

Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ
СООБЩЕНИЯ ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Основания и фундаменты»

Инженерная геология

Учебное пособие

для студентов заочной формой обучения строительных специальностей

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2018

Содержание

1. Рекомендации по изучению, литература по курсу «Геология»	3
2. Рабочая программа и обзор содержания курса геологии	4
2.2. Общие сведения о Земле. Форма и строение Земли, геосферы и их взаимодействие, химический состав земной коры. Физические поля Земли. Геотермический режим.	5
2.3. Минералы и горные породы, процессы их образования, классификации, свойства.	6
2.4. Абсолютный и относительный возраст горных пород. Геохронология.	8
2.5. Тектонические движения земной коры, их классификация, значение для инженерно-геологических условий территории. Сейсмические явления. Влияние инженерно-геологических условий на сейсмическую опасность.	9
2.6. Основы грунтоведения. Грунты как трехфазные динамические системы. Твердая, жидкая, газообразная составляющие в грунтах. Структура и структурные связи. Показатели состава и состояния, водных и механических свойств (прочность, сжимаемость) грунтов.	10
2.7. Подземные воды, их виды. Режим подземных вод, влияние природных и техногенных факторов. Закономерности движения подземных вод. Расчеты расхода потока и притока к водозаборам.	11
2.8. Экзогенные геологические процессы и основные генетические типы грунтов.	12
2.9. Геологическая деятельность человека. Техногенные отложения. Инженерно-геологические процессы.	19
2.10. Инженерно-геологические изыскания, их содержание и структура.	21
3. Вопросы к зачету	22
4. Контрольная работа	24

1. Рекомендации по изучению, литература по курсам «Геология» и «Инженерная геология»

При самостоятельном изучении Геологии и Инженерной геологии необходимо, прежде всего, ознакомиться с кратким обзором содержания дисциплины (конспект лекций по Геологии и Инженерной геологии) и основными понятиями, характеризующими общую структуру учебной дисциплины. Понятно, что многие понятия и закономерности и тем более их приложения в таком обзоре не могут быть разъяснены. Поэтому ознакомление с этим материалом - только первоначальный этап изучения предмета.

Второй этап – углубление знаний по темам программы с использованием одного из указанных ниже в списке литературы учебников, а также других источников. Целесообразно увязать это с решением двух задач:

- углубление знаний о понятиях, закономерностях и методах, в обзоре указанных, но не разъясненных детально;
- выполнение контрольной работы.

При дефиците времени на очные (аудиторные) занятия их эффективное проведение возможно только на основе охарактеризованной самостоятельной работы. Тогда, выполнив контрольную работу и прослушав лекции по наиболее сложным вопросам курса, можно обеспечить качественное усвоение предмета.

Список литературы

1. Шульгин Д.И. и др. Инженерная геология для строителей железных дорог. М., Желдориздат, 2002.
2. Ананьев В.П., Потапов А.Д. Инженерная геология. М., Высшая школа, Изд.1 – 2000; изд.2 – 2005.
3. Основания и фундаменты транспортных сооружений: учебник для вузов. Глотов Н.М. и др. М., Транспорт, 1995. (Часть 1 – Инженерная геология, с. 19 – 98).
4. Гуменский Б.М. Основы инженерной геологии для строителей железных дорог. Л., Недра, 1969.
5. Бевзюк В.М. и др. Руководство к лабораторным работам по инженерной геологии. Учебное пособие. Изд. ПГУПС, СПб, 2007.
6. Клемяцинок П.Л., Колмогоров С.Г. Геологические и инженерно-геологические карты и разрезы. Методические указания. Изд. ПГУПС, СПб, 2008.
7. Бевзюк В.М. Взаимодействие промышленных и гражданских сооружений с инженерно-геологической средой. Учебное пособие, ПГУПС, 1993.
8. Бевзюк В.М. и др. Инженерно-геологическая оценка условий строительства транспортных подземных сооружений. Ч.1. Горные транспортные тоннели: учебное пособие / В.М.Бевзюк, В.А. Алпысова, Н.Г.Корвет. – ПГУПС, 1995.
9. Бевзюк В.М., Корвет Н.Г. Инженерно-геологическая оценка условий строительства транспортных подземных сооружений. Ч.2. Метрополитены, городские подземные сооружения мелкого заложения: Учебное пособие.- ПГУПС, 2000.

1. Вопросы к зачету

1. Инженерная геология, этапы развития, задачи. Инженерная геология как наука о рациональном использовании и охране геологической среды.
2. Общие сведения о Земле. Форма, строение. Геосферы, химический состав земной коры. Физические поля Земли. Геотермическая ступень и градиент.
3. Минералы и горные породы. Эндогенный и экзогенный процессы их образования. Породообразующие минералы, классификация, состав и физические свойства.
4. Магматизм и магматические горные породы, их свойства.
5. Выветривание.Осадочные горные породы, классификация, основные свойства.
6. Метаморфизм и метаморфические горные породы.
7. Геохронологическая и стратиграфическая шкалы. Абсолютный и относительный возраст горных пород, его значение при изысканиях и оценке свойств горных пород.
8. Тектонические движения земной коры. Складчатые и разрывные дислокации, их виды и значение для строительства.
9. Сейсмические явления. Оценка интенсивности землетрясений. Влияние инженерно-геологических условий на сейсмическую опасность.
10. Основы грунтоведения. Дисперсные грунты как многокомпонентные системы. Структура и структурные связи. Показатели состава и состояния, водных и механических свойств грунтов.
11. Подземные воды, их виды. Режим подземных вод, влияние природных и техногенных факторов.
12. Закономерности движения подземных вод. Определение расхода потока и притока к водозаборам.
13. Геологические процессы. Выветривание, его виды. Элювий, особенности и строительная оценка.
14. Геологическая деятельность атмосферных вод. Плоскостная эрозия и делювиальные отложения, их особенности. Глубинная эрозия (размыв). Овраги. Сели и пролювий.
15. Геологическая работа рек. Строение речных долин. Аллювиальные отложения, их свойства и строительная оценка.
16. Геологическая деятельность морей и океанов. Морские отложения,

классификация, свойства и строительная оценка.

17. Геологическая работа озер. Озерные отложения, их свойства. Заболачивание, болота и болотные отложения. Исследование и оценка болот при строительстве железных дорог.
18. Геологическая работа ледников. Формы ледникового рельефа. Виды и строительная характеристика ледниковых отложений.
19. Геологическая деятельность ветра. Эоловые отложения: пески, лессы. Основные свойства, их учет при строительстве и эксплуатации железных дорог.
20. Геологическая деятельность человека. Изменения геологической среды на территориях крупных городов и промышленно-транспортных комплексов, их значение. Техногенные отложения, классификация, свойства.
21. Геологические процессы, обусловленные действием силы тяжести: обвалы, вывалы, осыпи, лавины, оползни. Влияние на условия строительства и эксплуатации железных дорог, зданий и сооружений. Меры защиты.
22. Геологические процессы, обусловленные действием подземных вод: пльвуны, суффозия, карст, просадки лессов. Меры предупреждения и защиты.
23. Геологические процессы, обусловленные отрицательной температурой. Сезонная и вечная мерзлота, пучение, наледи, термокарст, солифлюкция, заболачивание.
24. Инженерно-геологические изыскания, их содержание и структура. Геологические карты и разрезы. Построение и анализ инженерно-геологических разрезов.

2. Контрольная работа

Контрольная работа заключается в составлении письменных ответов на ряд вопросов по различным темам курса. Ответы должны быть четкими, конкретными и при необходимости сопровождаться схемами.

Выбор вариантов в предлагаемых заданиях производится по шифру – трехзначному числу, устанавливаемому студентом самостоятельно по начальным буквам его фамилии, имени и отчества с использованием следующего правила (таблица А).

Буквы	Цифра в шифр	Буквы	Цифра в шифр
А	0	М	5
Б, В	1	Н, О	6
Г, Д	2	П, Р	7
Е, Ж, З, И	3	С, Т	8
К, Л	4	Остальные – У, Ф, Х...Я	9

Пример: Иванов Николай Павлович шифр 367

Тема: минералы и горные породы

1. Опишите минералы, указав класс, химический состав, условия образования, физические свойства, стойкость к выветриванию. Указать, в состав каких пород входит минерал, охарактеризуйте его значение для строительных свойств пород (табл. 1).

Табл. 1

Первая цифра шифра	Минерал	Вторая цифра шифра	Минерал	Третья цифра шифра	Минерал
0	Кварц	0	Галит	0	Роговая обманка

1	авгит	1	Пирит	1	Флюорит
2	биотит	2	Лимонит	2	Глауконит
3	Гипс	3	Тальк	3	Апатит
4	Кальцит	4	Монтмориллонит	4	Альбит
5	Ортоклаз	5	Сильвин	5	Лабрадор
6	Каолинит	6	Оливин	6	Анортит
7	Мусковит	7	Опал	7	Хлорит
8	Плагиоклаз	8	Ангидрит	8	Гидролюда
9	Серпентин	9	Доломит	9	Халцедон

2. Опишите горные породы, указав происхождение, минералогический состав, структуру, текстуру, физико-механические свойства, стойкость к выветриванию, распространение, значение и практические применения (табл. 2).

Табл. 2

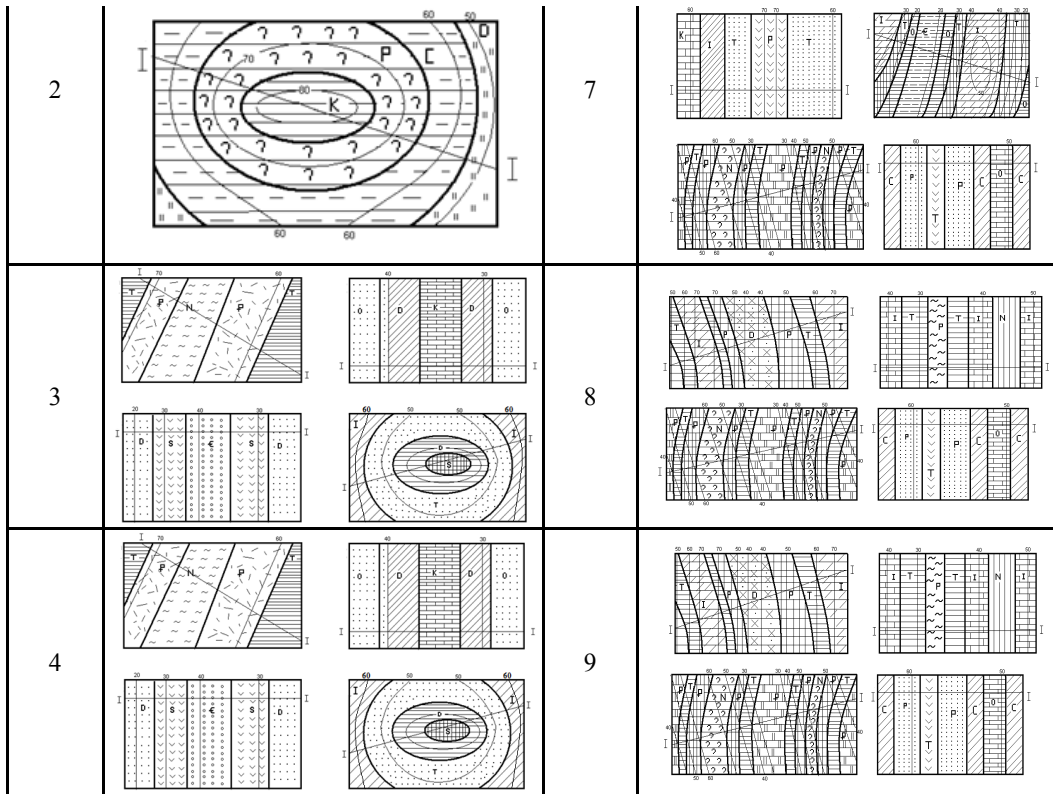
Первая цифра шифра	Горные породы	Вторая цифра шифра	Горные породы	Третья цифра шифра	Горные породы
0	Гранит	0	Аргиллит	0	Филлит
1	Габбро	1	Вулкан. туф	1	Опока
2	Диорит	2	Лабрадорит	2	Песчаник
3	Андезит	3	Гнейс	3	Брекчия
4	Базальт	4	Кварцит	4	Порфир
5	Диабаз	5	Конгломерат	5	Дунит
6	Липарит	6	Мел	6	Обсидиан
7	Известняк	7	Трепел	7	Порфирит
8	Трахит	8	Мрамор	8	Пемза
9	Сиенит	9	Диатомит	9	Пироксенит

Темы: Геохронология. Тектонические движения. Формы нарушенного залегания пород

3.1. Проанализируйте фрагмент геологической карты (табл. 3.1). Построить геологический разрез по линии I-I, охарактеризовать форму залегания пород. Постройте стратиграфическую колонку.

Табл. 3.1

Первая цифра шифра	Фрагмент геологической карты	Первая цифра шифра	Фрагмент геологической карты
0		5	
1		6	



Пример ответа. Заданный фрагмент геологической карты приведен на рис. 1 (вверху).

Наиболее древними являются породы каменноугольного возраста (С), представленные доломитами. Наиболее молодые – меловые известняки (К). В центральной части расположены выходы наиболее древних пород, сменяющихся далее молодыми. Поэтому можно предположить складчатое залегание слоев в виде антиклинали.

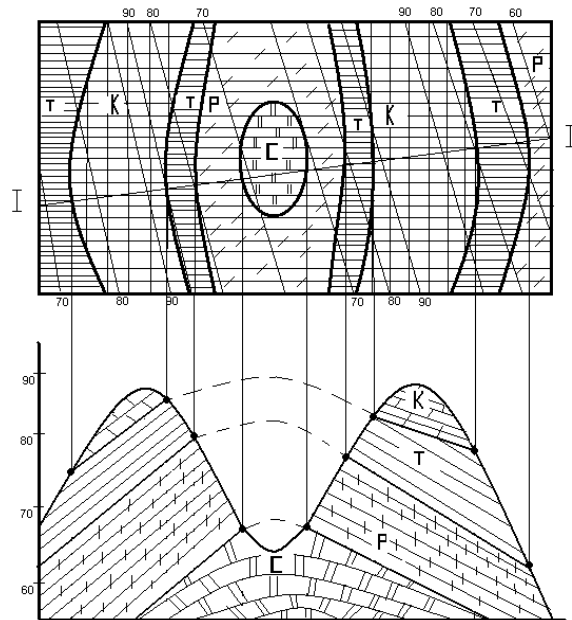
Для построения геологического разреза заметим, что абсолютные отметки изменяются от 60 до 90 метров. Принимаем масштаб 1:1000 (рис 1, под фрагментом карты).

В соответствии с масштабом по точкам пересечения горизонталей с линией разреза I-I строим топографический профиль, т.е. очертание земной поверхности.

На полученный профиль проектируем точки пересечения границ выхода слоев с линией разреза. Полученные точки позволяют провести подошву верхнего слоя – известняка мела (К) и залегающего под ним слоя глины триаса (Т). В соответствии с ними проводим границу пермских аргиллитов и доломитов карбона.

Таким образом, рассмотренная форма залегания пород представляет собой размытую антиклиналь. «Воздушное» дополнение размытой части антиклинали показано на рисунке штриховыми линиями.

Стратиграфическая колонка показана на рис 2. Мощность слоев указана ориентировочно по масштабу разреза (см. рис. 1). Между триасом и мелом наблюдается стратиграфический перерыв: денудированы и отсутствуют юрские отложения.



Условные обозначения к заданию 3.1:

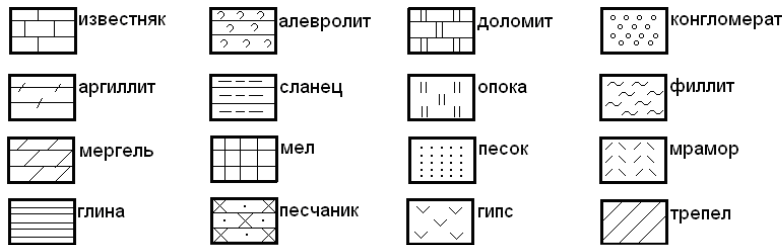


Рис. 1 Пример построения геологического разреза по карте

Геологический возраст		Стратиграфический индекс	Колонка	Мощность, м	Описание пород
Эра	Период				
Мезозойская, МЗ	Меловой	К		3...6	Известняк светло-серый, трещиноватый
	Триасовый	Т		8...10	Глина черная, плотная
Палеозойская, ПЗ	Пермский	Р		10...15	Аргиллит серый, слабо-трещиноватый
	Каменно-угольный	С		> 20	Доломит желтоватого цвета, плотный

Рис. 2. Стратиграфическая колонка

3.2. Для одного из приведенных в табл.3.2 геологических разрезов назовите относительный возраст горных пород. Между какими геологическими периодами произошла тектоническая деформация? Как называется и чем характеризуется изображенная на рисунке дислокация? Имеет ли место стратиграфический перерыв?

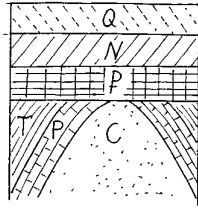


Рис. 1
Рис. 3.

Пример ответа. Геологический разрез приведен на рис.3

Рассматриваемая территория сложена породами каменноугольного (С), пермского (Р), триасового (Т), неогенового (N), палеогенового (Р) и четвертичного (Q) возрастов. Интенсивные тектонические движения происходили в период от триаса до палеогена. Об этом свидетельствуют смятые в антиклинальную складку породы триаса, перми и карбона, согласно залегающие между собой.

Антиклиналь – складка, обращенная выпуклостью вверх. Внутренняя часть складки (ядро) сложена более древними породами - здесь карбоном. Породы в ядре складки часто раздроблены.

Стратиграфический перерыв наблюдается между триасом и палеогеном. В это время происходили денудационные процессы, выразившиеся в разрушении и сносе верхней части антиклинали. В кайнозойскую эру произошло накопление палеогеновых, неогеновых и четвертичных отложений, согласно залегающих между собой. По отношению к породам более древним толща кайнозойских пород залегает несогласно.

Табл.3.2

Вторая цифра шифра	Геологический разрез	Вторая цифра шифра	Геологический разрез
0		5	
1		6	
2		7	
3		8	
4		9	

Тема: Основы грунтоведения

4. В табл. 5 приведены задания по общим вопросам грунтоведения.

Табл. 5

Первая цифра шифра	Содержание задания
0	Твердые частицы в грунтах. Минералогический состав, значение. Гранулометрический состав, значение
1	Вода в грунтах, ее классификация. Значения различных видов. Условия и примеры перехода одного вида в другой
2	Капиллярная вода, ее значение в различных геологических процессах
3	Воздух и другие газы в грунтах. Влияние на строительные свойства грунтов
4	Структура и структурные связи в скальных, несвязанных и глинистых грунтах

5	Показатели состава и состояния песчаных грунтов. Классификация, строительная оценка
6	Показатели состава и состояния глинистых грунтов. Классификации, строительные оценки
7	Механические свойства грунтов. Показатели сжимаемости и прочности, их связь с составом и состоянием
8	Торф как особая разновидность грунта. Строительная характеристика торфа
9	Лесс как особая разновидность глинистого грунта, его характеристика. Просадочность. Лессовидные грунты

Тема: Подземные воды

5. После изучения темы выполните задание, приведенное в табл. 8.

Табл. 8.

Первая цифра шифра	Содержание задания
0	Подземные воды в области вечной мерзлоты
1	Классификация подземных вод по химическому составу, условия залегания
2	Грунтовые воды, их характеристика
3	Гидроизогипсы. Карты гидроизогипс, задачи, решаемые по ним. Примеры
4	Артезианские воды, Характеристика
5	Верховодка, условия ее образования и значения
6	Связь подземных и поверхностных вод. Примеры, схемы с гидроизогипсами
7	Определение расхода потока грунтовых вод: схема, вывод формул, численный пример
8	Определение притока к горизонтальному водозабору (схема, вывод, численный пример)
9	Определение притока к вертикальному совершенному водозабору (схема, вывод, численный пример)

Тема: Экзогенные геологические процессы. Генетические типы грунтов

6. Подробно опишите указанные в табл.9 геологические процессы, условия их развития, значения, возможные защитные мероприятия. Охарактеризуйте указанные генетические типы грунтовых отложений.

Табл. 9

Первая цифра	Процессы	Вторая цифра	Процессы	Третья цифра	Генетические

шифра		шифра		шифра	типы отложений
0	Выветривание	0	Селевые потоки	0	Элювиальные
1	Деятельность атмосферных вод. Плоскостная эрозия	1	Наледи	1	Делювиальные
2	Осыпи, куркумы	2	Плывуны	2	Пролювиальные
3	Деятельность атмосферных вод. Глубинная эрозия	3	Абразия	3	Аллювиальные
4	Геологическая работа ветра. Дефляция, коррозия	4	Оврагообразование, овраги	4	Морские
5	Заболачивание. Типы болот, их оценка дорожном строительстве	5	Термокарст	5	Эоловые
6	Карст	6	Суффозия	6	Ледниковые моренные
7	Оползни	7	Бугры пучения	7	Озерно-ледниковые
8	Просадка лессов	8	Обвалы, снежные лавины	8	Флювиогляциальные
9	Морозное пучение	9	Солифлюкация	9	Техногенные

7. Построить инженерно-геологический разрез участка по пяти скважинам, расположенным в створе на расстоянии 30 метров одна от другой. Анализируя построенный разрез, охарактеризовать инженерно-геологические условия участка: рельеф, геологическое строение и гидрогеологические условия, возможные геологические процессы. Номера скважин для построения разреза принять по табл.10.

Табл.10

Первая цифра шифра	№№ скважин		Первая цифра шифра	№№ скважин	
	при нечетной второй цифре	при четной второй цифре		при нечетной второй цифре	при четной второй цифре
0	1 – 5	51 – 55	5	26 – 30	76 – 80
1	6 – 10	56 – 60	6	31 – 35	81 – 85
2	11 – 15	61 – 65	7	36 – 40	86 – 90
3	16 – 20	66 – 70	8	41 – 45	91 – 95
4	21 – 25	71 – 75	9	46 – 50	96 – 100

Исходные данные для построения колонок буровых скважин приведены в Приложении (табл. П.1). Для компактности во втором столбце этой таблицы указаны только номера слоев, а их описание приведено отдельно в дополнении к таблице.

Условные обозначения пород при построении ИГР принять в соответствии с приведенным ниже примером, а для некоторых коренных пород – по своему выбору. Анализируя построенный разрез, охарактеризовать инженерно-геологические условия участка: рельеф, геологическое строение, гидрогеологические условия, возможные инженерно-геологические процессы.

Пояснения к построению и пример анализа

Построение выполняется на листе формата А4, рекомендуемые масштабы: вертикальный 1:100, горизонтальный 1:500. В выбранном масштабе проводятся

вертикальные линии, соответствующие осям скважин; для удобства отсчета отметок и глубин слева от первой скважины наносим «рейку» с абсолютными отметками. Их интервал - от максимальной из отметок устья скважин вниз на расстояние, несколько превышающее наибольшую глубину скважин.

На проведенных вертикалях отмечаются точки с отметками устья скважин. Соединяя эти точки, получаем поверхность участка по выбранному створу. В случае расположения участка в долине реки очертание поверхности между скважинами следует откорректировать соответственно строению речных долин. После этого строятся буровые колонки всех пяти скважин, по которым проводятся границы слоев: вначале развитых по всему участку, а затем выклинивающихся и залегающих в виде линз. После проведения всех границ и уровня подземных вод слои выделяются условными обозначениями, на каждом указывается генетический тип отложений. Условные обозначения приводятся под разрезом в нижней части рисунка. Пример оформления разреза представлен далее на рис.2.3.

Анализируя построенный инженерно-геологический разрез, можно отметить следующее. Рассматриваемый участок расположен в долине реки, на что указывает выдержанный слой аллювиальных отложений aQ_{IV} . Поэтому можно выделить следующие элементы рельефа: склон долины и пойма. Абсолютные отметки поверхности от 47,0 до 50,1 м. Склон пологий, с уклоном до 0,06. Пойма заболочена.

В основании разреза залегают ледниковые отложения осташковской морены (gQ_{III}), представленные плотным моренным суглинком тугопластичной консистенции. Кровля суглинка падает к скв. 1, его мощность превышает 2 метра.

Суглинок везде, исключая правый край участка, перекрыт аллювиальными отложениями - темно-серым мелкозернистым песком с включениями органики и линзами ила. Мощность слоя 2...4 м. Исключение -перекрывающий моренный суглинок маломощный слой озерно-ледниковых отложений, представленный ленточной глиной, выклинивающийся на правом краю участка между скв.4-5.

С поверхности залегают выклинивающиеся слои сфагнового торфа мощностью до 1,5 м (скв.1-2) и макропористой делювиальной супеси мощностью до 2,5 м (скв.4-5).

Малой сжимаемостью и наибольшей прочностью из перечисленных пород обладает моренный суглинок. Слабым и сильносжимаемым грунтом является торф. Использование в качестве основания мелкозернистого песка сопряжено с опасностью неравномерных осадок и длительного их нарастания из-за линз ила и включений органики. Макропористая супесь (dQ_{IV}) может обладать просадочными свойствами.

Подземные воды на участке находятся на глубине от 0,5 (скв.1-2) до 2,5 м (скв.5). Они приурочены к болотным и аллювиальным отложениям, ненапорные, относятся к грунтовым. Питание осуществляется за счет атмосферных осадков. Водопором является моренный суглинок. В пределах заболоченной части участка возможна агрессивность грунтовых вод по отношению к строительным материалам и конструкциям. На период изысканий направление движения грунтовых вод к скв.1. Гидравлический градиент в среднем $J = 0,007$.

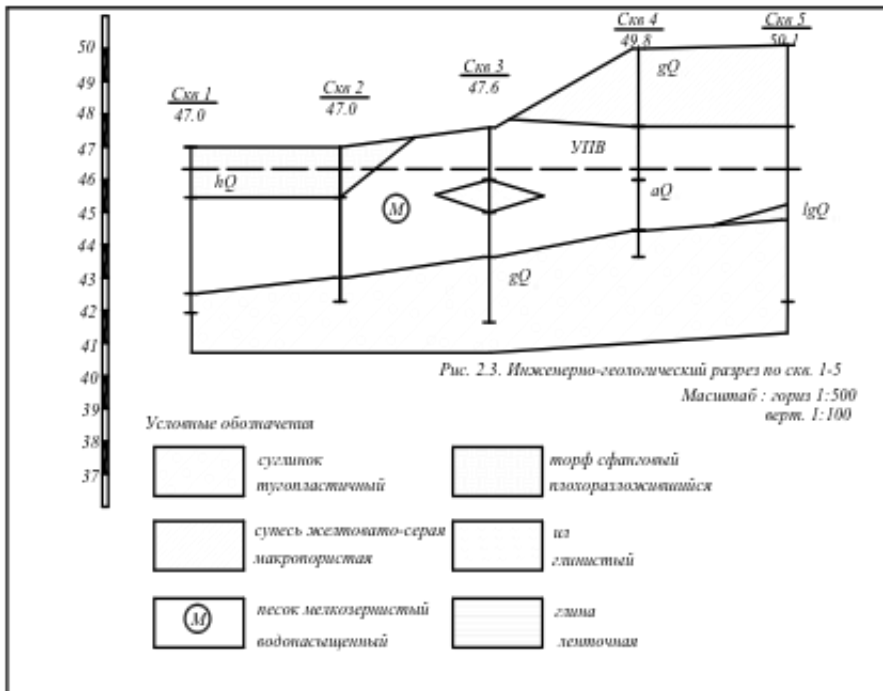
По характеру рельефа, геологического строения и гидрогеологических условий на участке возможны следующие геологические процессы:

1. Плоскостная эрозия (смыв) - в пределах пологого склона речной долины (скв.3-5).
2. Заболачивание, связанное с избыточным увлажнением атмосферными осадками при малых испаряемости и стоке. Процесс привел к образованию низинного болота.
3. При замачивании маловлажного макропористого суглинка возможны просадки.
4. Морозное пучение возможно в слое мелкозернистого заиленного песка, если он оказывается в пределах сезонного промерзания грунта при достаточно высоком положении уровня грунтовых вод.
5. Разработка котлована и динамические воздействия на водонасыщенный мелкозернистый песок могут привести к плывунным явлениям.

8. Опишите указанные в табл.11 виды и методы инженерно-геологических исследований.

Табл. 11.

Вторая цифра шифра	Виды работ, методы	Вторая цифра шифра	Виды работ, методы
0	Инженерно-геологическая съемка	5	Определение просадочности грунтов
1	Разведочные работы	6	Опытные гидрогеологические исследования
2	Лабораторные исследования	7	Определение прочности грунтов
3	Полевые методы исследования грунтов	8	Поиск и разведка месторождений природных строительных материалов
4	Статическое и динамическое зондирование грунтов	9	Определение коэффициента фильтрации горных пород в полевых условиях



Приложение
Исходные данные для построения колонок буровых скважин

Таблица П-1

№ скв. абс. отм. устья	Номер	Геолог. индекс	Мощность слоя, м	Глубина залегания УПВ	№ скв. абс. отм. устья	Номер	Геолог. индекс	Мощность слоя, м	Глубина залегания УПВ
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<u>1</u> 47,0	19	lQ _{III}	3,2	1,5	<u>11</u> 30,0	29	aQ _{IV}	2,4	3,0
						21	lgQ _{III}	2,9	
	20	lQ _{II}	3,5			14	gQ _{III}	2,7	
<u>2</u> 46,5	19	lQ _{III}	2,2	1,0	<u>12</u> 29,4	29	aQ _{IV}	1,1	2,2
	26	hQ _{IV}	1,2			21	lgQ _{III}	3,1	
	20	lQ _{II}	2,7			14	gQ _{III}	2,8	
<u>3</u> 47,5	13	dQ _{IV}	0,7	1,5	<u>13</u> 31,0	15	lQ _{IV}	2,3	3,4
	19	lQ _{III}	1,7			21	lgQ _{III}	2,8	
	26	hQ _{III}	1,3			14	IIIgQ	3,0	
	20	lQ _{II}	2,2						
<u>4</u> 48,0	13	dQ _{IV}	1,4	1,7	<u>14</u> 31,5	9	dQ _{IV}	1,5	3,6
	19	lQ _{III}	1,6			15	lQ _{IV}	1,5	
	20	lQ _{II}	2,5			21	lgQ _{III}	2,0	
						14	gQ _{III}	3,5	
<u>5</u> 50,0	13	dQ _{IV}	2,0	3,0	<u>15</u> 33,4	9	dQ _{IV}	1,5	5,0
	19	lQ _{III}	1,5			15	lQ _{IV}	2,6	

	20	lQ _{II}	3,0			21	lgQ _{III}	1,6	
						14	gQ _{III}	4,5	
6 40,0	27	hQ _{IV}	5,4	0,5	$\frac{16}{50,0}$	16	aQ _{IV}	4,2	1,0
	14	lQ _{II}	2,6			10	gQ _{III}	1,4	
7 40,0	27	hQ _{IV}	2,2	0,6	$\frac{17}{51,6}$	1	fQ _{III}	2,5	2,8
	21	lgQ _{III}	3,3			21	lgQ _{III}	2,6	
	14	gQ _{II}	1,9			10	gQ _{III}	1,9	
8 42,0	22	mQ _{IV}	2,5	2,6	$\frac{18}{51,7}$	1	fQ _{III}	2,5	3,0
	21	lgQ _{III}	3,8			21	lgQ _{III}	1,7	
						10	gQ _{III}	2,8	
	14	gQ _{II}	2,2						
9 42,3	22	mQ _{IV}	2,1	3,2	$\frac{19}{53,0}$	10	gQ _{III}	7,0	3,5
	21	lgQ _{III}	2,3						
	14	gQ _{II}	3,6						
10 42,5	22	mQ _{IV}	1,3	3,3	$\frac{20}{51,7}$	1	fQ _{III}	1,7	2,6
	21	lgQ _{III}	1,7			21	lgQ _{III}	1,2	
						10	gQ _{III}	5,1	
	14	gQ _{II}							
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
21 90,0	27	hQ _{IV}	6,4	1,0	$\frac{32}{6,0}$	3	tQ _{IV}	2,0	1,1
	22	lQ _{IV}	0,6			28	hQ _{IV}	1,5	
	23	lmQ _{III}	2,1			11	lmQ _{IV}	1,5	
	14	gQ _{III}	1,3			14	gQ _{III}	2,5	
						32	K _I	0,5	
22 90,3	27	hQ _{IV}	3,5	1,4	$\frac{33}{7,2}$	3	tQ _{IV}	4,2	2,4
	22	lQ _{IV}	1,6			11	lmQ _{IV}	2,5	
	23	lmQ _{III}	3,6			14	gQ _{III}	2,3	
	14	gQ _{III}	1,7			32	K _I	0,5	
23 88,7	27	hQ _{IV}	2,1	0,8	$\frac{34}{7,0}$	3	tQ _{IV}	3,0	2,3
	22	lQ _{IV}	2,1			28	hQ _{IV}	1,5	
	23	lmQ _{III}	4,0			11	lmQ _{IV}	1,5	
	14	gQ _{III}	1,3			21	lgQ _{III}	0,8	
						14	gQ _{III}	1,7	
						32	K _I	1,0	
24 90,5	22	lQ _{IV}	4,0	2,4	$\frac{35}{6,5}$	3	tQ _{IV}	3,0	2,0
	23	lmQ _{III}	4,5			11	lmQ _{IV}	1,6	
	14	gQ _{III}	1,6			21	lgQ _{III}	2,2	
						14	gQ _{III}	1,3	
						32	K _I	1,0	
25	22	lQ _{IV}	3,4		$\frac{36}{}$	4	aQ _{III}	4,0	

91,5				3,5	140,0				7,0
	23	lmQ _{III}	6,1			5	fQ _{II}	6,0	
	14	gQ _{III}	2,0			14	gQ _I	1,2	
<u>26</u> 60,0	26	hQ _{IV}	5,1	0,7	<u>37</u> 137,5	9	dQ _{IV}	1,5	4,7
	21	lgQ _{III}	2,1			4	aQ _{III}	4,0	
	14	gQ _{III}	2,9			5	fQ _{II}	5,0	
						14	gQ _I	0,9	
<u>27</u> 59,7	26	hQ _{IV}	1,6	0,7	<u>38</u> 134,4	4	aQ _{III}	2,4	2,4
	17	aQ _{IV}	2,4			9	gQ _{II}	2,0	
	21	lgQ _{III}	3,2			5	fQ _{II}	4,8	
	14	gQ _{III}	1,8			14	gQ _I	1,4	
<u>28</u> 59,0	17	aQ _{IV}	3,8	1,4	<u>39</u> 132,0	12	lhQ _{IV}	1,8	1,0
	21	lgQ _{III}	3,5			6	aQ _{IV}	3,2	
	14	gQ _{III}	2,4			5	fQ _{II}	2,3	
						14	gQ _I	2,5	
<u>29</u> 55,5	вода	-	1,5	-	<u>40</u> 128,0	вода	-	2,0	-
	2	aQ _{IV}	3,3			6	aQ _{IV}	2,0	
	14	gQ _{III}	6,7			14	gQ _I	7,6	
<u>30</u> 58,5	17	aQ _{IV}	3,0	1,3	<u>41</u> 204,0	14	gQ _{III}	1,0	2,0
	21	lgQ _{III}	4,3			12	lQ _{III}	2,0	
	14	gQ _{III}	2,7			5	fQ _{II}	3,0	
						18	gQ _{II}	2,5	
<u>31</u> 8,1	3	tQ _{IV}	5,1	3,1	<u>42</u> 205,5	14	gQ _{III}	1,5	2,4
	11	lmQ _{IV}	2,0			12	lQ _{III}	1,5	
	14	gQ _{III}	2,0			26	hQ _{III}	1,0	
	32	K _I	1,0			5	fQ _{II}	1,6	
						18	gQ _{II}	3,4	

Продолжение табл.П-1

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<u>43</u> 208,5	7	fQ _{III}	1,5	3,8	<u>53</u> 28,0	13	dQ _{IV}	0,6	1,3
	14	gQ _{III}	1,6			7	aQ _{IV}	1,9	
	12	lQ _{III}	1,3			26	hQ _{IV}	2,0	
	5	fQ _{II}	1,9			21	lgQ _{III}	2,3	
	18	gQ _{II}	3,4			14	gQ _{III}	1,7	
<u>44</u> 209,5	7	fQ _{III}	2,0	3,8	<u>54</u> 27,6	7	aQ _{IV}	1,7	0,9
	14	gQ _{III}	1,3			26	hQ _{IV}	1,9	
	12	lQ _{III}	0,7			21	lgQ _{III}	1,8	
	18	gQ _{II}	3,3			14	gQ _{III}	2,1	
<u>45</u> 210,0	7	fQ _{III}	2,0	4,0	<u>55</u> 27,2	7	aQ _{IV}	1,8	1,1

	14	gQ _{III}	1,5			21	lgQ _{III}	3,9	
	18	gQ _{II}	3,1			14	gQ _{III}	2,5	
<u>46</u> 80,0	6	aQ _{IV}	2,5	0,5	<u>56</u> 45,0	19	mQ _{IV}	2,7	2,1
	21	lQ _{III}	3,0			22	lgQ _{III}	2,8	
	14	gQ _{III}	3,2			14	gQ _{III}	3,6	
	25	I _I	1,1			30	O _I	0,6	
<u>47</u> 81,0	6	aQ _{IV}	2,0	1,0	<u>57</u> 44,3	19	mQ _{IV}	2,5	1,9
	8	aQ _{IV}	1,2			22	lgQ _{III}	3,1	
	21	lQ _{III}	1,9			14	gQ _{III}	3,4	
	14	gQ _{III}	2,0			30	O _I	0,5	
	25	I _I	2,9						
<u>48</u> 83,5	6	aQ _{IV}	3,5	2,4	<u>58</u> 43,0	19	mQ _{IV}	2,2	1,7
	8	aQ _{IV}	1,5			22	lgQ _{III}	4,3	
	21	lQ _{III}	1,6			14	gQ _{III}	2,4	
	14	gQ _{III}	0,7			30	O _I	0,7	
	25	I _I	2,2						
<u>49</u> 85,0	27	hQ _{IV}	1,3	3,0	<u>59</u> 41,0	27	hQ _{IV}	1,9	0,6
	6	aQ _{IV}	2,7			22	lgQ _{III}	3,3	
	21	lQ _{III}	3,0			14	gQ _{III}	1,8	
	25	I _I	3,4			30	O _I	1,0	
<u>50</u> 85,0	27	hQ _{IV}	1,5	2,9	<u>60</u> 41,0	27	hQ _{IV}	3,9	0,7
	6	aQ _{IV}	2,0			22	lgQ _{III}	1,7	
	21	lQ _{III}	3,5			14	gQ _{III}	1,2	
	14	gQ _{III}	2,0			30	O _I	1,5	
	25	I _I	2,2						
<u>51</u> 31,0	13	dQ _{IV}	2,0	3,7	<u>61</u> 58,0	11	lQ _{IV}	2,6	1,5
	7	aQ _{IV}	4,1			15	lgQ _{III}	3,1	
	21	lgQ _{III}	2,7			10	gQ _{III}	2,9	
	14	gQ _{III}	1,5			31	P _I	0,5	
<u>52</u> 30,0	13	dQ _{IV}	2,2	3,2	<u>62</u> 57,5	11	lQ _{IV}	2,1	1,3
	7	aQ _{IV}	3,1			15	lgQ _{III}	2,8	
	21	lgQ _{III}	2,9			10	gQ _{III}	2,2	
	14	gQ _{III}	1,0			31	P _I	1,0	
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<u>63</u> 56,7	11	lQ _{IV}	1,0	0,7	<u>73</u> 78,0	28	hQ _{IV}	1,7	0,3
	15	lgQ _{III}	2,2			12	lQ _{III}	1,8	
	28	hQ _{III}	1,5			18	gQ _{III}	1,5	
	10	gQ _{III}	2,2			31	D ₃	1,2	
	31	P _I	0,8						

<u>64</u> 56,4	29	aQ _{IV}	0,9	0,6	<u>74</u> 79,0	28	hQ _{IV}	3,1	1,2
	15	lgQ _{III}	2,7			12	lQ _{III}	2,4	
	10	gQ _{III}	2,4			18	gQ _{III}	1,7	
	31	P ₁	1,5			31	D ₃	0,5	
<u>65</u> 57,0	29	aQ _{IV}	1,3	1,0	<u>75</u> 78,7	28	hQ _{IV}	3,7	1,4
	15	lgQ _{III}	2,6			12	lQ _{III}	2,3	
	10	gQ _{III}	3,1			18	gQ _{III}	2,5	
	31	P ₁	0,9			31	D ₃	0,8	
<u>66</u> 55,0	18	gQ _{II}	1,5	2,0	<u>76</u> 53,5	2	aQ _{IV}	2,6	1,0
	5	gQ _{II}	1,3			10	gQ _{III}	4,2	
	18	gQ _{II}	3,7			31	D ₃	1,3	
	32	N ₂	1,5						
<u>67</u> 53,5	1	fQ _{II}	1,3	1,5	<u>77</u> 51,0	вода	-	1,0	-
	24	lgQ _{II}	1,9			2	aQ _{IV}	2,0	
	18	gQ _{II}	3,9			10	gQ _{III}	3,1	
	32	N ₂	1,0			31	D ₃	1,0	
<u>68</u> 53,0	1	fQ _{II}	1,6	2,0	<u>78</u> 53,0	11	lgQ _{III}	2,9	0,5
	24	lgQ _{II}	2,3			10	gQ _{III}	1,5	
	18	gQ _{II}	2,7			8	fgQ _{III}	1,6	
	32	N ₂	0,6			10	gQ _{III}	1,4	
						31	D ₃	0,6	
<u>69</u> 52,5	17	aQ _{IV}	1,4	2,5	<u>79</u> 54,4	27	hQ _{IV}	1,5	0,7
	1	fQ _{II}	0,8			11	lgQ _{III}	3,2	
	24	lgQ _{II}	1,7			10	gQ _{III}	1,3	
	18	gQ _{II}	2,1			8	fgQ _{III}	1,5	
	32	N ₂	0,8			10	gQ _{III}	0,9	
						31	D ₃	0,5	
<u>70</u> 51,5	17	aQ _{IV}	3,5	2,4	<u>80</u> 54,5	27	hQ _{IV}	2,8	0,5
	18	gQ _{II}	1,9			11	lgQ _{III}	2,1	
	32	N ₂	1,0			10	gQ _{III}	3,2	
						31	D ₃	0,9	
<u>71</u> 81,5	4	aQ _{IV}	1,5	3,0	<u>81</u> 70,0	5	fQ _{III}	6,1	2,5
	12	lQ _{III}	4,0			18	gQ _{III}	3,5	
	18	gQ _{III}	3,7			30	C ₁	1,0	
	31	D ₃	1,0						
<u>72</u> 80,0	4	aQ _{IV}	0,6	1,8	<u>82</u> 69,7	5	fQ _{III}	5,0	2,7
	12	lQ _{III}	4,2			18	gQ _{III}	2,4	
	18	gQ _{III}	2,7			30	C ₁	1,5	
	31	D ₃	0,7						

Продолжение табл.П-1									
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<u>83</u> 69,0	9	dQ _{IV}	1,2		<u>92</u> 159,7	3	tQ _{IV}	2,5	3,4
				2,4					
	5	fQ _{III}	2,2			11	lgQ _{III}	3,3	
	22	lgQ _{III}	1,7			6	fQ _{III}	2,6	
	5	fQ _{III}	1,1			20	gQ _{III}	2,2	
	18	gQ _{III}	1,4			31	D _I	0,7	
	30	C _I	0,5						
<u>84</u> 68,1	9	dQ _{IV}	1,7		<u>93</u> 158,2	3	tQ _{IV}	1,7	2,7
				2,5					
	5	fQ _{III}	1,1			11	lgQ _{III}	1,8	
	22	lgQ _{III}	1,4			6	fQ _{III}	1,3	
	5	fQ _{III}	1,5			20	gQ _{III}	2,8	
	18	gQ _{III}	1,6			31	D _I	1,0	
	30	C _I	0,7						
<u>85</u> 67,0	9	dQ _{IV}	1,9		<u>94</u> 155,7	11	lgQ _{III}	1,7	0,8
				2,3					
	5	fQ _{III}	2,2			20	gQ _{III}	2,8	
	18	gQ _{III}	2,1			31	D _I	1,5	
	30	C _I	1,4						
<u>86</u> 104,0	вода	-	1,0		<u>95</u> 155,0	26	hQ _{IV}	1,0	0,7
				-					
	6	aQ _{IV}	2,4			11	lgQ _{IV}	1,1	
	14	gQ _{III}	2,6			20	gQ _{III}	2,4	
	32	O _I	1,5			31	D _I	1,7	
<u>87</u> 105,8	29	lhQ _{IV}	1,4		<u>96</u> 71,0	9	dQ _{IV}	1,0	2,5
				0,7					
	6	aQ _{IV}	1,8			2	aQ _{IV}	4,0	
	1	fQ _{III}	1,7			14	gQ _{III}	5,1	
	18	gQ _{III}	2,5			30	P _I	1,2	
	32	O _I	0,5						
<u>88</u> 106,1	29	aQ _{IV}	1,6		<u>97</u> 70,7	9	dQ _{IV}	1,3	2,7
				0,8					
	1	fQ _{III}	3,2			2	aQ _{IV}	3,4	
	18	gQ _{III}	2,7			5	aQ _{IV}	1,6	
	32	O _I	0,8			14	gQ _{III}	2,3	
						30	P _I	0,6	
<u>89</u> 108,7	13	dQ _{IV}	1,3		<u>98</u> 69,7	9	dQ _{IV}	0,8	2,1
				2,8					
	1	fQ _{III}	4,6			2	aQ _{IV}	3,3	
	18	gQ _{III}	2,8			5	aQ _{IV}	1,4	
	32	O _I	0,9			14	gQ _{III}	1,5	
						30	P _I	0,8	
<u>90</u> 110,0	13	dQ _{IV}	1,7		<u>99</u> 67,6	2	aQ _{IV}	2,7	0,5
				3,6					
	1	fQ _{III}	3,3			14	gQ _{III}	2,1	

	18	gQ_{III}	3,6			30	P_1	1,3	
	32	O_i	1,2						
$\frac{91}{160,0}$	3	tQ_{IV}	2,0	2,8	$\frac{100}{66,5}$	вода	-	0,5	-
	11	lgQ_{III}	2,5			2	aQ_{IV}	2,1	
	6	fQ_{III}	3,5			14	gQ_{III}	2,7	
	20	gQ_{III}	2,3			30	P_1	1,0	
	31	D_1	0,8						

Примечание.

1. Для последнего слоя указана только пройденная мощность.
2. Скважины 29, 40, 77, 86 и 100 пройдены в руслах реки; отметка устья скважины соответствует дну водотока.

Дополнение к таблице П.1
(Номера и описание пород для построения буровых колонок)

1. Песок светло-серый, средней крупности и средней плотности.
2. Песок светло-серый, мелкозернистый, средней плотности.
3. Песок темно-серый, разнозернистый, влажный и водонасыщенный, с включением щебня и обломков кирпича.
4. Песок желтовато-серый, маловлажный, средней крупности.
5. Песок светло-серый, крупный с прослойками гравия.
6. Песок светло-желтый, мелкий, заиленный, рыхлого сложения.
7. Песок светло-серый, мелкий, влажный, рыхлого сложения.
8. Гравий и галька с песком и древесными остатками.
9. Супесь макропористая, желтовато-бурая, тугопластичная.
10. Супесь серая, плотная, твердой консистенции, с включением полуокатанных обломков.
11. Супесь серая, слабозаторфованная, текучая.
12. Супесь темно-серая, заторфованная с прослойками ила, текучая.
13. Суглинок желтовато-серый, макропористый, тугопластичный.
14. Суглинок серовато-бурый, плотный, с включением полуокатанных обломков, тугопластичный.
15. Суглинок серый, тонкослоистый, текучепластичный.
16. Суглинок светло-серый, слоистый, тугопластичной консистенции.
17. Суглинок темно-серый, с включением органики, мягкопластичный.
18. Суглинок бурый, плотный, с включениями гравия и гальки, полутвердый.
19. Глина темно-серая с повышенным содержанием органики и тонкими прослойками песка, мягкопластичной консистенции.
20. Глина серовато-бурая, тугопластичная, комковатая, с включением щебня.
21. Ленточная глина зеленовато-серая, мягкопластичная.
22. Глина серая, тонкослоистая, мягкопластичная.
23. Глина голубовато-серая, комковатая с ржавыми потёками, тугопластичная.
24. Глина голубовато-серая, текучепластичная.
25. Глина черного цвета, однородная, мягкопластичная.
26. Торф черный осоково-гипновый, уплотненный, хорошо разложившийся.
27. Торф сфагновый, бурого цвета, слабообразованный, водонасыщенный.
28. Торф древесно-осоковый, черного цвета, хорошо разложившийся.
29. Ил глинистый, буровато-черный, текучий, местами заторфованный.
30. Известняк серый, мелкозернистый, сильнотрещиноватый.
31. Песчаник светло-серый, мелкозернистый, на карбонатном цементе, трещиноватый.
32. Глинистый сланец, темно-серый, тонкоплитчатый.

