

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА» (СПБГУТ)**

Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВЫХ РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ»**

**Направление подготовки 05.03.06 Экология и природопользование
Разработчик: доцент, к.г.-м.н. Гильдеева И.М.**

**Санкт-Петербург
2017**

Введение

Цель курсовой работы по инженерной геологии заключается в следующем:

- а) закрепить пройденный по инженерно-геологическому курсу теоретический материал;
- б) побудить студентов к более глубокой проработке отдельных тем курса;
- в) приучить студентов к работе с литературой и библиотечным каталогом;
- г) повысить интерес студентов к геологическим маршрутам на геологической практике;
- д) привлечь большее число докладчиков на студенческую научную конференцию.

Тематика курсовой работы. Для выполнения поставленных выше задач темы курсовых работ должны быть разнообразны, отражать всю программу курса и не повторяться в студенческой группе. Как правило, темы должны формулироваться конкретно по какому-либо частному вопросу курса так, чтобы для её выполнения потребовалось привлечение литературы. Для отдельных студентов не исключается возможность выполнения тем более широких, теоретического плана по разделам учебного курса, которые не могут быть иллюстрированы результатами личных наблюдений на геологической практике.

1. Общая характеристика района размещения проектируемого объекта

1.1. Район размещения проектируемого объекта

В этом подразделе приводится характеристика участка строительства: 1) место положения, климатические условия, характер застройки и др.; 2) характеристика проектируемого объекта: размеры здания в плане, высота, наличие подземной части, а также возможное вредное воздействие на природную среду. Здесь же приводится ситуационный план участка строительства в масштабе 1:500 с указанием существующих и проектируемых построек и привязки разведочных скважин.

1.2. Геологические условия и объем изысканий

Производится описание геологических условий строительной площадки: геоморфология, литология с указанием геологических индексов и гидрогеологические условия.

По каждому слою из отчета по инженерно-геологическим изысканиям выписываются основные физические свойства, к которым относятся:

а) для песчаных грунтов: гранулометрический состав, плотность твердых частиц (ρ_s), естественная плотность (ρ), естественная влажность (w);

б) для глинистых грунтов: те же показатели и дополнительные - влажность на пределе раскатывания (w_p), влажность на пределе текучести (w_L).

Основные характеристики записываются в таблицу (табл. 1).

2. Построение геологического разреза и оценка характеристик грунтов

2.1. Построение геологического разреза

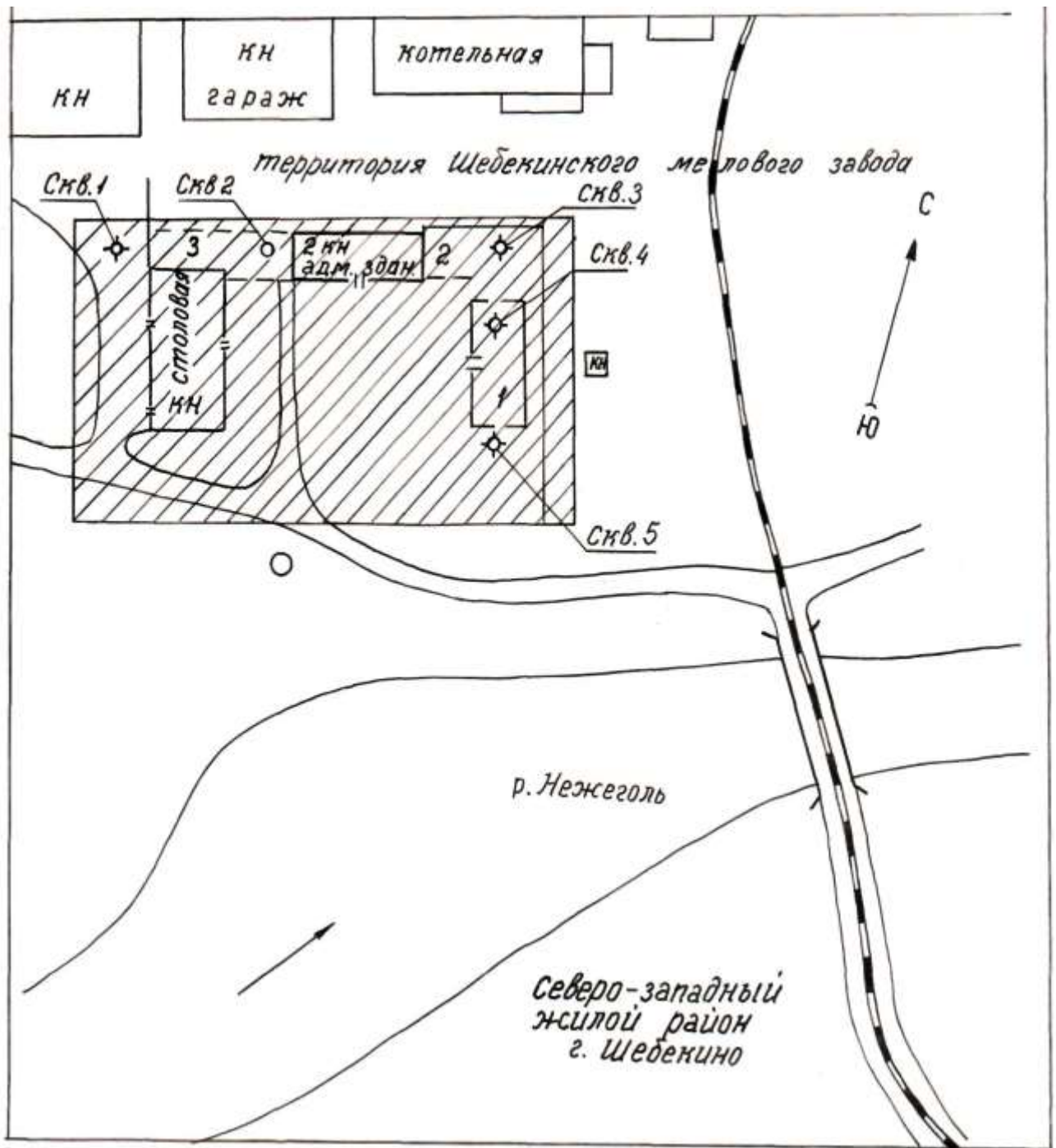
Геологический разрез строится для более четкого представления об условиях залегания грунтов в выбранном районе строительства. Линия пересечения земной поверхности с плоскостью геологического разреза называется **линией разреза**. Для построения геологического разреза выбирается базисная линия, от которой и строится разрез. За базисную линию принимают линию, проведенную через устья скважин (см. рис. 1).

Порядок построения разреза

1. На плане через горные выработки проводят линию разреза, концы которой обозначают цифрами $I - I$.

2. Вдоль выбранной линии разреза строят топографический профиль.

3. На профиль наносят устья скважин, отмечают номера выработок и абсолютные отметки их устьев. Тонкими вертикальными линиями отмечают направление осей скважин.



**Ситуационная схема
экспликация зданий и сооружений**

1. - проектируемая заводская поликлиника
 2. - заводской музей (персп.)
 3. - магазин стройматериалов (персп.)


 Реконструируемая предзаводская территория мелзавода

Рис. 1. План строительной площадки с указанием скважин М 1:500.

4. На основе линии горных выработок наносят данные о пройденных породах (интервал залегания, наименование породы, ее возрастной индекс). Все построения выполняют от базисной линии.

5. Приступают к объединению аналогичных пород, встреченных соседними выработками, в пласты, массивы. Такое объединение возможно лишь для пород, одинаковых по составу, возрасту и происхождению (генезису), а иногда одинаковых только по возрасту и генезису.

6. Нижняя граница геологического разреза определяется наиболее глубокой скважиной. Нельзя разрез снизу ограничивать линией, соединяющей забои горных выработок.

7. На разрез наносят данные о подземных водах. При безнапорном характере подземных вод депрессионная поверхность подземного потока показывается на разрезе /– / сплошной линией, соединяющей отметки воды в скважинах. При напорном характере величина напора обозначается стрелкой, направленной вверх, от отметки появления воды до отметки ее установления. Стрелку проводят слева от скважины.

8. Справа от скважины условными знаками показывают места отбора монолитов и проб горных пород, а также проб воды.

9. При окончательном оформлении чертежа линии скважин от устья до забоя четко выделяют. Забой скважины необходимо подчеркнуть короткой горизонтальной линией.

10. По каждой скважине проставляют отметки забоя, кровли и подошвы пластов. Пласты пород на разрезе имитируют в соответствии с принятыми условными обозначениями, контуры пластов выделяют жирными линиями. В пределах контуров пластов и массивов проставляют генетические и возвратные индексы.

11. Разрез сопровождают условными обозначениями. Условные обозначения пород располагают в строгой возрастной последовательности, от более молодых к более древним породам, сверху вниз или слева направо.

Общее оформление геологического разреза приведено на рис. 2.

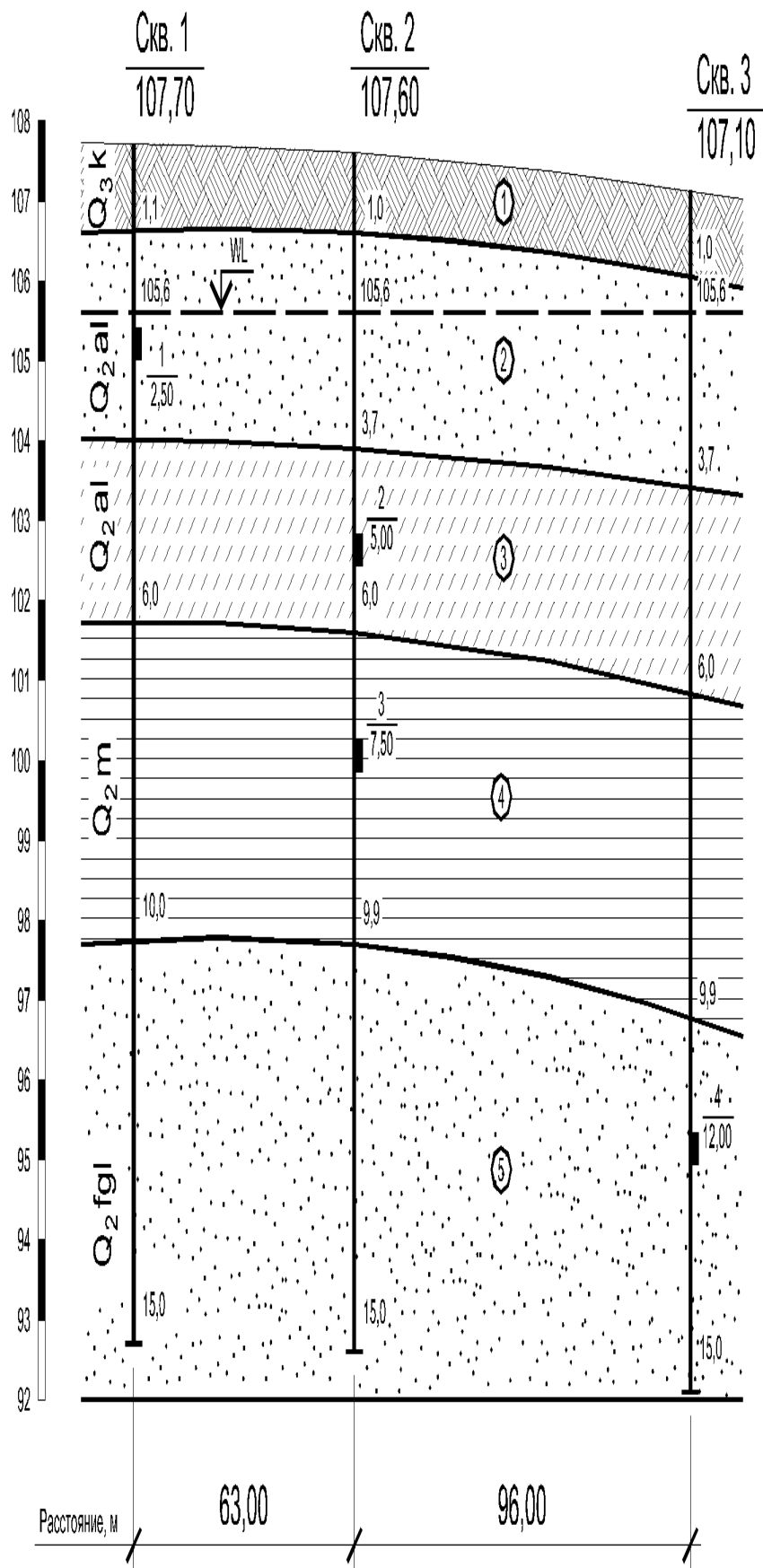


Рис. 2. Геологический разрез по линии I-I

Рекомендуемый масштаб геологического разреза: горизонтальный 1:500, вертикальный 1:100.

2.2. Послойное описание грунтов

Послойное описание грунтов производится сверху-вниз, при этом указываются возраст и происхождение грунтов, глубина залегания каждого слоя, наименование слоев, их мощность, а также глубина залегания и тип подземных вод.

Пример описания

В геологическом строении участка проектируемого строительства доразведанной глубины 20,0 м принимают участие образования четвертичной (Q), неогеновой (N) и палеогеновой (P) систем.

С дневной поверхности и до глубины 0,2-1,7 м залегают насыпные грунты (t IV), представленные неравномерной смесью чернозема, суглинка, щебня.

Под насыпными грунтами до глубины 0,6-1,9 м вскрыта современная почва (Q IV), представленная черноземом суглинистым. Мощность почвы 0,3-0,7 м.

Ниже, до глубины 8,9-11,1 м залегает толща желто- и ярко-коричневых тяжелых суглинков покровного комплекса четвертичной системы (ved I-III).

Под вышеописанными осадками до глубины 12,9-16,3 м вскрыта толща супесчано-суглинистых образований, представленных тяжелыми плотными суглинками красно-коричневой окраски и ярко-оранжевыми супесями.

Подстилаются все вышеописанные образования легкими красно-бурыми глинами плиоцена (N₂). Скважиной 2335 под легкими неогеновыми глинами вскрыты тяжелые зеленовато-серые глины палеогеновой системы (P₂) вскрытой мощностью 0,4 м.

Условия залегания литолого-генетических разновидностей грунтов представлены на инженерно-геологических разрезах (см. рис.), а их подробное описание – в инженерно-геологических колонках (см. рис.).

Природные подземные воды типа «верховодка» залегают на глубине 3,9-5,5 м, с отметками установившегося уровня 195,2-197,2 м. Водовмещающими грунтами являются суглинки покровного комплекса, супесчано-суглинистые образования и верхняя часть неогеновых глин. Водоупором служат плотные глины неогеновой системы. Питание грунтовых вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков. Колебания уровня грунтовых вод возможны в пределах ±2,0-2,5 м от отметок, зафиксированных в период настоящих изысканий.

2.3. Расчет производных характеристик и определение разновидностей грунтов

Производные и классификационные характеристики грунтов определяются аналитическим путем через основные и дополнительные физические характеристики, приведенным в табл. 1. К производным характеристикам относятся: плотность сухого грунта (ρ_d), коэффициент пористости (e), удельный вес грунта, взвешенного в воде (γ_{sb}). К классификационным характеристикам относятся: число пластичности (I_p), показатель текучести (I_L), степень водонасыщения (S_r).

$$\rho_d = \frac{\rho}{1+W};$$

$$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d} ;$$

$$\gamma_{sb} = g \frac{\rho_s - \rho_w}{1 + e} ;$$

$$I_P = W_L - W_P ;$$

$$I_L = \frac{W - W_P}{I_P} ;$$

$$S_r = \frac{W \rho_s}{e \rho_w} ,$$

где ρ_w – плотность воды ($1,0 \text{ т/м}^3$).

3. Результаты расчета сводят в табл. 1 и определяют разновидности грунта по ГОСТ 25100 – 95 (см. прил. 1)

Таблица 1

Сводная таблица физических характеристик грунтов (пример)

№ п/п	Грунт (по ГОСТ 25100–95)	Основные			Дополнительные		Производные			Индексационные (классификац.)		
		ρ_s , т/м ³	γ , кН/м ³	W	W_L	W_P	ρ_d , т/м ³	e	γ_{sb} , кН/м ³	I_P	I_L	S_r
1	Глина полутвердая легкая, пылеватая	2,74	20,0	0,27	0,41	0,23	1,57	0,75	9,94	0,18	0,22	0,99

2.4. Определение механических характеристик по таблицам СНиП

Механическими характеристиками дисперсных грунтов являются:

- а) деформационные: модуль общей деформации (E);
- б) прочностные: удельное сцепление (C), угол внутреннего трения (ϕ).

Определение механических характеристик производится согласно приложения 2, табл. 1,2, 3. Для песчаных грунтов по табл. 1 определяются прочностные и деформационные характеристики, используя разновидности, полученные в разделе 2.3. Для глинистых грунтов определение прочностных характеристик производится по табл. 2 с использованием показателей текучести и коэффициента пористости. А деформационные характеристики определяются по табл. 3 с использованием геологических индексов, показателей текучести и коэффициента пористости.

3. Оценка категорий сложности участка строительства

Категория сложности инженерно-геологических условий устанавливается по совокупности факторов. Если какой-либо отдельный фактор относится к более высокой категории сложности и является определяющим при принятии основных проектных решений, то категорию сложности следует устанавливать по этому фактору. Для определения категорий сложности рассматриваются 6 факторов.

При этом строительная площадка разделяется на 3 категории сложности: I (простая); II (средней сложности); III (сложная).

3.1. Геоморфологические условия

По этим условиям разделение на категории производится исходя из следующих признаков:

1 категория - участок строительства в пределах одного геоморфологического элемента. Поверхность горизонтальная, нерасчлененная.

2 категория – участок строительства в пределах нескольких геоморфологических элементов одного генезиса. Поверхность наклонная, слабо расчлененная.

3 категория – участок строительства в пределах нескольких геоморфологических элементов разного генезиса. Поверхность сильно расчлененная

3.2. Геологические условия в сфере взаимодействия здания с геологической средой

По этим условиям разделение на категории производится исходя из следующих признаков:

1 категория - не более двух различных по литологии слоев, залегающих горизонтально или слабо наклонно (уклон не более 0,1). Мощность выдержана по простиранию. Незначительная степень неоднородности слоев по показателям свойств грунтов, закономерно изменяющихся в плане и по глубине. Скальные грунты залегают с поверхности или перекрыты маломощным слоем нескальных грунтов.

2 категория - не более четырех различных по литологии слоев, залегающих наклонно или с выклиниванием. Мощность изменяется закономерно. Существенное изменение характеристик свойств грунтов в плане или по глубине. Скальные грунты имеют неровную кровлю и перекрыты нескальными грунтами.

3 категория - более четырех различных по литологии слоев. Мощность резко изменяется. Линзовидное залегание слоев. Значительная степень неоднородности по показателям свойств грунтов, изменяющихся в плане или по глубине. Скальные грунты имеют сильно расчлененную кровлю и перекрыты нескальными грунтами. Имеются разломы разного порядка

3.3. Гидрогеологические условия

1 категория - подземные воды отсутствуют или имеется один выдержанный горизонт подземных вод с однородным химическим составом

2 категория - два и более выдержанных горизонтов подземных вод, местами с неоднородным химическим составом или обладающих напором и содержащих загрязнение.

3 категория - горизонты подземных вод не выдержаны по простиранию и мощности, с неоднородным химическим составом или разнообразным загрязнением. Местами сложное чередование водоносных и водоупорных пород. Напоры подземных вод и их гидравлическая связь изменяются по простиранию.

3.4. Инженерно-геологические процессы

1 категория – отсутствуют.

2 категория - имеют ограниченное распространение и (или) не оказывают существенного влияния на выбор проектных решений, строительство и эксплуатацию объектов

3 категория - имеют широкое распространение и (или) оказывают решающее влияние на выбор проектных решений, строительство и эксплуатацию объектов

3.5. Специфические грунты

1 категория – специфические грунты отсутствуют.

2 категория - Имеют ограниченное распространение и (или) не оказывают существенного влияния на выбор проектных решений, строительство и эксплуатацию объектов.

3 категория - имеют широкое распространение и (или) оказывают решающее влияние на выбор проектных решений, строительство и эксплуатацию объектов.

3.6. Техногенные воздействия

1 категория - незначительные и могут не учитываться при инженерно-геологических изысканиях и проектировании.

2 категория - не оказывают существенного влияния на выбор проектных решений и проведение инженерно-геологических изысканий.

3 категория - оказывают существенное влияние на выбор проектных решений и осложняют производство инженерно-геологических изысканий в части увеличения их состава и объемов работ

Заключение

В заключении приводятся основные результаты работы и направления их практического использования.

Темы курсовых работ

Инженерно-геологические условия на краевых ледниковых образованиях Северо-Запада РФ

Инженерно-геологические условия на озерно-ледниковых образованиях Северо-Запада РФ

Инженерно-геологические условия на четвертичных морских отложениях Северо-Запада РФ

Инженерно-геологические условия на флювиогляциальных отложениях Северо-Запада РФ

Инженерно-геологические условия в крупных речных долинах Северо-Запада РФ

Геологическое строение и инженерно-геологические условия в пределах Ижорской возвышенности

Геологическое строение и инженерно-геологические условия в пределах Лемболовской возвышенности

Геологическое строение и инженерно-геологические условия в пределах Приневской низины

Геологическое строение и инженерно-геологические условия в пределах Путиловского плато

Геологическое строение и инженерно-геологические условия в пределах Путиловской возвышенности

Геологическое строение и инженерно-геологические условия в пределах Лужской низменности

Геологическое строение и инженерно-геологические условия в пределах Тихвинской низменности

Геологическое строение и инженерно-геологические условия в пределах Балтийско-Ладожского уступа (Глинта)

Геологическое строение и инженерно-геологические условия в пределах Тихвинской гряды

Геологическое строение и инженерно-геологические условия в пределах Свирской низменности

Геологическое строение и инженерно-геологические условия в пределах Волховской низменности

Геологическое строение и инженерно-геологические условия в пределах Приозерской низменности

Геологическое строение и инженерно-геологические условия в пределах Лодейнопольской возвышенности

Инженерно-геологические проблемы строительства и функционирования метрополитена Санкт-Петербурга

Список литературы и интернет-ресурсы

Геологический портал Ленинградской области:
<http://www.geokniga.org/labels/1450>

ГИС-Атлас "Недра России": <http://atlaspacket.vsegei.ru/>

Инженерная геология [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов строительных специальностей / сост. : В. В. Савельев, В. С. Рязанов, В. Е. Глушков. - Йошкар-Ола : Марийский гос. технический ун-т, Поволжский гос. технологический ун-т, ЭБС АСВ, 2009. - 45 с.

Калинин, Э. В. Инженерно-геологические расчеты и моделирование [Электронный ресурс] : учебник / Э. В. Калинин. – М. : Московский гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, 2006. - 256 с.

Орлов, В. Г. Основы инженерной гидрологии [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. Г. Орлов. – СПб.: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2013. - 187 с.

Платов, Н. А. Инженерно-геологические изыскания в сложных условиях [Электронный ресурс] : монография / Н. А. Платов. – М. : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2011. - 130 с.

Приложение 1
Классификация природных дисперсных грунтов
(по ГОСТ 25100 – 95)

1. По гранулометрическому составу крупнообломочные грунты и пески подразделяют согласно табл. 1.

Таблица 1

Разновидность грунтов	Размер зерен, частиц, мм	Содержание зерен, частиц, % по массе
Крупнообломочные: валунный галечниковый гравийный	св.200	св.50
	св.10	св.50
	св.2	св.50
Пески: гравелистый крупный средней крупности мелкий пылеватый	св.2,00	св.25
	св.0,50	св.50
	св.0,25	св.50
	св.0,10	75 и св.
	св.0,10	менее 75

2. По степени неоднородности гранулометрического состава C_u :

– однородный грунт $C_u \leq 3$;

– неоднородный грунт $C_u > 3$.

3. По числу пластичности грунты подразделяют согласно табл. 2.

Таблица 2

Разновидность глинистых грунтов	Число пластичности I_p
Супесь	от 1 до 7 включительно
Суглинок	от 7 до 17 включительно
Глина	свыше 17

4. По гранулометрическому составу и числу пластичности I_p глинистые грунты подразделяют согласно табл. 3.

Таблица 3

Разновидность глинистых грунтов	Число пластичности	Содержание песчаных частиц (2,00 – 0,05 мм), %, по массе
Супесь: песчанистая пылеватая	от 1 до 7 включит.	50 и св.
	от 1 до 7 включит.	менее 50
Суглинок: легкий песчанистый	св. 7 до 12 включит.	40 и св.

Суглинок: легкий пылеватый тяжелый песчанистый тяжелый пылеватый	св. 7 до 12 включит. св.12 до 17 включит. св. 12 до 17 включит.	менее 40 40 и св. менее 40
Глина: легкая песчанистая легкая пылеватая тяжелая	св.17 до 27 включит. св.17 до 27 включит. св. 27	40 и св. менее 40 не регламентируется

5. По наличию включений глинистые грунты подразделяют согласно табл. 4. Таблица 4

Разновидность глинистых грунтов	Содержание частиц крупнее 2 мм, %, по массе
Супесь, суглинок, глина с галькой (щебнем)	от 15 до 25 включительно
Супесь, суглинок, глина, галечниковые (щебенистые) или гравелистые (дресвяные)	св. 25 до 50 включительно

6. По показателю текучести I_L глинистые грунты подразделяют согласно табл. 5.

Таблица 5

Разновидность глинистых грунтов	Показатель текучести I_L
Супесь твердая пластичная текучая	менее 0 от 0 до 1 включительно св.1
Суглинки и глины твердые полутвердые тугопластичные мягкопластичные текучепластичные текучие	менее 0 от 0 до 0,25 включительно св. 0,25 до 0,50 включительно св.0,50 до 0,75 включительно св.0,75 до 1 включительно св. 1

7. По коэффициенту водонасыщения S_r крупнообломочные грунты и пески подразделяют согласно табл. 6.

Таблица 6

Разновидность грунтов	Коэффициент водонасыщения S_r
Малой степени водонасыщения	от 0 до 0,50 включительно
Средней степени водонасыщения	св. 0,50 до 0,80 включительно
Насыщенные водой	св. 0,80 до 1

8. По коэффициенту пористости e пески подразделяют согласно табл. 7.

Таблица 7

Разновидность песков	Коэффициент пористости e		
	пески гравелистые крупные и средней крупности	пески мелкие	пески пылеватые
плотный	менее 0,55	менее 0,60	менее 0,60
средней плотности	от 0,55 до 0,70	от 0,60 до 0,75	от 0,60 до 0,80
рыхлый	св.0,70	св. 0,75	св. 0,80

Приложение 2

Нормативные значения механических характеристик

Таблица А.1

Нормативные значения характеристик C , кПа, и φ , град, E для песчаных грунтов четвертичных отложений

Пески	Характеристика грунта	Характеристики грунта при коэффициенте пористости e			
		при коэффициенте пористости e			
		0,45	0,55	0,65	0,75
Гравелистые и крупные Средней крупности	C_n	2	1	–	–
	φ_n	43	40	38	–
Мелкие	E_n	50	40	30	–
Пылеватые	C_n	3	2	1	–
	φ_n	40	38	35	–
	E_n	50	40	30	–
	C_n	6	4	2	–
	φ_n	38	36	32	28
	E_n	48	38	28	18
	C_n	8	6	4	2
	φ_n	36	34	30	26

	E_n	39	28	18	11
--	-------	----	----	----	----

Таблица А.2 - Нормативные значения модулей деформации

пылевато-глинистых нелессовых грунтов

Происхождение и возраст грунтов	Разновидность грунтов и пределы нормативных значений показателя текучести I_L	Модуль деформации E , МПа, при коэффициенте пористости ε										
		0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05	1,2	1,4	1,6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Аллювиальные	Супеси	–	32	24	16	10	7	–	–	–	–	–
Делювиальные	$0 \leq I_L \leq 0,75$	–	24	27	22	17	14	11	–	–	–	–
Озерные	Суглинки	–	32	25	19	14	11	8	–	–	–	–
	$0 \leq I_L \leq 0,75$	–	–	–	17	12	8	6	5	–	–	–
	$0 \leq I_L \leq 0,75$	–	–	28	24	21	18	15	12	–	–	–
	$0,50 \leq I_L \leq 0,75$	–	–	–	21	18	15	12	9	–	–	–
	$0,50 \leq I_L \leq 0,75$	–	–	–	–	15	12	9	7	–	–	–
Флювиогляциальные	Глины											
	$0 \leq I_L \leq 0,25$											
	$0,25 < I_L \leq 0,50$											
	$0,50 < I_L \leq 0,75$											
	Супеси	–	33	24	27	11	7	–	–	–	–	–
	$0 \leq I_L \leq 0,25$	–	40	33	27	21	–	–	–	–	–	–
Суглинки	–	35	28	22	17	14	–	–	–	–	–	
	$0 \leq I_L \leq 0,25$	–	–	–	17	13	10	7	–	–	–	
	$0,25 < I_L \leq 0,50$											
	$0,50 < I_L \leq 0,75$											
Моренные	Супеси,	75	55	45	–	–	–	–	–	–	–	

	Суглинки											
	$I_L < 0,5$											
Юрские отложения оксфордского яруса	Глины	–	–	–	–	–	–	27	25	22	–	–
	$-0,20 < I_L \leq 0$	–	–	–	–	–	–	24	22	19	15	–
	$0 < I_L \leq 0,25$	–	–	–	–	–	–	–	–	16	12	10
	$0,25 < I_L \leq 0,50$											

Таблица А.3 - Нормативные значения характеристик C , кПа, и φ , град, для пылевато-глинистых грунтов четвертичных отложений

Глинистые грунты и пределы нормативных значений их показателя текучести	Характеристика грунта	Характеристика грунта						
		при коэффициенте пористости ε						
		0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05
Супеси $0 \leq I_L \leq 0,25$ $0,25 < I_L \leq 0,75$	C_n	21	17	15	13	–	–	–
	φ_n	30	29	27	24	–	–	–
	C_n	19	15	13	11	8	–	–
	φ_n	28	26	24	21	18	–	–
Суглинки $0 \leq I_L \leq 0,25$ $0,25 < I_L \leq 0,50$ $0,50 \leq I_L \leq 0,75$	C_n	47	37	31	25	22	19	–
	φ_n	26	25	24	23	22	20	–
	C_n	39	34	28	23	18	15	–
	φ_n	24	23	22	21	19	17	–
	C_n	–	–	25	20	16	14	12
	φ_n	–	–	19	18	16	14	12
Глины $0 \leq I_L \leq 0,25$ $0,25 < I_L \leq 0,50$ $0,50 \leq I_L \leq 0,75$	C_n	–	81	68	54	47	41	36
	φ_n	–	21	20	19	18	16	14
	C_n	–	–	57	50	43	37	32
	φ_n	–	–	18	17	16	14	11
	C_n	–	–	45	41	36	33	29

	φ_n	-	-	15	14	12	10	7
--	-------------	---	---	----	----	----	----	---