полевые исследования грунтов проводят при изучении массивов грунтов с целью:

- расчленения геологического разреза, оконтуривания линз и прослоев слабых грунтов и выделения ИГЭ (инженерно-геологических элементов);
- определения физических, деформационных и прочностных свойств грунтов в условиях естественного залегания;
- определения показателей сопротивления грунтов основания свай;
- оценки пространственной изменчивости свойств грунтов;
- оценки возможности погружения свай в грунты и определения несущей способности свай;
- проведения стационарных наблюдений за изменением во времени физико-механических свойств намывных и насыпных грунтов;
- определения динамической устойчивости водонасыщенных грунтов.

К методам полевых исследований свойств грунтов относятся:

- статическое и динамическое зондирования;
- испытание штампом;
- испытание прессиометром;
- испытание на срез целиков грунта;
- вращательный срез;
- испытание эталонной сваей;
- испытания грунтов натуральными сваями.

4.8. Гидрологические исследования

Гидрологические исследования производятся, когда в сфере взаимодействия проектируемого объекта с геологической средой распространены или формируются подземные воды, возможно загрязнение или истощение водоносных горизонтов при эксплуатации объекта, прогнозируется подтопление или подземные воды оказывают существенное влияние на изменение свойств грунтов, а также на интенсивность развития геологических и инженерно-геологических процессов (суффозия, карст, оползни, пучение и др.).

Гидрологические исследования выполняются для определения гидрологических параметров и характеристик:

1. Параметры и характеристики грунтов:

- коэффициент фильтрации (водопроницаемости);
- коэффициент водоотдачи (гравитационной или упругой);
- коэффициент недостатка насыщения;
- высота капиллярного поднятия (капиллярный вакуум);
- удельное водопоглощение (относительная водопроницаемость).

2. Параметры и характеристики водоносных горизонтов:

- мощность водоносного горизонта;
- направление подземного потока;
- гидравлический градиент (уклон) подземного потока;
- коэффициент водопроницаемости;
- коэффициент непроницаемости (пьезопроницаемости);
- коэффициенты протекания и вертикального водообмена;
- фильтрационное сопротивление днщ водоемов;
- действительная скорость движения подземных вод;
- инфильтрационное питание (модуль питания пласта).

Определение гидрогеологических параметров и характеристик грунтов и водоносных горизонтов осуществляется следующими методами:

- полевые испытания в соответствии с ГОСТ 23278, экспресс-откачка и наливы, расчеты по формулам и лабораторные методы;
- кустовые откачки из скважин;
- стационарные наблюдения за уровнем подземных вод;
- наливы воды в шурфы;
- наливы воды в скважины;
- нагнетание воды в скважины;
- нагнетание воздуха в скважины;
- поинтервальное опытно-фильтрационное опробование;
- анализ гидрогеологических разрезов, гидроизогипс, гидроизопьез;
- опытные откачки из скважин;
- полевые геофизические и индикаторные методы.

4.9. Стационарные наблюдения

Стационарные наблюдения – постоянные (в том числе периодические) наблюдения (измерения) за изменениями состояния отдельных компонентов инженерно-геологических условий территории в заданных пунктах – проводятся для изучения:

- динамики развития опасных геологических процессов;
- развития подтопления, деформации подработанных территорий, осадок и просадок территории при сейсмической активности;
- изменения состояния и свойств грунтов, режимов подземных вод, глубин сезонного промерзания и оттаивания грунтов;
- осадки, набухания и других изменений состояния грунтов основания фундаментов, состояния сооружений инженерной защиты и др.

Стационарные наблюдения проводят на специально оборудованных пунктах (участках, площадках, станциях, постах) наблюдательной сети, которые могут использоваться после завершения строительства объекта.

В качестве средств проведения стационарных наблюдений используют режимные геофизические исследования – измерения, осуществляемые периодически в одних и тех же точках или по одним и тем же профилям, измерения с закрепленными датчиками и приемниками, а также режимные наблюдения на специально оборудованных гидрогеологических скважинах.

4.10. Лабораторные исследования грунтов

Лабораторные исследования грунтов выполняются для определения их состава, состояния, физических и механических свойств для выделения классов, подклассов, групп, подгрупп, типов, видов и разновидностей в соответствии с ГОСТ 25100, определения их нормативных и расчетных характеристик выполнения степени однородности грунтов по площади и глубине, выделения инженерно-геологических элементов.

Выбор вида и состава лабораторных определений характеристик грунта производится в зависимости от вида грунта, этапа изысканий (стадии проектирования), характеристики проектируемого объекта (табл. 1). При этом в обязательном порядке производятся следующие виды определений:

- для скальных грунтов:
 - плотность;
 - сопротивление одноосному сжатию;
- для крупнообломочных и песчаных грунтов:
 - гранулометрический состав;
 - природная влажность;
 - плотность;
 - плотность частиц грунта;
- для глинистых грунтов:
 - природная влажность;
 - плотность;
 - плотность частиц грунта;
 - границы текучести и раскатывания;
 - компрессионное сжатие;
 - трехосное сжатие;
 - сопротивление срезу.

Таблица 1

Виды лабораторных определений
физико-механических свойств грунтов

Лабораторное определение	Вид грунта	ГОСТ
Гранулометрический состав	Крупнообломочные, песчаные	12536
Природная влажность	Все кроме скальных	5180
Плотность	Все виды грунтов	5180

Лабораторное определение	Вид грунта	ГОСТ
Плотность частиц грунта	————//————	5180
Границы текучести и раскатывания	Глинистые грунты	5180
Компрессионное сжатие	————//————	12248
Трехосное сжатие	————//————	12248
Сопротивление срезу	————//————	12248
Сопротивление одноосному сжатию	Скальные грунты	12248
Лабораторные испытания. Общие положения	————	30416

4.11. Обследование грунтов оснований фундаментов

Обследование грунтов оснований фундаментов существующих зданий и сооружений проводят при их реконструкции, расширении, техническом перевооружении с увеличением нагрузок, строительстве новых зданий вблизи существующих (в пределах зоны влияния), в случаях деформаций и аварий зданий и сооружений.

При обследовании выявляют степень изменения инженерно-геологических условий, состава, состояния и свойства грунтов; активности инженерно-геологических процессов.

5. ВИДЫ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ПРИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ

Закопушки – открытые выработки в виде ямок глубиной до 0,6 м; применяются для вскрытия грунтов при мощности перекрывающих отложений до 0,5 м.

Расчистки – открытые выработки глубиной до 1,5 м; применяются для вскрытия грунтов на склонах при мощности перекрывающих отложений не более 1,0 м.

Канавы – открытые линейные горные выработки глубиной до 3,0 м; применяются для вскрытия крутопадающих слоев грунта при мощности перекрывающих отложений до 2,5 м.

Траншеи (от фр. *Tranchee* – ров, канава) – открытая линейная горная выработка трапециевидного сечения глубиной до 6,0 м. Разведоч-

ные траншеи применяют для вскрытия крутопадающих слоев грунта при мощности перекрывающих отложений до 2,5 м.

Шурфы и дудки (шурф от нем. *Schurf*) – вертикальная или наклонная горная выработка, имеющая выход на поверхность, небольшого сечения, глубиной до 20 м; применяется для вскрытия грунтов, залегающих горизонтально или моноклиально.

Шахты – вертикальные или слегка наклонные горные выработки, имеющие выход на поверхность; глубина и размеры определяются программой изысканий; применяются в сложных инженерно-геологических условиях при строительстве уникальных объектов.

Штольни (от нем. *Stollen*) – горизонтальные или наклонные подземные горные выработки, имеющие выход на поверхность; глубина и размеры определяются программой изысканий; применяются в сложных инженерно-геологических условиях.

Штреки (от нем. *Strecke*) – горизонтальная подземная горная выработка, не имеющая выхода на поверхность и расположенная по простиранию слоя, пласта; глубина и размеры определяются программой изысканий; применяются в сложных инженерно-геологических условиях.

Скважина буровая – цилиндрическая вертикальная горная выработка, имеющая малое поперечное сечение (диаметр 34–325 мм); количество скважин, их глубина, диаметр определяются способами бурения и программой изысканий.

6. СПОСОБЫ И РАЗНОВИДНОСТИ БУРЕНИЯ СКВАЖИН

Колонковое бурение – вращательное бурение, при котором разрушение горной породы осуществляется по периферийной (кольцевой) части забоя скважины с сохранением нетронутой центральной части (керн). Различают разновидности: с промывкой водой; с промывкой глиняным раствором; с продувкой воздухом; с промывкой солевыми и охлажденными растворами; с призабойной циркуляцией промывочной жидкости; всухую.

Керн (от нем. *Kern*) – цилиндрическая колонка горной породы, получаемая в результате колонкового бурения; служит для геологического изучения и опробования.

Роторное бурение – способ проходки скважин, при котором вращение на долото передается через колонну бурильных труб от ротора, расположенного на поверхности.

Турбинное бурение – способ бурения скважин, при котором вращение долота осуществляется забойной машиной (турбобуром), приводимой в движение энергией потока промывочной жидкости и сообщаемой вращение долоту в скважине.

Долото буровое – инструмент для механического разрушения горных пород на забое буровой скважины.

Ударно-канатное бурение – выполнение вертикальной скважины путем разрушения горных пород закрепленным на канате буровым снарядом массой 0,5–3 т. Бывает кольцевым забоем, подразделяемое на забивное и клюющее, и сплошным забоем с применением долот и желонки.

Гидроударное бурение – ударно-вращательное бурение с использованием гидроударника; применяется в скальных породах.

Вибрационный способ – способ бурения скважин с применением вибратора или вибромолота; применяется при бурении песчаных и глинистых обводненных и слабообводненных грунтов.

Дробовое бурение – вид вращательного бурения, при котором разрушение горной породы осуществляется стальной или чугунной дробью, находящейся на забое скважины под *буровой коронкой*; применяется в твердых абразивных породах.

Коронка буровая – разновидность долота бурового; используется для бурения скважин с отбором керна.

Кустовое бурение – выполнение группы наклонно направленных скважин с общего основания небольшой площади, на котором размещаются буровая установка и устьевое оборудование; применяется в заболоченной местности, при пересеченном рельефе.

Шнековое бурение – вид вращательного бурения, при котором разрушенная резцом порода с забоя скважины удаляется вращающимся шнеком (винтовым конвейером); применяется для проведения неглубоких скважин в некрепких породах.

Пневмоударное бурение – способ бурения скважин с применением в качестве рабочего органа пневмоударника (аналог отбойного молотка), погружаемого в буровую скважину, а сжатый воздух подается по

шлангам или трубам; применяется для проходки скважин диаметром 100–200 мм глубиной до 50 м в скальных породах.

Пакер (англ. *packer*, от *pack* – уплотнять) – приспособление, спускаемое в буровую скважину на трубах для разобщения пласта с затрубным пространством или двух пластов между собой.

Плазменное бурение – способ бурения горных пород высокой крепости с применением плазмобура.

Плазмобур – забойный плазменный инструмент для бурения скважин; разновидность плазмотрона с электрическим дуговым разрядом. Плазмотрон (плазменный генератор) – газоразрядное устройство для получения низкотемпературной плазмы, $T = 10^4$ К.

7. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Геофизические методы – способы и средства изучения строения, состава и состояния геологической среды путем измерения параметров физических полей искусственного или естественного происхождения с последующей обработкой и интерпретацией получаемой при этом информации.

Геофизические методы подразделяются:

- на электромагнитные;
- сейсмоакустические;
- магнитометрические;
- гравиметрические;
- ядерно-физические;
- термоэлектрические.

При геофизических исследованиях основными являются методы, которые могут решать поставленную задачу самостоятельно и основаны на существенном различии контактирующих горных пород по свойствам, определяющим структуру и интенсивность исследуемого поля.

7.1. Электромагнитные методы

Электромагнитные методы основаны на изучении параметров (изменения параметров) естественных и искусственно создаваемых электромагнитных полей различного происхождения; включают методы естественного электромагнитного поля, методы постоянного (или низкочастотного) тока и методы переменных электромагнитных полей.

Каждая из этих групп методов имеет множество модификаций (разновидностей), основанных на выборе измеряемого параметра, направлении изучаемого поля (площадное профилирование, вертикальное зондирование и т.д).

7.2. Сейсмоакустические методы

Сейсмоакустические методы основаны на изучении динамических и кинематических характеристик упругих колебаний в среде, создаваемых искусственными источниками возбуждения. Основой применения сейсмоакустических методов является различие скоростей распространения упругих волн и характеристик их поглощения, которые обусловлены составом, свойствами и состоянием грунтов. К изучаемым характеристикам горных пород (грунтов) по их сейсмическим свойствам относятся:

- скорости распространения в горных породах продольных, поперечных, поверхностных волн;
- соответствующие коэффициенты (декременты) поглощения, а также величины их соотношений.

Сейсмоакустические методы по диапазонам используемых частот колебаний подразделяются:

- на сейсмические (диапазон частот менее 1 кГц);
- акустические (диапазон частот 1–17 кГц);
- ультразвуковые (диапазон частот более 17 кГц). Используются для изучения строения литосферы, поисков и подготовки к разведочному бурению геологических структур.

7.3. Магнитометрические методы

Магнитометрические методы основаны на изучении полей в условиях залегания магнитоактивных горных пород (основные изверженные, некоторые метаморфические и песчано-глинистые осадочные породы с содержанием обломков с повышенной магнитной восприимчивостью).

7.4. Гравиметрические методы

Гравиметрические методы (гравиразведка) основаны на изучении поля силы тяжести, аномалии которого связаны с изменением плотности пород. Отличительная особенность метода при инженерно-геоло-

гических изысканиях заключается в производстве наземных наблюдений на ограниченных площадках с целью поиска грунтовых неоднородностей.

Наблюдения выполняются высокочувствительными гравиметрами с применением методик регистрации и обработки, позволяющих оценить локальную аномалию с точностью несколько микрогал (10^{-8} мс⁻²).

7.5. Ядерно-физические методы

Ядерно-физические методы основаны на существовании связей ядерных свойств пород с их плотностью, влажностью и глинистостью. Наиболее широко используются гамма-гамма-метод определения плотности, нейтрон-нейтронный метод определения влажности и метод естественной радиоактивности для определения глинистости, как правило, в модификациях скважинного и пенетрационного каротажа. Работы первыми двумя методами требуют использования искусственных радиоактивных источников.

Газово-эманационные методы используются для определения уровня содержания радиоактивных газов – радона и тарона – и их соотношения, а также содержания газов CH₄ + CO₂ в почвенном воздухе. В зависимости от стадии проектирования и задач изысканий проводится площадная или профильная съемка в модификации (радон-тароновых) или совместных (газово-эманационных) измерений. Отбор проб почвенного воздуха в зависимости от масштаба съемки и стадии (этапа) проектирования выполняется по сетке от 5×5 м до 20×20 м.

7.6. Термометрия

Термометрия основана на изучении температурного поля грунтов. Информация, полученная с ее помощью, используется при интерпретации геофизических данных (особенно в районах распространения мерзлых грунтов, где ее применение является обязательным). Кроме того, результаты измерения температуры в грунтовом массиве или в толще воды могут использоваться для решения инженерно-геологических и гидрологических задач.

Индуктивные методы разведки – методы электроразведки, в которых электромагнитное поле создается незаземленными контурами с переменным электрическим током, индуцирующим в проводящих участках земной коры вторичные токи. Исследования магнитного поля этих токов используются для выявления железных и хорошо проводящих сульфидных пород.

Радиометрическая разведка – комплекс методов разведочной геофизики, использующих проявление естественной радиоактивности для выявления радиоактивных горных пород.

7.7. Термины, применяемые при геофизических методах исследований

Каротаж – метод исследования горных пород в буровых скважинах, заключается в просвечивании радиоактивным излучением, электрическими, магнитными, акустическими волнами. Источник излучения и его приемник при этом поднимают в скважинах с одинаковыми скоростями, регистрируя непрерывно показания приборов; используется для изучения геологического разреза.

Зонд каротажный – устройство, опускаемое в буровую скважину при электрических, радиоактивных, магнитных и других геофизических исследованиях.

Гравитационный каротаж – изучение ускорения силы тяжести в буровых скважинах для определения средних значений плотности горных пород в их естественном залегании.

Электрический каротаж – изучение естественного электрического поля, самопроизвольно возникающего в разрезе буровой скважины или искусственно созданного; основан на различии электрических свойств горных пород в скважине.

Сейсмический каротаж – изучение упругих свойств горных пород в буровых скважинах путем определения скорости прохождения, коэффициента отражения и поглощения сейсмических волн; применяется для исследования состава горных пород, выделения пластов, контроля технического состояния скважин.

Ультразвуковой каротаж – метод сейсмического каротажа, которым изучаются упругие свойства пород тонкослоистого геологического разреза (мощность слоев 1–2 м) с помощью скважинного зонда, состоящего из высокочастотного источника (частоты 18–100 кГц) и приемника сейсмических волн.

Микрокаротаж – детальное изучение геологического разреза в буровой скважине путем измерения электрического сопротивления горных пород при расстояниях между электродами около 2,5 см.

8. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ В РАЙОНАХ РАЗВИТИЯ ОПАСНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Опасные геологические и инженерно-геологические процессы – эндогенные и экзогенные геологические процессы (сейсмические сотрясения, извержение 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.

Техногенные воздействия – статические и динамические нагрузки от зданий и сооружений, подтопление и осушение территорий, загрязнение грунтов, истощение и загрязнение подземных вод, а также физические, химические, радиационные, биологические и другие воздействия на геологическую среду.

В соответствии с п. 3 ч. 1 ст. 4 Федерального закона от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» в проектной документации должна быть отражена «Идентификация зданий и сооружений», в том числе по признаку возможности опасных природных процессов и явлений и техногенных воздействий на территории строительства объекта. Идентификация должна проводиться в соответствии с районированием территории по уровню опасности природных процессов и явлений, данными многолетних наблюдений за природными процессами и явлениями, а также по результатам инженерных изысканий, исследований на территории будущего строительства.

Данные районирования, наблюдений и конкретных изысканий на площадке строительства объекта по признаку возможности опасных природных процессов и явлений и техногенных воздействий отражаются в отчетах по инженерным изысканиям для строительства.

8.1. Изыскания в районах развития склоновых процессов

К опасным склоновым процессам относятся оползни, обвалы, осыпи.

Оползни – движение (скольжение, вязкопластичное течение) масс пород на склоне, происходящее без потери контакта между смещающейся массой и подстилающим неподвижным массивом.

Обвалы и осыпи – обрушение (опрокидывание, падение, качение) масс пород на склоне (в виде крупных и мелких глыб – обвалы; щебня и дресвы – осыпи) в результате их отрыва от коренного массива.

Инженерно-геологические изыскания проводят для оценки устойчивости склона по всей площади опасного или потенциально опасного склона с охватом прилегающих к его верхней бровке и подошве участков до предполагаемой границы устойчивой части склона, для береговых склонов – с обязательным охватом их подводных частей, в том числе и в тех случаях, когда территория проектируемого объекта занимает только часть склона.

8.2. Изыскания в районах карста

Карст – совокупность геологических процессов и явлений, обусловленных растворением подземными и поверхностными водами горных пород и проявляющихся в образовании в породах пустот, нарушении их 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 поверхностных вод и специфического рельефа местности.

По составу закарстованных пород выделяют три вида карста:

- 1) карбонатный (труднорастворимые породы – известняк, доломит, мел, мрамор, мергель);
- 2) сульфатный (среднерастворимые породы – гипс, ангидрит);
- 3) хлоридный или соляной (легкорастворимые породы – галит, сильвин, карналлит).

При производстве изысканий в районах развития карста в труднорастворимых карбонатных породах выявляют и оконтуривают уже сформировавшиеся карстовые формы (их параметры, положения), поскольку время, необходимое для образования новых карстовых пустот, несоизмеримо со сроком службы зданий и сооружений. В районах развития сульфатного карста учитывают относительно высокую скорость процесса растворения пород (несколько лет или десятилетий), соизмеримую со сроком службы сооружений; в этих случаях большая роль отводится составлению квалифицированного прогноза по образованию пустот. При изучении хлоридного (соляного) карста для оценки интенсивности процесса

особое внимание уделяют изучению режима подземных вод (активности водообмена, насыщенности солевых растворов), а также соляно-купольной тектоники, при этом учитывается, что в случаях доступа к соляным толщам ненасыщенных вод происходит быстрое растворение пород, образуются крупные провалы, происходит общее оседание земной поверхности с образованием мульд оседания, вызывающее массовые деформации и разрушения зданий и сооружений.

Основные задачи изысканий в карстовых районах:

- установление степени опасности воздействия карста на сооружения, экологическую и социально-экономическую обстановку;
- 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 разработки противокарстовых мероприятий.

8.3. Изыскания в районах развития процессов переработки берегов водохранилищ

Переработка берегов – результат совокупного воздействия гидрометеорологических, геологических и инженерно-геологических процессов (абразия, эрозия, оползни, карст, суффозия, образование и перемещение вдольбереговых отмелей, пересыпей и др.), приводящих к деформациям береговых склонов и прибрежных территорий.

Переработка берегов определяется (обуславливается) гидрологическими факторами (колебание уровня воды в водохранилищах, 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.).

Целью изысканий в районах развития процессов переработки берегов является получение данных, необходимых:

- для проектирования инженерной защиты эксплуатируемых на побережье объектов;
- реконструкции существующих берегоукрепительных сооружений, в том числе при аварийном их состоянии;
- прогноза развития процессов переработки берегов.

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

Изыскания в районах развития процессов переработки берегов проводят в пределах береговых склонов и на территории всей прибрежной зоны, где могут развиваться процессы подтопления, заболачивания, гибели лесов и др. При этом фиксируют изменения нормального подпорного уровня водохранилища, формы техногенного воздействия, нарушающие сложившееся природное равновесие (утечка воды из бассейнов и трубопроводов, пригрузка склонов сооружениями, динамические воздействия), так как эти факторы могут активизировать береговые процессы.

В районах развития процессов переработки берегов устанавливают дополнительно:

- основные регионально-геологические и зонально-климатические факторы и условия развития процесса переработки берегов;
- ведущие берегоформирующие процессы на территории проектируемого объекта 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.

8.4. Изыскания в районах развития селей

Сели – 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 прорывах плотин, естественных и искусственных запруд в долинах, где имеются запасы рыхлого обломочного материала.

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 таяния снега (льда), или прорывом естественных и искусственных запруд.

Селевым считается водосбросный бассейн, в пределах которого ранее наблюдалось прохождение селевых потоков и сохраняются условия, необходимые для их формирования.

Для проектирования зданий и сооружений и разработки защитных мероприятий по борьбе с селями при изысканиях в селеопасных районах необходимо получение следующих характеристик селевых потоков:

- скорость и характер движения;
- расход или ударная сила потока;
- плотность или объемная концентрация твердой составляющей в селевой массе;
- гидравлический градус потока;
- время добегания до заданного створа.

Данные показатели получают при сборе материалов изысканий прошлых лет и данных наблюдений на режимных постах или путем расчетов по нормативам 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, истончаемость обломочного материала;
- угол внутреннего трения в водонасыщенном состоянии;
- содержание крупнообломочного материала в единице объема и другие характеристики, необходимые для проектирования и расчета селевых защитных сооружений.

8.5. Изыскания в районах развития подтопления

Подтопление – процесс подъема уровня грунтовых вод выше критического положения, а также формирования верховодки и (или) техногенного водоносного горизонта, приводящий к ухудшению инженерно-геологических условий территории строительства, агромелиоративной и экологической обстановки. Подтопление обуславливается превышением приходных статей водного баланса над расходными.

Подтопление сопровождается увеличением влажности грунтов за счет замачивания. Для расчетов суммарной просадки, набухания, осадки может выполняться определение критической влажности, превышение которой вызывает изменение свойств грунтов и развитие деформаций естественного основания.

Подтопленной считается территория, для использования которой требуется выполнение мероприятий по понижению уровня подземных вод и другие защитные мероприятия.

Негативные последствия подтопления:

- деформации фундаментов и наземных конструкций зданий, вызванные изменением прочностных и деформационных свойств грунтов, в особенности обладающих специфическими свойствами (просадочность, набухание, выщелачивание, размокание);

- затопление подземных частей зданий, 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 подземных вод, используемых для хозяйственно-питьевых целей;

- ухудшение экологической и санитарно-эпидемиологической обстановки вследствие подтопления территорий промпредприятий, полигонов бытовых и промышленных отходов, нефтехранилищ, скотомогильников и других источников химического и органического загрязнения;

– повреждение памятников истории и культуры, уничтожение уникальных ландшафтов.

Изыскания в районах подтопления территорий должны обеспечить дополнительно:

– изучение и оценку гидрогеологических условий площадки строительства;

– выявление источников подтопления и загрязнения подземных и поверхностных вод;

– прогноз изменения гидрогеологических условий с учетом вызываемых подтоплением негативных последствий;

– оценку опасности возникновения и развития подтопления при различных видах использования территорий;

– получение необходимых параметров для обоснования проектных решений по строительству (реконструкции) зданий и сооружений в условиях развития подтоплений и их инженерной защите;

– разработку предложений и рекомендаций по организации и ведению гидродинамического и гидрохимического мониторинга подземных вод и развития сопутствующих процессов.

9. ИЗЫСКАНИЯ В РАЙОНАХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ГРУНТОВ

Специфические грунты – грунты, изменяющие свою структуру и свойства в результате замачивания, динамических нагрузок и других видов внешних воздействий, обладающие неоднородностью и анизотропией (физической и геометрической), склонные к длительным изменениям структуры и свойств во времени.

К специфическим грунтам относятся:

– просадочные;

– набухающие;

– органо-минеральные и органические;

– засоленные;

– элювиальные;

– техногенные.

9.1. Изыскания в районах распространения просадочных грунтов

К просадочным грунтам относятся пылевато-глинистые разновидности дисперсных осадочных минеральных грунтов (чаще всего лессовые грунты), дающие при замачивании при постоянной внешней нагрузке и (или) нагрузке от собственного веса грунта дополнительные деформации просадки, происходящие в результате уплотнения грунта вследствие изменения его структуры с величиной относительной деформации просадочности $\varepsilon_{sl,d.e.} \geq 0,1$.

Для просадочных лессовых грунтов характерны:

- высокая пылеватость (при содержании частиц $d = 0,05 \dots 0,005$ мм – более 50 %, при количестве частиц менее 0,005 мм – не более 10–15 %);
- низкие значения числа пластичности ($J_p < 12$);
- низкая плотность скелета грунта ($\gamma_s < 1,5$ г/см³);
- повышенная пористость ($n > 45$ %);
- невысокая природная влажность ($\omega < \omega_p$);
- засоленность;
- светлая окраска (от палевого до охристого цвета);
- способность в маловлажном состоянии держать вертикальные откосы;
- цикличность строения толщ;

Главная особенность лессов – наличие макропор $d = 1 \dots 3$ мм, имеющих форму извилистых вертикальных канальцев.

При изысканиях для просадочных грунтов определяют:

- относительную деформацию просадочности ε_{sl} ;
- начальную просадочную влажность ω_{sl} – минимальную влажность, при которой начинается просадка;
- начальное просадочное давление P_{sl} – минимальное давление, при котором начинается просадка грунтов при их замачивании.

При изысканиях в районах распространения просадочных грунтов устанавливают:

- распространение и приуроченность просадочных грунтов к определенным формам рельефа;
- наличие внешних признаков просадочности грунтов (просадочные блюдца, поды, ложбины и др.);

- мощность толщи просадочных грунтов, ее цикличность;
- особенности структуры и текстуры грунтов;
- специфические характеристики просадочных грунтов (относительная деформация просадочности и ее зависимость от давления, начальная просадочная влажность);
- гранулометрический состав;
- деформационные и прочностные характеристики грунтов при полном водонасыщении и при природной влажности;
- величина просадок от собственного веса и тип грунтовых условий по просадочности, границы распространения участков с различным типом грунтов по просадочности;
- наличие и характер возможных источников замачивания грунтов;
- имеющийся опыт строительства в этом районе;
- прогноз просадочного процесса, разработка рекомендаций по учету особенностей просадочных грунтов на данной площадке строительства.

9.2. Изыскания в районах распространения набухающих грунтов

К набухающим грунтам относят глинистые грунты, которые при замачивании увеличиваются в объеме и имеют относительную деформацию набухания без нагрузки $\varepsilon_{sw} \geq 0,04$.

При изысканиях предварительную оценку набухаемости допускается определять по коэффициентам пористости ε и ε_λ (коэффициенты пористости образца соответственно с природной влажностью и влажностью на границе текучести) и относить к набухающим глинистые грунты при условии $[(\varepsilon - \varepsilon_\lambda) / (1 + \varepsilon)] < -0,4$.

Набухающие грунты характеризуются:

- давлением набухания P_{sw} – давлением, возникающим при невозможности объемных деформаций в процессе замачивания и набухания грунта;
- влажностью набухания ω_{sw} – влажностью, полученной после завершения набухания грунта и прекращения процесса поглощения жидкости;

– относительной деформацией набухания при заданном давлении (в том числе при $P = 0$) ε_{sw} – относительным увеличением высоты образца после набухания;

– влажностью на пределе усадки ω_{sh} – влажностью грунта в момент резкого уменьшения осадки;

– относительной деформацией усадки ε_{sh} – относительным уменьшением размера образца при испарении из него влаги.

При изысканиях в районах распространения набухающих грунтов устанавливают:

– генезис, распространение и условия залегания набухающих грунтов, их приуроченность к формам рельефа;

– мощность набухания грунтов и ее изменения по площади;

– наличие внешних признаков проявления набухания (усадки): сеть трещин на поверхности стенок котлованов и выемок, блоковые отделенности на склонах, суффозионный вынос глинистых частиц вблизи раскрытия трещин, вспучивание дна котлованов;

– мощность зоны трещиноватости;

– минеральный, гранулометрический и химический состав грунта;

– особенности структуры и текстуры грунтов;

– специфические характеристики набухающих грунтов, изменение этих характеристик по простиранию и глубине, а также после взаимодействия с техногенными растворами;

– оценку степени развития процесса набухания;

– деформационные и прочностные характеристики грунтов при полном водонасыщении и природной влажности;

– наличие и характер деформаций зданий и сооружений, обусловленных набуханием;

– прогноз изменения свойств набухающих грунтов в процессе строительства и эксплуатации, разработка рекомендаций по учету особенностей набухающих грунтов.

9.3. Изыскания в районах распространения органоминеральных и органических грунтов

К органоминеральным грунтам относятся илы, соропели, заторфованные грунты, *к органическим* грунтам относятся торфы.

Органоминеральные и органические грунты обладают следующими специфическими особенностями, которые позволяют считать их малопригодными для строительства на них сооружений:

- высокие пористость и влажность;
- малая прочность и высокая сжимаемость с длительной консолидацией при уплотнении;
- высокая гидрофильность и низкая водоотдача;
- существенное изменение деформационных, прочностных и фильтрационных свойств при нарушении их естественного сложения, а также под воздействием нагрузок;
- анизотропность прочностных, деформационных и фильтрационных характеристик;
- склонность к разжижению и тиксотропному разрушению при динамических воздействиях;
- наличие ярко выраженных реологических свойств;
- проявление усадки с образованием трещин в процессе высыхания (осушения);
- разложение растительных остатков в зоне аэрации;
- наличие природного газа (метана);
- повышенная агрессивность к бетонам и коррозионная активность к металлическим конструкциям.

При изысканиях для строительства в районах распространения органоминеральных и органических грунтов должны быть получены материалы:

- оценка целесообразности сохранения этих грунтов в качестве основания сооружений или необходимости удаления, замены или прорезки сваями на полную мощность;
- принятие проектных решений по инженерной подготовке площадки;
- выбор типа основания, обеспечивающего эксплуатационную надежность зданий и сооружений с учетом ожидаемых изменений инженерно-геологических условий на застраиваемых территориях;
- определение объема и технологии проведения работ, необходимых для осуществления намечаемых мероприятий.

9.4. Изыскания в районах распространения засоленных грунтов

К засоленным грунтам относятся грунты, в которых содержание легко- и средневодорастворимых солей не менее величин, приведенных ниже.

Наименование засоленных грунтов	Минимальное содержание соли, % от массы воздушно-сухого грунта
Крупнообломочный: при содержании песчаного заполнителя 40 % и более	3
при содержании заполнителя в виде суглинка 30 % и более	10
при содержании заполнителя в виде супеси 30 % и более	5
Песок	3
Супесь	5
Суглинок	10

К легкорастворимым солям относятся:

– хлориды NaCl , KCl , CaCl_2 , MgCl_2 ;

– бикарбонаты и карбонаты NaHCO_3 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, Na_2CO_3 ;

– сульфаты MgSO_4 , Na_2SO_4 .

К среднерастворимым относятся гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и ангидрид CaSO_4 .

Одним из важных условий засоления грунтов является залегание минерализованных подземных вод на глубине не более 1,0 м для песчаных грунтов и 3–4 м для глинистых грунтов.

Процесс засоления грунтов происходит при горизонтальной и вертикальной миграции солей и при осаждении их из подземных вод и испарений поровых растворов, при фильтрации через грунты жидких растворов из шламонакопителей, солеотвалов, растворонесущих коммуникаций различных предприятий, а также при выветривании горных пород, содержащих нестойкие и растворимые компоненты (карбонатные, сульфатные, галоидные горные породы).

Засоленные грунты характеризуются:

- степенью засоленности D_{sal} – отношением массы водорастворимых солей в определенном объеме грунта к массе сухого грунта данного объема (%);
- абсолютным суффозионным сжатием Δh_{sf} – уменьшением первоначальной высоты образца грунта за счет химической суффозии при постоянном вертикальном давлении и непрерывной фильтрации воды или растворов;
- относительным суффозионным сжатием ε_{sf} – отношением абсолютного суффозионного сжатия к высоте образца грунта природной влажности и при природном давлении;
- начальным давлением суффозионного сжатия P_{sf} – минимальным давлением, при котором проявляется суффозионное сжатие грунта;
- степенью выщелачивания солей β – отношением массы выщелоченных из грунта солей к их начальной массе.

При изысканиях в районах распространения засоленных грунтов устанавливают:

- распространение и условия залегания засоленных грунтов и их приуроченность к рельефу;
- качественный состав и количественное содержание в грунте водорастворимых солей;
- гидрогеологические условия территорий (уровень и степень минерализации подземных вод и их природные и техногенные изменения);
- гидрохимические условия (температура, минерализация, химический состав подземных вод, их растворяющая способность по отношению к засоленным грунтам);
- характер распределения соляных образований в грунте;
- структурные особенности грунтов (форма, размеры и размещение солей в грунте);
- наличие внешних проявлений выщелачивания засоленных грунтов на поверхности, их формы и размеры;
- данные о современном засолении грунтов и выщелачивании солей в результате хозяйственной деятельности;
- физические, механические и химические свойства грунтов природной влажности и при полном водонасыщении, а также после выщелачивания солей;

- показатели относительного суффозионного сжатия и начального давления суффозионного сжатия;
- наличие и характер связанных с суффозией деформаций зданий и сооружений.

9.5. Изыскания в районах распространения элювиальных грунтов

К *элювиальным* относят грунты, образовавшиеся в результате выветривания горных пород на месте их залегания без заметных признаков смещения. При изысканиях устанавливают и рассматривают не только элювий, но и подстилающие его горные породы, в том числе элювиированные (выветрелые) под общим термином «кора выветривания».

Элювиальные грунты характеризуются:

- гранулометрическим составом (с учетом содержания обломочного материала и его роли в формировании структуры и деформационно-просадочных свойств грунтов);
- пределом прочности на одноосное сжатие (R_c) в водонасыщенном состоянии и при естественной влажности;
- коэффициентом размягчения – K_{sof} ;
- коэффициентом выветрелости – K_{wr} ;
- показателями специфических свойств (просадочности, набухания, растворимости и т.д.).

При изысканиях в районах распространения элювиальных грунтов дополнительно устанавливают:

- распространение, условия залегания, особенности залегания, особенности формирования элювиальных грунтов;
- данные о структуре коры выветривания, тектонических нарушениях коры, ее возрасте;
- состав и свойства элювиальных грунтов по зонам выветривания и подстилающей материнской породы;
- степень активности грунтов к выветриванию, морозному пучению, суффозионному выносу, выщелачиванию, набуханию и просадочности.

9.6. Изыскания в районах распространения техногенных грунтов

Техногенные грунты – естественные грунты, измененные физическим или физико-химическим воздействием в условиях естественного залегания или перемещенные, а также твердые отходы производственной и хозяйственной деятельности человека, в результате которой произошло коренное изменение состава, структуры и текстуры природного минерального или органического сырья.

К техногенным грунтам относятся:

- природные перемещенные образования;
- природные образования, измененные в условиях естественного залегания;
- грунты, измененные физическим воздействием;
- грунты, измененные химико-физическим воздействием;
- насыпные и намывные грунты;
- отходы твердые бытовые и промышленные;
- шлаки, шламы, золы, золошлаки.

При изысканиях в районах распространения техногенных грунтов дополнительно устанавливают:

- распространение и условия залегания техногенных грунтов;
- способ формирования и давность их образования;
- состав, состояние и свойства техногенных грунтов;
- изменчивость их характеристик во времени и пространстве;
- степень завершения процессов самоуплотнения во времени;
- наличие инородных включений и их характеристика;
- результат геотехнического контроля для намывных и насыпных грунтов (земляных сооружений) и накопителей промышленных отходов.

10. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРЕДПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

На этом этапе изысканий могут выполняться и отображаться в текстовой части отчета следующие виды работ:

1. Сбор и обработка материалов изысканий прошлых лет. Определяется изученность инженерно-геологических условий: в каких границах, кем и когда проводились изыскания, результаты этих изысканий и

возможность их использования для установления инженерно-геологических условий.

2. Установление физико-географических и техногенных условий: климат, геоморфология, почвы, растительность, гидрографическая сеть (совокупность рек, озер, болот, каналов, водохранилищ) на исследуемой территории, сведения о техногенных нагрузках (наличие карьеров, насыпей, дамб, терриконов, полигонов ТБО и т.п.). Изучение опыта местного строительства – характер и причины деформаций оснований зданий и сооружений (если деформации установлены), состояние и эффективность инженерной защиты.

3. Установление геологического строения путем маршрутных наблюдений, проходки горных выработок и проведение полевого или лабораторного исследования грунтов – установление стратиграфо-генетических комплексов (условий развития верхних слоев земной коры на площадке изысканий), условий залегания грунтов с определением литологических и петрографических характеристик выделенных слоев грунтов по генетическим типам, тектонического строения участка.

4. Установление гидрогеологических условий – характеристика в сфере взаимодействия проектируемого объекта с геологической средой вскрытых выработками водоносных горизонтов, влияющих на условия строительства и эксплуатацию зданий, строений, сооружений: положение уровня подземных вод, распространение, условия залегания, источники питания, химический состав подземных вод, прогноз изменения гидрогеологических условий в процессе строительства и эксплуатации объектов.

Сфера взаимодействия объекта с геологической средой определяется по условной границе сжимаемой толщи с коэффициентом запаса. Процесс изменения гидрогеологических условий обуславливается в том числе и вмешательством в природные условия самого строительства.

5. Определение свойств грунтов – характеристик состава, состояния, физических, механических и химических свойств выделенных типов (слоев) грунтов и их пространственной изменчивости.

6. Выявление специфических грунтов, определение их наличия и распространения (просадочных, набухающих, многолетнемерзлых, пучинистых, органоминеральных, органических, засоленных, элювиальных, техногенных), приуроченность специфических грунтов к определенным формам рельефа и геоморфологическим элементам, границы

распространения, мощность и условия залегания, генезис и особенности формирования, литологический и минеральный составы, состояние и свойства грунтов.

7. Выявление геологических и инженерно-геологических процессов (карст, склоновые процессы, сели, переработка берегов рек и озер, морей, водохранилищ, подтопление, подрабатываемые территории, сейсмические районы); зоны и глубины их развития; типизация и приуроченность процессов к формам и элементам рельефа, типам грунтов, гидрогеологическим условиям, видам техногенного воздействия; причины, факторы, условия и особенности развития каждого из процессов, эффективность инженерной защиты; прогноз развития процессов во времени и в пространстве в сфере взаимодействия проектируемого объекта с геологической средой; оценка опасности и риска от процессов; рекомендации по мероприятиям инженерной защиты.

8. В процессе инженерно-геологического районирования производится классификация и систематизация инженерно-геологических особенностей районов, участков на территориях изыскательских работ; сопоставительная оценка вариантов площадок и трасс по степени благоприятности для строительства.

В графической части отчета составляются:

- карты фактического материала (по площадкам, трассам, территориям и их вариантам);
- карты инженерно-геологических условий;
- карты инженерно-геологического районирования;
- карты опасности и риска от геологических и инженерно-геологических процессов;
- инженерно-геологические (литологические) разрезы;
- колонки или описания горных выработок.

В приложениях к отчету содержатся:

- таблицы лабораторных определений показателей свойств грунтов и химического состава подземных вод;
- таблицы результатов геофизических и полевых исследований грунтов, стационарных наблюдений;
- каталоги координат и отметок горных выработок, точек зондирования, геофизических исследований.

11. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТА

В техническом задании заказчика, которым для изыскателей является проектная организация, указываются размеры зданий и сооружений проектируемого объекта, их назначение, предполагаемые типы фундаментов, глубины заложения фундаментов зданий и сооружений, предполагаемая сфера взаимодействия строений с геологической средой, также приводятся факторы, могущие привести к изменению инженерно-геологических условий при строительстве и эксплуатации проектируемого объекта.

Основная задача проектирования на этом этапе – на выбранном участке строительства предприятия (объекта) компоновка зданий, строений, сооружений и выбор типов фундаментов для каждого из строений, сооружений.

При инженерно-геологических изысканиях на этом этапе производятся дополнительные работы и отражаются следующие данные в текстовой части технического отчета, дополнительно к выполненному на предыдущем этапе изысканий:

- уточнение геологического строения участка: описание выделенных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и условий их залегания в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой: мощность, минеральный и литологический составы, структурно-текстурные особенности;

- уточнение гидрологических условий: описание гидравлических особенностей и распространения водоносных горизонтов; состав и фильтрационные свойства водовмещающих и водоупорных слоев; выявление выходов подземных вод на поверхность, химический состав и агрессивность подземных вод к бетону и металлу; гидравлическая связь подземных вод с поверхностными водами, водоемами, другими водоносными горизонтами; режим подземных вод: закономерности движения, температура, давление, изменение уровня; влияние источников пополнения (питания и разгрузки) подземных вод на загрязнение и истощение водоносных горизонтов; разработка рекомендаций по защите фундаментов зданий и сооружений от воздействия подземных вод, по организации стационарных наблюдений за режимом подземных вод;

– для каждого инженерно-геологического элемента определяются и приводятся в отчете нормативные и расчетные характеристики физических, прочностных и деформационных свойств грунтов;

– уточнение распространения, условий залегания специфических грунтов: многолетнемерзлых, просадочных, набухающих, органоминеральных и органических, засоленных, элювиальных, техногенных;

– уточнение распространения, условий развития геологических и инженерно-геологических процессов: карста, селей, склоновых процессов (оползневые, обвально-осыпные, солифлюкационные, курумные), процессов переработки берегов рек, озер, морей и водохранилищ, подтопления и подрабатывания территорий, сейсмичности более 6 баллов.

12. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Основная задача инженерно-геологических изысканий на этом этапе – получение физических, механических, деформационных характеристик грунтов выделенных инженерно-геологических элементов в сфере взаимодействия конкретных зданий, строений, сооружений с геологической средой.

Задача проектирования – расчет оснований, фундаментов, разработка рабочих чертежей фундаментов и мероприятий инженерной защиты для каждого отдельного здания, строения, сооружения.

На предыдущем этапе проектировщик произвел компоновку зданий и сооружений, назначил уровень ответственности для каждого строения (здания, сооружения) в соответствии с разделом 9 ГОСТ Р 54257 «Учет степени ответственности зданий и сооружений» и определился с типом фундамента для каждого строения.

В техническом задании на производство инженерно-геологических изысканий для разработки рабочей документации содержатся данные о допустимых осадках проектируемых зданий и сооружений, выбранных типах (или вариантах) фундаментов строений, наличии подвалов, убежищ, тоннелей и других подземных сооружений, техногенном воздействии объекта на геологическую среду. К заданию прикладывается генплан с нанесенными проектируемыми и существующими строениями.

В текстовой части отчета по результатам изысканий для разработки рабочей документации:

– приводятся характеристики геологического строения и описание выделенных ИГЭ и условий их залегания на участках каждого проектируемого строения;

– уточняются параметры гидрогеологии, агрессивность к бетону и активность подземных вод и грунтов к металлам;

– на участках в контурах каждого из строений пробуриваются, при необходимости, дополнительные скважины для уточнения интервала разброса показателей свойств грунтов с учетом ранее выполненных инженерно-геологических изысканий, приводятся нормативные и расчетные характеристики физических, деформационных, прочностных свойств грунтов, уточняется прогноз изменений указанных свойств грунтов;

– приводятся уточненные характеристики свойств специфических грунтов по каждому участку проектируемого объекта, а также уточненный прогноз дальнейшего развития геологических и инженерно-геологических процессов.

В графической части отчета дополнительно к материалам, представляемым в отчетах по инженерно-геологическим изысканиям для разработки предпроектной документации и проекта, составляются следующие документы:

1. Геологические карты в целом по объекту или по отдельным участкам проектируемых строений с обозначением их контуров в соответствии с генпланом; на картах отображают геологическое строение участка с нанесением фактического материала: горных выработок (шурфов, скважин, шахт, штолен, закопшек, колодцев, расчисток), пикетов магнитного, электрического, сейсмического профилей, точек статического и динамического зондирования, точек испытаний грунтов, отбора проб грунта и воды, точек наблюдений и исследований, забивки опытных инвентарных свай и т.п. На инженерно-геологических картах отображают элементы геоморфологии, физико-геологические явления и процессы (абразия берегов; воронки карста или просадки; вулканы потухшие, действующие, грязевые; морены, друмлины, зандры, озы, камы; склоновые процессы, конусы выноса; эрозионные уступы, размывы оврагов и т.п.); элементы геокриологии (бугры морозного пучения, булгуньяки, лед, наледи, термокарсты, трещины морозобойные, солифлюкационные образования и цирки).

2. Гидрогеологические карты, на которых отображают скважины гидрогеологические, водопоглощающие, безводные или скважины без опробования водоносного горизонта, рядом с гидрогеологическими скважинами указывают номер скважины и геологический индекс водоносного горизонта, дебит (л/с), глубину естественного уровня и минерализацию воды. На гидрогеологических картах отображают также виды встреченных подземных вод с обозначением глубины залегания (верховодка, грунтовые воды, техногенные воды, воды грунтовые таликов), границы распространения напорных вод, выходы подземных вод на дневную поверхность – родники нисходящие, восходящие, каптированные (т.е. оборудованные для доступа к воде) и пересыхающие. Могут составляться также отдельные карты изолиний – линий равного значения каких-либо величин на географических, гидрогеологических картах:

- карта гидроизогипс, изолиний отметок зеркала подземных вод относительно условной нулевой поверхности;

- карта гидроизобат, изолиний глубин зеркала подземных вод от земной поверхности;

- карта гидроизоплет, изолиний влажности грунта на различных глубинах в разное время; точки одинаковых уровней воды в разных колодцах в разное время;

- карты гидроизопьез, изолиний отметок пьезометрического уровня (пьезодавление).

3. Инженерно-геологические разрезы по каждому участку отдельно или по ряду участков проектируемых строений с указанием на них их контуров и подземной части. Инженерно-геологический разрез (геологический разрез, геологический профиль) – графическое изображение проекции геологического строения верхнего участка земной коры на вертикальную плоскость. На разрезах отображается состав и условия залегания грунтов с установленными границами слоев. На разрезах отображаются также мощность слоев (пластов); геологический возраст; литологические особенности грунтов (закарстованность, заиленность, выветрелость, битуминозность, железистость, глинистость, гумусированность и т.д.) на фоне условных обозначений видов грунтов; особенности залегания слоев грунта и элементы тектоники (антиклиналы, синклиналы, брахантиклиналы, брахсинклиналы, опрокинутое залегание слоев, надвиг, взброс, сдвиг, сброс, простираание, падение); физико-геологические явления и процессы; физико-механические свойства грунтов.

Геологические, гидрогеологические карты составляются на основе топографических (общегеографических) карт, отображающих природные и социально-экономические объекты (рельеф, растительность, населенные пункты, дороги, хозяйственные объекты и т.п.) и построенных на основе опорной геодезической сети.

Геологические и гидрогеологические карты, инженерно-геологические и литологические разрезы составляются по фактическим материалам, накопленным при производстве инженерно-геологических изысканий.

Примеры выполнения графических материалов отчетов по инженерно-геологическим изысканиям и условные обозначения к ним представлены в прил. А, Б, В.

13. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИМ ИЗЫСКАНИЯМ

При производстве инженерных изысканий должны выполняться общие требования:

- изыскания для строительства выполняются организациями, имеющими соответствующие допуски на эти виды работ;
- изыскания для строительства проводятся в соответствии с требованиями нормативных документов СП 47.13330, СП 11-102, СП 11-104, СП 11-105 (ч. I–III, IV);
- наименования грунтов оснований, их особенности, характеристики грунтов, условные обозначения грунтов в отчетной документации по результатам инженерных изысканий принимают по ГОСТ 25100 и ГОСТ 21.312.

Отчеты по результатам инженерно-геологических изысканий содержат следующие основные данные:

- район и местоположение площадки строительства, ее рельеф, климат, сейсмические условия;
- сведения о ранее выполненных инженерных изысканиях;
- геологическое строение площадки, стратиграфическая последовательность напластований грунтов, формы их залегания, размеры в плане и по глубине, возраст, генезис и классификационное наименование грунтов по выделенным инженерно-геологическим элементам;

– гидрогеологические условия площадки (наличие, толщины и расположение водоносных горизонтов, режим подземных вод, отметки появившихся и установившихся уровней подземных вод, их агрессивность к материалам фундаментов и подземных сооружений, фильтрационные характеристики грунтов);

– наличие опасных геологических и инженерно-геологических процессов;

– наличие специфических грунтов;

– прогноз изменения гидрогеологических условий и физико-механических характеристик грунтов в процессе эксплуатации сооружений.

В состав физико-механических характеристик грунтов входят:

– плотность грунта, плотность частиц грунта (ГОСТ 5180, ГОСТ 30416);

– природная влажность, границы текучести и раскатывания, число пластичности, показатель текучести для глинистых грунтов (ГОСТ 5180);

– пористость, коэффициент пористости;

– гранулометрический состав для крупнообломочных грунтов и песков (ГОСТ 12536);

– угол внутреннего трения, удельное сцепление, модуль деформации, коэффициент поперечной деформации грунтов (ГОСТ 12248, ГОСТ 20276);

– временное сопротивление при одноосном сжатии, показатели размягчаемости и растворимости для скальных грунтов (ГОСТ 12248);

– дополнительные характеристики свойств специфических грунтов (см. гл. 9).

Для проектирования и устройства свайных фундаментов в состав работ по инженерно-геологическим изысканиям включаются дополнительные работы, объем которых определяется в зависимости от категории сложности грунтовых условий:

– к первой категории следует относить однослойную или многослойную по составу толщу грунтов с практически горизонтальными или слабо наклоненными слоями (уклон не более 0,05), причем в пределах каждого слоя грунты однородны по свойствам;

– ко второй категории следует относить однослойную или многослойную по составу толщу грунтов с недостаточно выдержанными

границами между слоями (уклон не более 0,1), причем в пределах слоев грунты неоднородны по свойствам;

– к третьей категории следует относить многослойную по составу и неоднородную по свойствам толщу грунтов с невыдержанными границами между слоями (уклон более 0,1), причем отдельные слои могут выклиниваться.

Объемы изысканий для свайных фундаментов в зависимости от уровня ответственности зданий и сооружений (раздел 9 ГОСТ Р 54257–2010) и категории сложности грунтовых условий определяют по табл. 2.

Таблица 2

Объемы изысканий
для свайных фундаментов

Вид изыскания	Категория сложности грунтовых условий		
	Первая	Вторая	Третья
Здания и сооружения III (пониженного) уровня ответственности			
Бурение скважин	По сетке 70×70 м, но не менее одной скважины на каждое здание	По сетке 50×50 м, но не менее двух скважин на каждое здание	По сетке 30×30 м, но не менее трех скважин на каждое здание
Лабораторные исследования грунтов	Не менее шести определений каждого показателя в пределах одного инженерно-геологического элемента		
Зондирование грунтов	По сетке 35×35 м, но не менее двух точек на каждое здание	По сетке 25×25 м, но не менее трех точек на каждое здание	По сетке 15×15 м, но не менее четырех точек на каждое здание
Здания и сооружения II (нормального) уровня ответственности			
Бурение скважин	По сетке 50×50 м, но не менее двух скважин на каждое здание	По сетке 40×40 м, но не менее трех скважин на каждое здание	По сетке 30×30 м, но не менее четырех скважин на каждое здание
Лабораторные исследования грунтов	Не менее шести определений каждого показателя в пределах одного инженерно-геологического элемента		

Окончание табл. 2

Зондирование грунтов	По сетке 25×25 м, но не менее шести точек на каждое здание	По сетке 20×20 м, но не менее семи точек на каждое здание	По сетке 15×15 м, но не менее десяти точек на каждое здание
Прессиометрические испытания	–	Не менее шести испытаний в пределах одного инженерно-геологического элемента	
Испытание грунтов эталонной сваей	Не менее шести испытаний на каждой заданной глубине		
Испытание грунтов натурной сваей	–	Не менее двух испытаний на каждой заданной глубине при наличии более 1000 свай	Не менее двух испытаний на каждой заданной глубине при наличии более 100 свай
Здания и сооружения I (повышенного) уровня ответственности			
Бурение скважин	По сетке 40×40 м, но не менее трех скважин на каждое здание	По сетке 30×30 м, но не менее четырех скважин на каждое здание	По сетке 20×20 м, но не менее пяти скважин на каждое здание
Лабораторные исследования грунтов	Не менее шести определений каждого показателя в пределах одного инженерно-геологического элемента		
Зондирование грунтов	По сетке 25×25 м, но не менее шести точек на каждое здание	По сетке 15×15 м, но не менее восьми точек на каждое здание	По сетке 10×10 м, но не менее десяти точек на каждое здание
Прессиометрические испытания	Не менее шести испытаний в пределах одного инженерно-геологического элемента		
Испытания штампами	Не менее двух испытаний в пределах одного инженерно-геологического элемента при отклонении результатов от среднего не более 30 %		
Испытание грунтов эталонной сваей	Не менее шести испытаний на каждой заданной глубине		
Испытание грунтов натурной сваей	Не менее двух испытаний на каждой заданной глубине при наличии более 100 свай		

При проектировании уникальных зданий и сооружений, а также сооружений I уровня ответственности или при их реконструкции предусматривается, как правило, научно-техническое сопровождение строи-

тельства, выполняемое специализированными организациями. В состав работ по научно-техническому сопровождению инженерных изысканий включают:

- разработку рекомендаций к программе инженерно-геологических изысканий;
- анализ и оценку материалов изысканий;
- разработку нестандартных методов расчета и анализа;
- оценку геологических расчетов;
- прогноз состояния оснований объекта с учетом всех возможных видов воздействий;
- геотехнический прогноз влияния объекта на окружающую застройку, геологическую среду, экологическую обстановку;
- разработку программы геотехнического мониторинга;
- обобщение и анализ результатов геотехнического мониторинга, их сопоставление с результатами прогноза;
- оперативную разработку рекомендаций по корректировке проектных решений оснований и фундаментов по данным геотехнического мониторинга.

Программа и результаты инженерных изысканий для проектирования, программа геотехнического мониторинга и результаты геотехнического прогноза для уникальных и сложных объектов строительства должны проходить геотехническую экспертизу.

СПИСОК НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ¹

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ.

2. Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию: Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 № 87.

3. ГОСТ Р 21.1101–2009. Основные требования к проектной и рабочей документации.

¹ Вся нормативная документация представлена на сайте Министерства регионального развития Российской Федерации (www.minregion.ru).

4. СП 47.13330.2012. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96.
5. Пособие по составлению и оформлению документации инженерных изысканий для строительства. Ч. 2. Инженерно-геологические (гидрогеологические) изыскания. – М.: Стройиздат, 1986.
6. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Ч. I. Общие правила производства работ. – М., 1997.
7. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Ч. II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов. – М., 2001.
8. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Ч. III. Правила производства работ в районах распространения специфических грунтов. – М., 2000.
9. СП 22.13330-2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01.83*.
10. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03.85.
11. СП-50-101-2004. Проектирование и устройство оснований и фундаментов.
12. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.01.01-83). – М.: Стройиздат, 1986.
13. СП 116.13330.2012. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Актуализированная редакция СНиП 22-02-2003.
14. ГОСТ 19912-2001. Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием.
15. ГОСТ 5686-2012. Грунты. Методы полевых испытаний сваями.
16. ГОСТ 30416-2012. Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения.
17. ГОСТ 12248-2010. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.
18. ГОСТ 5180-84. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.

19. ГОСТ 12536–79*. Грунты. Методы определения зернового (гранулометрического) и микроагрегатного состава.

20. ГОСТ 25584–90. Грунты. Метод лабораторного определения коэффициента фильтрации.

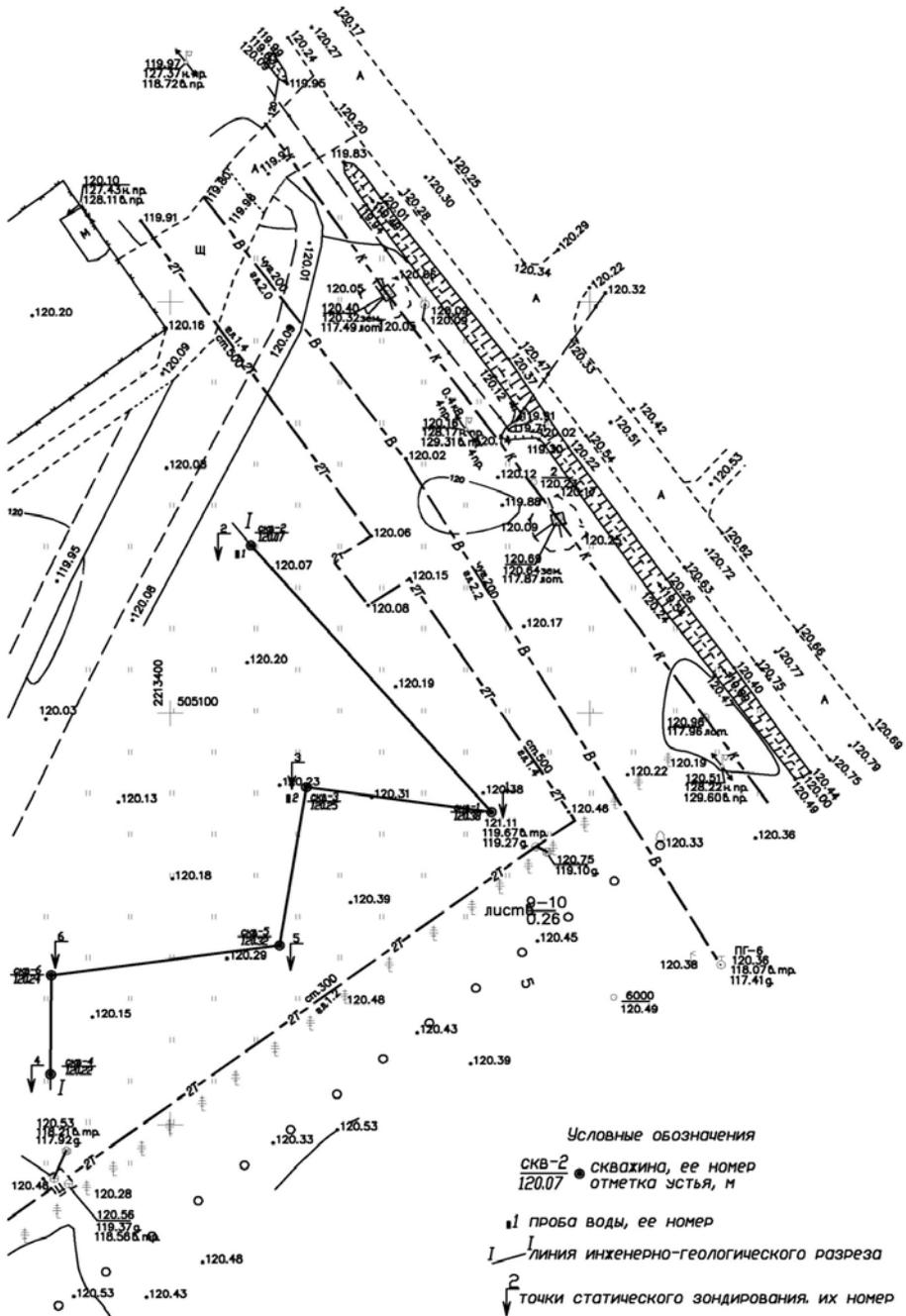
21. ГОСТ 23740–79. Грунты. Методы лабораторного определения содержания органических веществ.

22. ГОСТ 20522–2012. Грунты. Методы статистической обработки результатов изысканий.

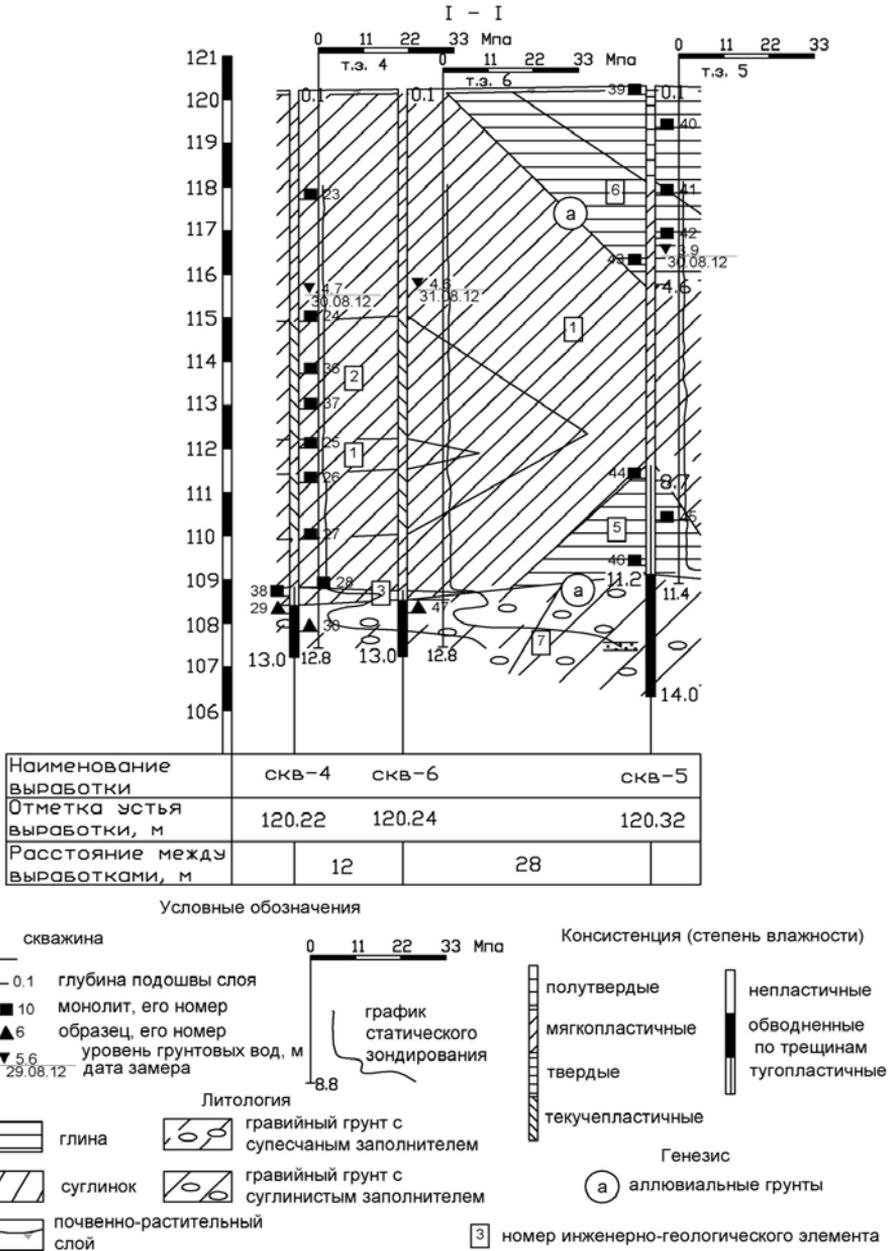
23. ГОСТ 25100–2011. Грунты. Классификация.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
ПРИМЕРЫ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ
ОТЧЕТОВ ПО ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИМ
ИЗЫСКАНИЯМ

A1. Карта фактического материала



А2. Инженерно-геологический разрез



А4. Статическое зондирование

Точка статического зондирования № 5

Глубина 11,4

Абс. отметка 120,37

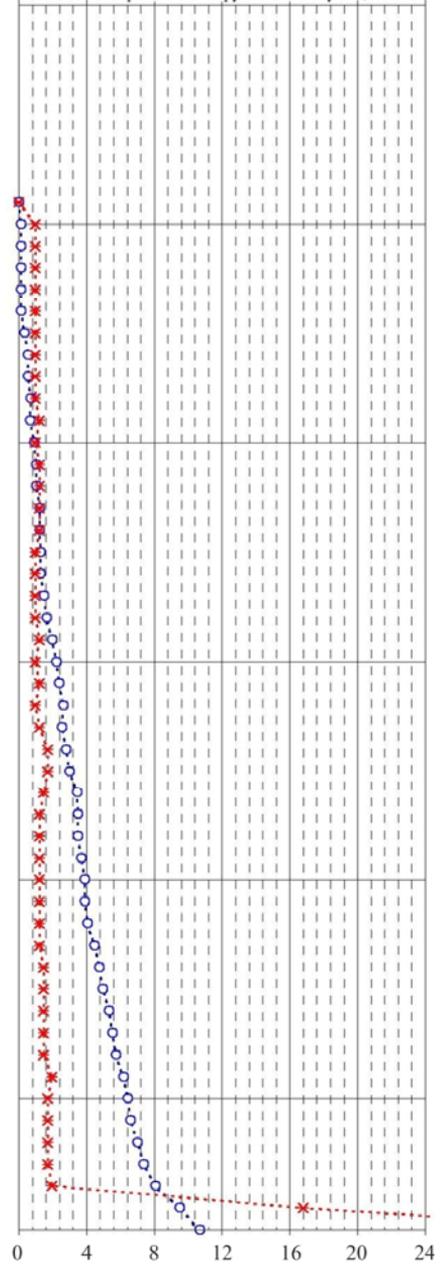
Дата

Зонд I типа (установка НУС3-15),

Установка № 1

Разрез	Номер ИГЭ	Глубина h	Сопротивление	
			лоб, МПа * кН ○	бок, кН ○
		0		
Глина твердая, полутвердая	4	2	0,00	0,00
		2,2	0,99	0,53
		2,4	0,99	0,53
		2,6	0,99	0,53
		2,8	0,99	0,53
Глина мягкопластичная	6	3	0,99	0,53
		3,2	0,99	1,29
		3,4	0,99	2,05
		3,6	0,99	2,05
		3,8	0,99	2,81
		4	1,24	2,57
		4,2	0,99	3,57
		4,4	1,24	4,09
		4,6	1,24	4,09
		4,8	1,24	4,85
Суглинок мягкопластичный	1	5	1,24	4,85
		5,2	0,99	5,09
		5,4	0,99	5,09
		5,6	0,99	5,85
		5,8	0,99	6,61
		6	1,24	7,89
		6,2	0,99	8,89
		6,4	1,24	9,41
		6,6	0,99	10,41
		6,8	1,24	10,17
		7	1,73	11,19
		7,2	1,73	11,95
		7,4	1,48	13,72
7,6	1,24	13,97		
7,8	1,24	13,97		
Глина тугопластичная	5	8	1,24	14,73
		8,2	1,24	15,49
		8,4	1,24	15,49
		8,6	1,24	16,25
		8,8	1,24	17,77
		9	1,48	19,04
		9,2	1,48	19,80
		9,4	1,48	21,32
		9,6	1,48	22,08
		9,8	1,48	22,84
Гравийный	7	10	1,98	24,62
		10,2	1,73	25,63
		10,4	1,73	26,39
		10,6	1,73	27,91
		10,8	1,73	29,43
11	1,98	32,22		
11,2	16,80	37,92	37,92	
11,4	37,05	42,75	42,75	

Сопротивление грунта на боковой поверхности зонда, кН
Удельное сопротивление грунта под конусом, МПа

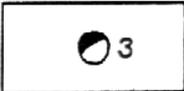
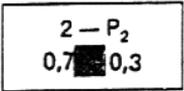
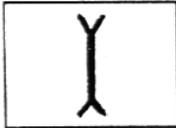
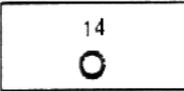
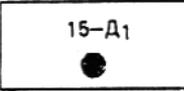
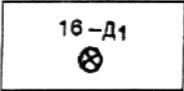


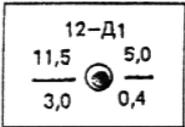
ПРИЛОЖЕНИЕ Б
УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ
В ДОКУМЕНТАЦИИ
ПО ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИМ
ИЗЫСКАНИЯМ

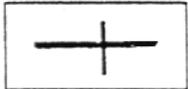
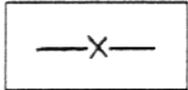
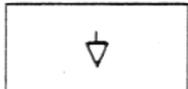
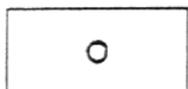
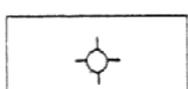
Б1. Линии условных графических обозначений

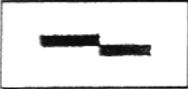
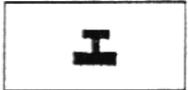
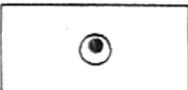
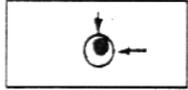
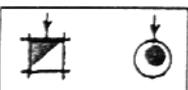
Наименование	Начертание	Толщина, мм	Цвет	Основное назначение
Сплошная основная		0,7	Черный	Линии разрезом
Сплошная тонкая		0,3	—/--	—/-- штриховки
Сплошная волнистая		1,5	—/--	Граница инженерно-геологического района на карте
		1,0	—/--	То же, подрайона
		0,5	—/--	—/--, участка
—/--		0,3–0,5	—/--	Граница слоев установленная
—/--		0,5–0,7	—/--	Контакты стратиграфические наблюдаемые
—/--		0,5–0,7	Синий	Гидроизогипсы, гидроизопьезы
—/--		0,5–0,7	Красный	Контакты тектонические наблюдаемые
Штриховая волнистая		0,3–0,5	Черный	Границы слоев предполагаемые
—/--		0,5–0,7	—/--	Контакты стратиграфические предполагаемые
—/--		0,5–0,7	Синий	Гидроизогипсы и гидроизопьезы предполагаемые
—/--		0,5–0,7	Красный	Контакты тектонические предполагаемые

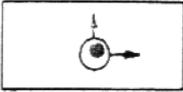
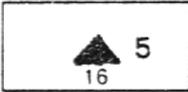
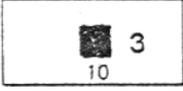
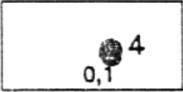
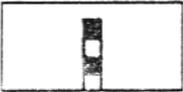
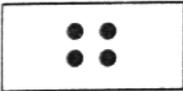
**Б2. Условные графические обозначения
горных выработок, пикетов, точек испытания грунтов,
наблюдений и исследований, применяемые
на инженерно-геологических картах**

Наименование	Обозначение
1. Горные выработки:	
а) дудка	
б) закопушка	
в) колодец	
<i>Примечания:</i> 1. Обозначают синим цветом. 2. Над обозначением указывают номер колодца и геологический индекс водоносного горизонта, слева от обозначения – дебит, л/с, справа – минерализацию воды, г/л.	
г) расчистка	
д) скважина безводная	
е) скважина без опробования водоносного горизонта	
ж) скважина водопоглощающая	

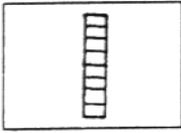
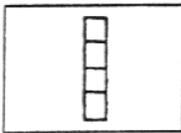
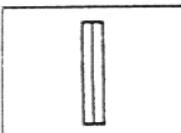
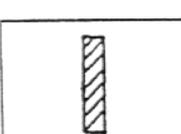
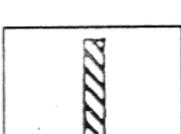
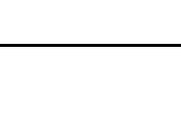
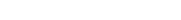
Наименование	Обозначение
<p>и) скважина гидрогеологическая</p> <p>Примечания:</p> <p>1. В перечислениях д, е, ж, и обозначения показывают синим цветом.</p> <p>2. Над обозначением указывают номер скважины и через дефис – геологический индекс водоносного горизонта.</p> <p>3. Слева от обозначения гидрогеологической скважины указывают над чертой – дебит, л/с, под чертой – понижение, м. Справа от обозначения над чертой – глубину естественного уровня, м, под чертой – минерализацию воды, г/л.</p>	
<p>к) скважина каротажная</p> <p>Примечание. Прописными буквами русского алфавита обозначают вид каротажа.</p> <p>Пример. Э – электрокаротаж, Р – радиоактивный, Т – термокаротаж и т.п.</p>	
<p>л) скважина разведочная</p>	
<p>м) скважина техническая</p>	
<p>н) шахта</p>	
<p>п) штольня</p>	

Наименование	Обозначение
р) шурф	
2. Пикеты: а) закрепленный магнитного профиля б) закрепленный сейсмического профиля в) закрепленный электропрофиля	  
3. Точки зондирования: а) динамического б) статического в) вертикального электрического г) кругового вертикального электрического	   
4. Точки испытания грунтов: а) вращательным срезом	

Наименование	Обозначение
<p>б) на срез</p> <p>в) прессиомером</p> <p>г) статическими нагрузками</p>	  
<p>5. Точки наблюдений и исследований:</p> <p>а) за режимом подземных вод в скважине</p> <p>б) за режимом подземных вод в шурфе</p> <p>в) расходомерических в скважине</p> <p><i>Примечание.</i> Точки наблюдений и исследований обозначают синим цветом.</p>	  
<p>6. Точки нагнетания (налива) и откачки:</p> <p>а) точка нагнетания на опытном участке</p> <p>б) точка опытного нагнетания в одиночную горную выработку (шурф или скважину)</p>	 

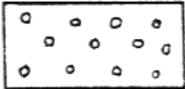
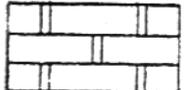
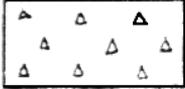
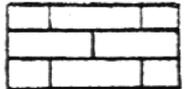
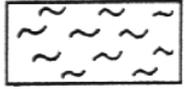
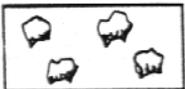
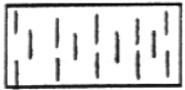
<p>в) точка откачки на опытном участке</p> <p>г) точка опытной откачки из одиночной горной выработки (шурфа или скважины)</p> <p><i>Примечание.</i> Точки нагнетания и откачки обозначают синим цветом.</p>	 
<p>7. Точки отбора образцов грунта:</p> <p>а) с нарушенной структурой</p> <p>б) с ненарушенной структурой</p>	 
<p>8. Точка отбора пробы воды</p> <p><i>Примечания:</i></p> <p>1. Условное обозначение точек отбора образцов грунта и пробы воды применяют также на разрезах и колонках.</p> <p>2. Справа от обозначения знака указывают номер образца или пробы; под обозначением знака – результат его испытаний: плотность грунта, кг/м³; модуль деформации грунта, МПа; минерализацию воды, г/л.</p> <p>3. Точку отбора пробы воды обозначают синим цветом.</p>	
<p>9. Пост водомерный</p>	
<p>10. Точка забивки опытной сваи</p>	
<p>11. Точки опытной цементации</p>	

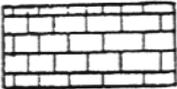
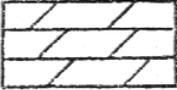
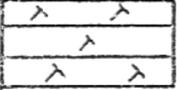
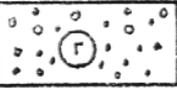
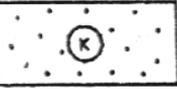
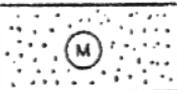
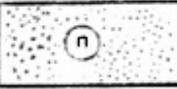
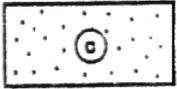
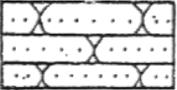
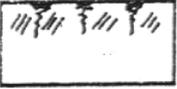
**Б3. Условные графические обозначения консистенции
и степени влажности грунтов, применяемые
на инженерно-геологических разрезах и колонках**

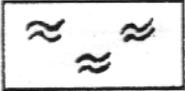
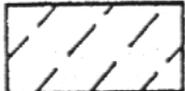
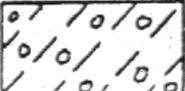
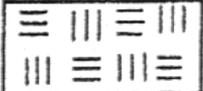
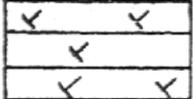
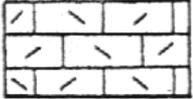
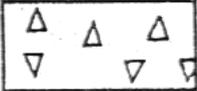
Наименование грунта	Консистенция	Степень влажности	Обозначение
Супесь, суглинок, глина	Твердая	—	
Песок	—	Маловлажный	
Суглинок, глина	Полутвердая	—	
То же	Тугопластичная	—	
Супесь	Пластичная	—	
Песок	—	Влажный	
Суглинок, глина	Мягкопластичная	—	
То же	Текучепластичная	—	
-//-	Текучая	—	
Песок	—	Насыщенный водой	

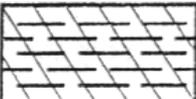
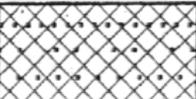
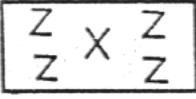
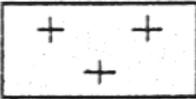
**Б4. Условные графические обозначения
основных видов грунтов, применяемые
на инженерно-геологических разрезах и колонках**

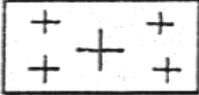
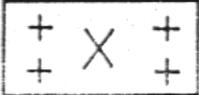
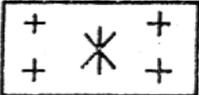
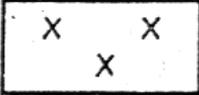
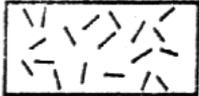
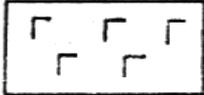
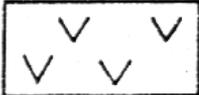
Наименование	Обозначение
Осадочные грунты	
1. Алевролит	
2. Ангидрит	
3. Аргиллит	
4. Брекчия	
5. Валуны	
6. Галька	
7. Гипс	
8. Глина	
9. Гравелит	

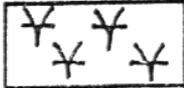
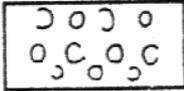
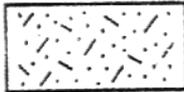
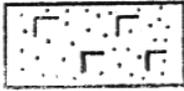
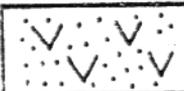
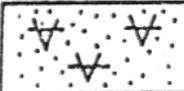
Наименование	Обозначение
10. Гравий	
11. Доломит	
12. Дресва (дресвяный грунт)	
13. Известняк	
14. Ил	
15. Каменная соль	
16. Каменный уголь	
17. Камни, глыбы	
18. Конгломерат	
19. Лесс (лессовидные суглинок, глина)	

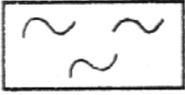
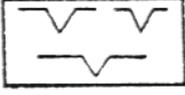
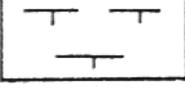
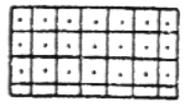
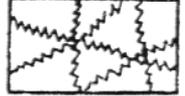
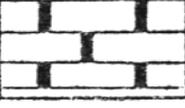
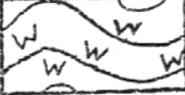
Наименование	Обозначение
20. Мел	
21. Мергель	
22. Опока	
23. Песок гравелистый	
24. Песок крупный	
25. Песок мелкий	
26. Песок пылеватый	
27. Песок средний	
28. Песчаник	
29. Слой почвенно-растительный	

Наименование	Обозначение
30. Сапрпель	
31. Суглинок	
32. Суглинок моренный	
33. Супесь	
34. Супесь моренная	
35. Торф	
36. Трепел (диатомит)	
37. Туффит известковый	
38. Щебень (щебенистый грунт)	

Наименование	Обозначение
Искусственные грунты	
<p>1. Насыпные крупнообломочные, песчаные пылеватые и глинистые грунты, заторфованные грунты, торф; отходы производства (шлаки, золы и др.); строительные и твердые бытовые отходы</p>	
<p>2. Намывные песчаные, пылеватые и глинистые грунты; отходы производства (хвосты обогатительных фабрик, шлаки, золы и пр.)</p>	
<p>3. Магматические, метаморфические и осадочные скальные грунты, закрепленные разными способами</p>	
<p>4. Пылеватые глинистые нецементированные грунты, закрепленные разными способами</p>	
<p>5. Песчаные нецементированные грунты, закрепленные разными способами</p>	
<p>6. Уплотненные в природном состоянии</p>	
Интрузивные (глубинные) грунты	
<p>1. Габродиорит</p>	
<p>2. Гранит</p>	

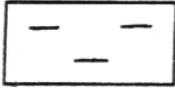
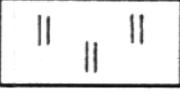
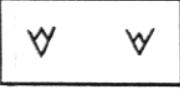
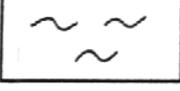
Наименование	Обозначение
3. Гранит-порфир	
4. Гранодиорит	
5. Граносиенит	
6. Диорит	
7. Перидотит	
8. Сиенит	
Эффузивные (излившиеся) грунты 1. Лава: а) кислого состава б) основного состава в) среднего состава	
	
	

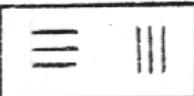
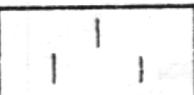
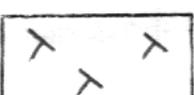
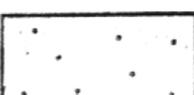
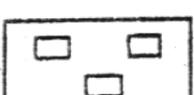
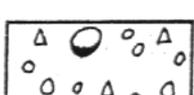
Наименование	Обозначение
г) щелочного состава	
д) разного состава (нерасчлененная)	
2. Пемза	
3. Туф:	
а) кислого состава (липаритовый)	
б) основного состава (базальтовый)	
в) разного состава (нерасчлененный)	
г) среднего состава (андезитовый)	
д) щелочного состава	
4. Шлак	

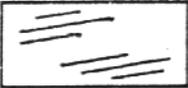
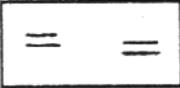
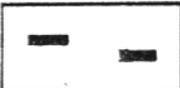
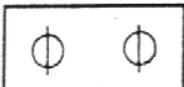
Наименование	Обозначение
Метаморфические грунты	
1. Амфиболит	
2. Гнейс <i>Примечание.</i> Гнейс и гнейсовые породы обозначают в зависимости от петрографического состава материнского материала.	 
3. Кварцит	
4. Милонит	
5. Мрамор	
6. Роговик, яшма	
7. Сланец глинистый, филлит	

Б5. Условные графические обозначения характерных литологических особенностей грунтов

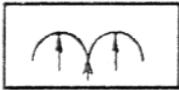
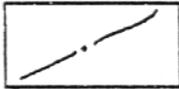
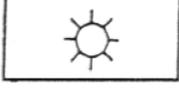
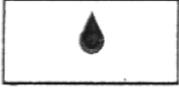
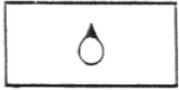
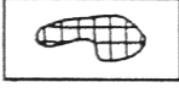
Условные графические обозначения характерных литологических особенностей грунтов изображают редкими знаками на фоне условных обозначений видов грунтов, применяемых на инженерно-геологических разрезах и колонках

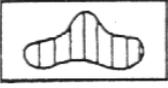
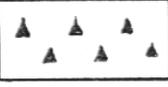
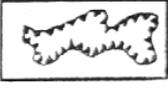
Наименование	Обозначение
1. Битуминозность	
2. Выветрелость	
3. Глинистость	
4. Гумусированность	
5. Доломитизация	
6. Железистость	
7. Загипсованность	
8. Заиленность	

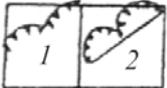
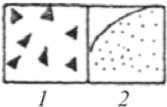
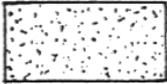
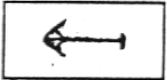
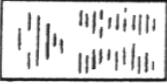
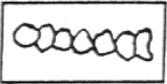
Наименование	Обозначение
9. Закарстованность	
10. Засоленность	
11. Заторфованность	
12. Известковистость	
13. Кавернозность	
14. Кремнистость	
15. Песчанистость	
16. Пиритизированность	
17. Гравелистость (примесь гравия, гальки, щебня, валунов)	

Наименование	Обозначение
18. Рассланцованность	
19. Слюдистость	
20. Трещиноватость	
21. Углистость	
22. Фосфористость	

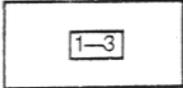
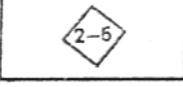
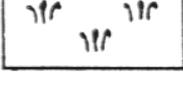
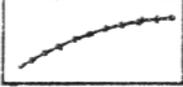
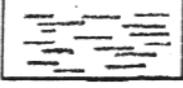
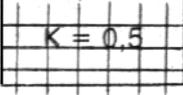
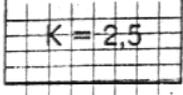
**Б6. Условные графические обозначения
элементов геоморфологии и физико-геологических явлений,
применяемые на инженерно-геологических картах**

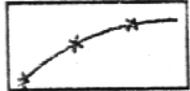
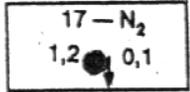
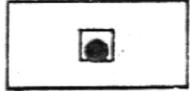
Наименование	Обозначение
1. Абразия	
2. Бровка коренного склона	
3. Воронка карстовая <i>Примечание:</i> Цифрой 1 обозначают активную воронку, цифрой 2 – стабилизировавшуюся	
4. Воронка просадочная	
5. Вулкан:	
а) действующий	
б) потухший	
в) грязевой действующий	
г) грязевой недействующий	
6. Гряда конечных морен	

Наименование	Обозначение
<p>7. Граница (или бровка) террасы</p> <p><i>Примечание.</i> Границы террасы обозначают: первой – 1, второй – 2, третьей – 3 и т.д.</p>	
8. Долина (русло) погребенная, затопленная	
9. Друмлины	
10. Западина суффозионная	
11. Камы	
<p>12. Конус выноса</p> <p><i>Примечание.</i> Цифрой 1 обозначают древний конус, цифрой 2 – формирующийся.</p>	
13. Курумы	
14. Лавина	
15. Овраг растущий	
16. Озы	

Наименование	Обозначение
<p>17. Оползень</p> <p><i>Примечание.</i> Цифрой 1 обозначают активный оползень, цифрой 2 – стабилизировавшийся.</p>	
<p>18. Осыпь</p> <p><i>Примечание.</i> Цифрой 1 обозначают каменную осыпь, цифрой 2 – земляную.</p>	
<p>19. Песок, перенесенный ветром (барханный, бугристый, донный)</p>	
<p>20. Размыв дна оврага</p>	
<p>21. Сель</p>	
<p>22. Солифлюкция</p>	
<p>23. Солончаки</p>	
<p>24. Такыры</p>	
<p>25. Уступ тектонический</p>	
<p>26. Уступ эрозионный</p>	
<p><i>Примечание.</i> Элементы геологических явлений и процессов изображают красным цветом.</p>	

**Б7. Условные графические обозначения
элементов гидрогеологии**

Наименование	Обозначение
1. Верховодка, глубина, м	
2. Воды грунтовые, глубина, м	
3. Воды грунтовые таликов, глубина, м	
4. Воды техногенные, глубина, м	
5. Болото	
6. Граница распространения напорных вод	
7. Грунты водоносные	
8. Грунты водопроницаемые: а) слабо	
б) сильно <i>Примечание.</i> К – коэффициент фильтрации, м/сут или см/с.	

Наименование	Обозначение
<p>9. Грунты водоупорные</p> <p><i>Примечание.</i> Обозначают темно-желтым цветом.</p>	
<p>10. Контуры участков с пьезометрическим уровнем подземных вод выше поверхности земли</p>	
<p>11. Родники:</p> <p>а) нисходящий</p>	
<p>б) восходящий</p>	
<p>в) каптированный (оборудованный для доступа к воде)</p>	
<p>г) пересыхающий</p> <p><i>Примечание.</i> Над обозначением указывают номер родника и геологический индекс водоносного горизонта; слева от обозначения указывают дебит, л/с; справа – минерализацию воды, г/л.</p>	
<p><i>Примечание.</i> Элементы гидрогеологии (поз. 6–8, 10, 11) обозначают синим цветом.</p>	

ПРИЛОЖЕНИЕ В
УСЛОВНЫЕ БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ
ЭРЫ, ПЕРИОДА, ЭПОХИ ОБРАЗОВАНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД
И ГЕНОТИПА ГРУНТОВ

В1. Обозначения эры, периода, эпохи образования горных пород

I. Фанерозой б/о

1. Кайнозойская KZ

1.1. Антропогеновый Q (Q_I, Q_{II}, Q_{III}, Q_{IV}; Q₁, Q₂, Q₃, Q₄)

1.1.1. Голоцен

1.1.2. Плейстоцен

1.1.3. Эоплейстоцен

1.2. Неогеновый N

1.2.1. Плиоцен N₂

1.2.2. Миоцен N₁

1.3. Палеогеновый P

1.3.1. Олигоцен P₃

1.3.2. Эоцен P₂

1.3.3. Палеоцен P₁

2. Мезозойская MZ

2.1. Меловой K (K₂; K₁)

2.2. Юрский J (J₃; J₂; J₁)

2.3. Триасовый T (T₃; T₂; T₁)

3. Палеозойская PZ (PZ₃; PZ₂; PZ₁)

3.1. Пермский P (P₂; P₁)

3.2. Каменноугольный C (C₃; C₂; C₁)

3.3. Девонский D (D₃; D₂; D₁)

3.4. Силурский S (S₂; S₁)

3.5. Ордовикский O (O₃; O₂; O₁)

3.6. Кембрийский € (€₃; €₂; €₁)

II. Криптозой, докембрий P€

1. Протерозой PR

1.1. Поздний протерозой PR₂

1.1.1. Вендский V (V₂; V₁)

1.1.2. Рифей R (R₃; R₂; R₁)

1.2. Ранний протерозой (карелий) PR₁

2. Архей AR (AR₂; AR₁)

Основы геологической хронологии
земной коры

Геохронологическая шкала	Стратиграфическая шкала слоев горных пород
Эон	Эонотема
Эра	Эратема
Период	Система
Эпоха	Отдел (для четвертичной системы – раз- дел)
Век	Ярус

Самый длительный отрезок времени геологической хронологии – эон, самый короткий – век. Образованную породу в течение этого времени называют соответственно: эонотема, ярус. Выделено два больших зона: фанерозой (явная жизнь), называемый также неохрон (новое время), и криптозой (скрытая жизнь), называемый также палеохрон (древнее время).

Эоны разделены на эры, эры – на периоды.

Периоды делят на эпохи (отделы). Например, триасовый Т делят на: нижнюю Т₁, среднюю Т₂, верхнюю Т₃.

Каждую эпоху делят на века (ярусы). Например, К₂^{dat} читается: меловой период, верхняя эпоха, датский век.

В геологической эволюции земной коры выделяют также эпохи орогенеза (горообразования), тектонические циклы, охватывающие интервалы геологического времени продолжительностью 150–200 млн лет и более. Тектонические циклы не вполне тождественны один другому, завершаются эпохами складчатости, рассматриваются как этапы общей направленной эволюции земной коры.

В2. Обозначения генотипов отложений

- a* – аллювий
- e* – элювий
- d* – делювий
- i* – иллювий
- pr* – пролювий
- l* – озерные
- ed* – эоловые
- q* – ледниковые
- fq* – водно-ледниковые
- m* – моренные
- p* – торф
- t* – техногенные
- ch* – химического происхождения
- c* – коллювиальный-оползневый
- s* – солифлюкационный
- am* – аллювий моренный
- al* – аллювий озерный
- qm* – ледниково-моренный
- lq* – озерно-ледниковый
- fq_l* – водно-ледниковый озерный
- pQ* – почвенно-растительный
- tQ* – техногенные отложения четвертичного периода

Учебное издание

Неволин Анатолий Павлович

**ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ.
ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ
ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА**

Учебно-методическое пособие

Редактор и корректор *В.В. Мальцева*

Подписано в печать 13.11.2014. Формат 70×100/16.
Усл. печ. л. 6,93. Тираж 100 экз. Заказ № 200/2014.

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета.
Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, к. 113.
Тел. (342) 219-80-33.