

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА
ПО КУРСУ**

Гидрогеология и инженерная геология

для студентов геологических и геоэкологических специальностей

Донецк, 2008

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра геологии

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА
ПО КУРСУ**

Гидрогеология и инженерная геология

для студентов геологических и геоэкологических специальностей

Согласовано на заседании
кафедры геологии протокол № 3
от «20» октября 2008 г.

Утверждено на заседании
научно-методического совета
ДонНТУ протокол № 5
от «22» октября 2008 г.

Донецк, 2008

УДК 551.49 (071)

Методическое пособие для выполнения курсового проекта по курсу «Гидрогеология и инженерная геология» для студентов геологических и геоэкологических специальностей.

Составитель Л.Д. Богун, В.И.Таранец, М.С. Заборин

Донецк: ДонНТУ, 2008 г. - 36 стр.

В методическом пособии приведены программа курса «Гидрогеология и инженерная геология» и рекомендации для выполнения курсового проекта, включающие обработку материалов испытаний физико-механических свойств грунтов, химического состава грунтовых вод, полевых опытных исследований грунтов, построение схематического плана участка, геологического разреза, карты гидроизогипс, расчет коэффициента фильтрации методом кустовой откачки, классификационные и нормативные материалы, используемые в гидрогеологии и инженерной геологии, а также рекомендации по составлению научно-технического отчета и графических приложений к нему.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
Часть I. Состав и содержание курсового проекта	5
Часть II. Методика выполнения курсового проекта	9
1. Обработка результатов лабораторных испытаний физико-механических свойств грунтов	9
2. Выделение условных слоев или инженерно-геологических элементов (ИГЭ) грунтов	11
3. Построение геологического разреза	12
4. Обработка результатов химического анализа грунтовых вод	14
5. Построение карты гидроизогипс	21
6. Обоснование подтопляемости участка грунтовыми водами	23
7. Определение коэффициента фильтрации методом кустовой откачки из грунтового водоносного горизонта	25
8. Обоснование степени сложности инженерно-геологических условий	27
9. Составление научно-технического отчета	28
Текстовые приложения	
1. Титульный лист	29
2. Номенклатура грунтов	30
3. Геологический разрез	31
4. Условные обозначения к геологическому разрезу	32
5. Карта гидроизогипс	33
6. Разрез депрессионной воронки при кустовой откачке	34
7. Схема расположения чертежей на листе формата А	35
Список литературы	36

ВВЕДЕНИЕ

Курсовой проект является итоговым в изучении курса «Гидрогеология и инженерная геология» для студентов геологических и геоэкологических специальностей и способствует закреплению и расширению теоретических знаний, полученных в процессе лекционных и лабораторных занятий, помогает студентам приобрести навыки работы с нормативной и технической литературой, архивными и фоновыми материалами, а также применить на практике знания, полученные в результате учебного процесса.

Для составления курсового проекта требуются знания основ геоморфологии, геологии, гидрогеологии, грунтоведения, инженерной геодинамики, специальных методов инженерно-геологических изысканий, а также химии, физики и математики.

На основании полученных знаний студенты должны не только уметь охарактеризовать существующую инженерно-геологическую обстановку на участке проектируемого строительства, но и прогнозировать изменение геоэкологических условий изучаемой территории.

При составлении курсового проекта студенты работают по индивидуальной программе согласно предложенному варианту. Если студенты располагают производственными материалами, полученными в процессе работы на производстве или при прохождении производственной практики, такие материалы могут быть использованы для курсового проектирования, а в будущем послужить основой дипломного проекта.

ЧАСТЬ 1. СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1.1 Состав курсового проекта

Курсовой проект состоит из научно-технического отчета (заключения) и графических приложений.

Научно-технический отчет должен содержать характеристику физико-географических и геологических условий изучаемого региона, геоэкологическую и инженерно-геологическую характеристику участка проектируемого строительства, а также текстовые приложения, послужившие основой составления отчета.

Графические приложения включают схематический план участка, геологический разрез, карту гидроизогипс, расчет коэффициента фильтрации методом кустовой откачки, а также таблицу химического состава грунтовых вод. Графические приложения располагаются на листе ватмана формата А.

В начале технического отчета прилагается реферат, в котором приводится название курсового проекта, его цель и задачи, методика выполнения, ключевые слова и состав проекта (количество страниц текста, таблиц, рисунков, текстовых приложений и чертежей).

Разделы научно-технического отчета должны содержать следующие сведения.

Введение

Во введении необходимо отразить административную привязку участка проектируемого строительства, данные о проектируемых сооружениях (размеры и высотность застройки, тип и глубина заложения фундаментов, наличие и глубина заложения подвала), объемы выполненных изысканий (количество и глубина пробуренных скважин, количество отобранных монолитов, образцов грунтов с нарушенной структурой и проб воды на химический анализ), а также цели и задачи выполняемых научно-исследовательских работ.

Раздел 1. Геологические условия Донецкой области

В разделе приводится административная привязка области в пределах Украины, климат, геоморфология и орогидрография, рельеф, тектонические условия формирования Донецкого бассейна, стратиграфия и литологический состав горных пород, гидрогеологические условия и полезные ископаемые области.

Раздел 2. Инженерно-геологические условия участка проектируемого строительства

2.1. Геоморфологические условия

Приводится геоморфологическая привязка участка, наличие речной и овражно-балочной сети, их характеристика, перепад отметок рельефа в пределах участка и проектируемых сооружений, общий уклон участка, категория сложности.

2.2. Геологическое строение

Приводится характеристика геологической структуры и описания грунтов на глубину бурения согласно буровым журналам скважин (геологический возраст, характеристика слоев, глубина их залегания, мощность слоев, элементы их залегания).

Описание грунтов производится согласно геологическому разрезу от более древних к более молодым. Оценивается категория сложности геологических условий.

2.3. Физико-механические свойства грунтов

Приводится описание и характеристика выделенных слоев на основании данных бурового журнала и лабораторных исследований с учетом классификационных характеристик грунтов (наименование, возраст, цвет, текстура, структура, плотность, степень влажности, а для глинистых грунтов – консистенция, возможное набухание или просадочность, для скальных грунтов – прочность и размягчаемость). В таблице приводятся нормативные физико-механические характеристики грунтов согласно монолитам и образцам, отобраным в пределах каждого слоя из двух скважин.

Пример описания слоя:

Слой 3. Суглинки dQ_{III-IV}.

Суглинки четвертичные делювиальные, вскрыты повсеместно на глубине 3,5-4,0м. Мощность суглинка 5,0-5,5м. Суглинки желто-бурые с включением карбонатов, средней плотности, водонасыщенные, тугопластичной консистенции. Физико-механические характеристики суглинков приведены в таблице 2.3.1.

Таблица 2.3.1 Физико-механические характеристики суглинков.

Наименование показателей	Ед. измерения	Пределы от - до	Нормативные характеристики

В таблицу вносятся все прямые и косвенные показатели согласно сводной ведомости лабораторных испытаний грунтов. Так как в лабораторных данных нет отклонений, превышающих среднюю квадратичную величину, нормативные характеристики принимаются как среднеарифметические.

Описание слоев производится согласно геологическому разрезу сверху вниз (насыпной грунт, почвенно-растительный слой и т.д.).

Так как лабораторные определения насыпных грунтов и почвенно-растительного слоя не выполнялись, их описание производится согласно данным буровых журналов.

Определяется наличие специфических грунтов, их характеристика и категория сложности.

2.4. Гидрогеологические условия

Приводится оценка гидрогеологических условий участка: количество водоносных слоев или горизонтов, тип подземных вод, водовмещающие породы, наличие гидродинамической взаимосвязи между отдельными водоносными слоями, определяется область питания и разгрузки водоносных горизонтов, взаимосвязь с поверхностными

водотоками и водоемами, наименование грунтовых вод по химическому составу, определяется возможность подтопления грунтовыми водами в пределах участка и на прилегающей территории, а также категория сложности по гидрогеологическим условиям.

2.5. Геодинамические процессы и явления

Приводится описание всех физико-геологических процессов, имеющих развитие в пределах участка (эрозионные процессы овражно-балочной сети и речных долин, абразионная деятельность морского волноприбоя, наличие оползневых процессов, просадочности или набухания грунтов.)

Оценивается возможность развития инженерно-геологических процессов и явлений, а также активизация физико-геологических процессов в результате воздействия возводимых инженерных сооружений на окружающую среду. Приводится обоснование процессов подтопления грунтовыми водами, развития просадочности с расчетом типа просадочности, активизации оползневых и эрозионных процессов, а также определяется категория сложности участка по характеру развития геодинамических процессов.

2.6. Выводы и рекомендации

Определяется категория сложности инженерно-геологических условий. Перечисляются грунты, пригодные для оснований сооружений, их нормативные характеристики (ссылка на таблицы). При наличии специфических грунтов (заиленных, набухающих, просадочных) приводится их характеристика (количество органических остатков, степень набухаемости и давление набухания, степень и тип просадочности, начальное просадочное давление), рекомендации по применению конструктивных и грунтовых мероприятий, а также необходимость – дополнительных исследований.

Приводятся данные о гидрогеологических условиях: глубина залегания грунтовых вод, их химизм, характер агрессивности по отношению к бетонам и металлам, возможность подтопления грунтовыми водами и характер влияния подтопления на грунтовые условия (ухудшение физико-механических свойств грунтов, заболачивание и засоление почв, затопление подвальных помещений и т.д.), а также приводятся рекомендации по водопонижению и осушению территорий.

Приводятся данные о развитии физико-геологических и инженерно-геологических процессов и явлений, а также рекомендуются мероприятия по борьбе с их развитием.

Приводятся рекомендации по охране окружающей среды: рекультивации черноземов с вывозом их на пахотные земли или возвращением на газоны, выделение рекреационных зон, планировка территорий с учетом регулируемого стока поверхностных и подземных вод, а также организации мониторинга за состоянием геоэкологической обстановки с целью своевременной разработки мероприятий по охране окружающей среды.

Заключение

В заключении студенты должны отметить необходимость и значение курсового проектирования для закрепления теоретических знаний, полученных при изучении курса «Гидрогеология и инженерная геология», а также умение применить эти знания при решении практических вопросов и производственных задач.

1.2 Содержание курсового проекта

Введение

Стр.

Раздел 1. Геологические условия Донецкой области

- 1.1. Физико-географический очерк
- 1.2. Геологическое строение
 - 1.2.1. Тектоника
 - 1.2.2. Стратиграфия
- 1.3. Гидрогеологические условия
- 1.4. Полезные ископаемые

Раздел 2. Инженерно-геологические условия участка проектируемого строительства

- 2.1. Геоморфологические условия
- 2.2. Геологическое строение
- 2.3. Физико-механические свойства грунтов
- 2.4. Гидрогеологические условия
- 2.5. Геодинамические процессы и явления
- 2.6. Выводы и рекомендации

Заключение

Список использованной литературы

Текстовые приложения

Приложение 1. Техническое задание

Приложение 2. Сводная ведомость лабораторных испытаний грунтов

Приложение 3. Расчет физико-механических характеристик грунтов

Приложение 4. Обработка результатов химического анализа грунтовых вод

Приложение 5. Определение коэффициента фильтрации методом кустовой откачки

Приложение 6. Обоснование подтопления территории грунтовыми водами

Приложение 7. Обоснование категории сложности инженерно-геологических условий

Графические приложения

Графические приложения расположены на листе ватмана формата А. Прилагаются к научно-техническому отчету.

ЧАСТЬ 2. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Основой выполнения курсового проекта является камеральная обработка материалов буровых и полевых опытных работ, а также лабораторных исследований грунтов и грунтовых вод. Камеральная обработка осуществляется в следующем порядке:

1. Обработка результатов лабораторных испытаний физико-механических свойств грунтов. При наличии просадочных лессовидных грунтов – расчет типа просадочности, при набухании – степени набухания грунтов.
2. Выделение условных слоев или инженерно-геологических элементов (ИГЭ) грунтов с одинаковыми физико-механическими характеристиками по монолитам и образцам нарушенной структуры, отобранным из обеих скважин. Определение нормативных характеристик грунтов, описание грунтов согласно действующим номенклатурным классификациям.
3. Построение геологического разреза.
4. Обработка результатов химического анализа грунтовых вод с определением их агрессивности по отношению к бетонам и металлам.
5. Построение карты гидроизогипс с учетом подтопления территории грунтовыми водами (заболачивание и засоление).
6. Расчет коэффициента фильтрации методом кустовой откачки с построением графиков зависимости водопритока и радиуса депрессионной воронки от величины водопонижения.
7. Обоснование подтопляемости участка проектируемого строительства грунтовыми водами. Определение типа подтопляемости.
8. Обоснование степени сложности инженерно-геологических условий участка.
9. Составление научно-технического отчета, включающего рекомендации по освоению территории и охране окружающей среды.

1. Обработка результатов лабораторных испытаний физико-механических свойств грунтов.

1.1. Определение физико-механических характеристик грунтов.

На основании прямых показателей физико-механических характеристик грунтов, приведенных в сводной ведомости, необходимо выполнить расчет косвенных показателей, недостающих для характеристики грунтов.

Для глинистых грунтов определяется число пластичности, степень текучести (консистенция), плотность грунтов в сухом состоянии, коэффициент пористости и степень влажности.

Для крупнообломочных и песчаных грунтов определяется плотность грунтов в сухом состоянии, коэффициент пористости и степень влажности.

Для скальных грунтов определяется прочность и коэффициент размягчаемости.

Расчет выполняется с использованием формул:

Определение пластичности глинистых грунтов:

$$I_p = W_L - W_p \quad (1)$$

$$I_L = \frac{W - W_p}{I_p} \quad (2)$$

I_p – число пластичности, доли единицы

I_L – показатель текучести (консистенция), доли единицы

W_L – верхний предел пластичности, доли единицы

W_p – нижний предел пластичности, доли единицы

W – влажность в естественном состоянии, доли единицы.

Определение плотности и степени влажности грунтов:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1+W} \quad (3)$$

$$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d} \quad (4)$$

$$S_r = \frac{W \cdot \rho_s}{e \cdot \rho_{\text{воды}}} \quad (5)$$

ρ_s - плотность частиц грунта, г/см³

ρ - плотность грунта в естественном состоянии, г/см³

ρ_d - плотность сухого грунта, г/см³

$\rho_{\text{в}}$ - плотность воды, условно равная 1 г/см³

e - коэффициент пористости грунта, доли единицы

W – естественная влажность грунта, доли единицы

S_r – степень влажности грунта, доли единицы

Определение коэффициента размягчаемости скальных грунтов:

$$K_{pz} = \frac{R_{c/в}}{R_c} \quad (6)$$

K_{pz} - коэффициент размягчаемости скальных грунтов, доли единицы

R_c - сопротивление одноосному сжатию в естественном состоянии, Мпа

$R_{c/в}$ - сопротивление одноосному сжатию в водонасыщенном состоянии, Мпа

1.2. Определение типа просадочности грунтов

При наличии просадочности необходимо выполнить расчет типа просадочности грунтовых условий. Для этого на глубину просадочности толщу лессовидных грунтов разделяют на интервалы с границей между глубиной отбора монолитов. Расчет выполняется по каждой скважине.

Скв.1

Наименование грунта	Глубина подошвы слоя, м	Мощность слоя, см	Относительная просадочность ε_{sl}
1. Почвенно-растительный слой	0,8	0,8	
2. Суглинок лессовидный			
Мон. 2 м	3,0	220	ε_{sl1}
Мон. 4 м	5,0	200	ε_{sl2}
Мон. 6 м	7,5	250	ε_{sl3}

Величина просадки в пределах интервала определяется путем умножения величины относительной просадочности при бытовом давлении на мощность интервала. Суммарная просадка состоит из суммы частных определений по интервалам.

$$S_{sl} = \varepsilon_{sl} \cdot h, \text{ см} \quad (7)$$

$$\sum S_{sl} = S_{sl_1} + S_{sl_2} + \dots S_{sl_n}, \text{ см} \quad (8)$$

S_{sl} = величина просадки от бытового давления в пределах интервала, см

ε_{sl} = относительная просадочность от бытового давления на глубине испытаний, доли единицы

h = мощность интервала, см

Тип грунтовых условий определяется по суммарной просадке:

I тип - $\sum S_{sl} \leq 5 \text{ см}$, либо просадочность проявляется при нагрузке, превышающей бытовое давление

II тип - $\sum S_{sl} > 5 \text{ см}$

1.3. Определение степени набухания грунтов.

При наличии набухающих грунтов определяется степень набухания по величине относительного набухания ε_{sw} в долях единицы:

0,04-0,08 – слабонабухающие

0,08-0,12 – средненабухающие

$> 0,12$ – сильнонабухающие

2. Выделение условных слоев или инженерно-геологических элементов (ИГЭ) грунтов.

Условные слои (ИГЭ) выделяются на основании описания грунтов в буровых журналах скважин и данных лабораторных испытаний по монолитам и образцам грунтов с нарушенной структурой с одинаковыми физико-механическими характеристиками. При этом используются характеристики грунтов в пределах слоя по монолитам и образцам, отобраным из обеих скважин. Физико-механические характеристики приводятся в таблице, куда вносятся только характеристики, согласно сводной ведомости по каждому варианту.

Таблица 2.1 Физико-механические характеристики слоя

Наименование показателей	Единицы измерения	Показатели от - до	Нормативные характеристики
1	2	3	4
1. Верхний предел пластичности W_L	дол.един.		
2. Нижний предел пластичности W_P	дол.един.		
3. Число пластичности I_P	дол.един.		
4. Консистенция I_L	дол.един.		
5. Естественная влажность W	дол.един.		
6. Степень влажности S_r	дол.един.		
7. Плотность частиц грунта ρ_s	г/см ³		
8. Плотность естественная ρ	г/см ³		
9. Плотность сухого грунта ρ_d	г/см ³		
10. Коэффициент пористости e	дол.един.		
11. Относительная просадочность при $P_{\text{быт.}}$, ε_{sl}	дол.един.		
12. Начальное просадочное давление P_i	МПа		
13. Относительное набухание ε_{sw}	дол.един.		

14. Давление набухания P_{sw}	МПа		
1	2	3	4
15. Модуль деформации E	МПа		
16. Удельное сцепление C	МПа		
17. Угол внутреннего трения φ	градус		
18. Сопротивление одноосному сжатию естеств. R_c	МПа		
19. Сопротивление одноосному сжатию водонасыщ. $R_{c/sat}$	МПа		
20. Коэффициент размягчаемости K_{sof}	доли един.		
21. Гранулометрический состав, фракции в мм: $\geq 2,00$ 0,50-2,00 0,25-0,50 0,10-0,25 <0,10	%		
22. Содержание органических остатков	%		

Поскольку показатели физико-механических характеристик не выходят за пределы средних квадратичных отклонений, нормативные характеристики показателей определяются как среднеарифметические.

Описание грунтов выполняется согласно номенклатурной классификации, приведенной в приложении 1. В таблицу вносятся показатели определяемые для каждого конкретного слоя или инженерно-геологического элемента (ИГЭ).

3. Построение геологического разреза

Направление геологического разреза указано на схематическом плане участка, масштаб разреза (горизонтальный и вертикальный) указан в техническом задании.

В основании геологического разреза размещается таблица, где в пяти строчках указаны номера скважин, абсолютная отметка скважин, расстояние между скважинами, глубина уровня грунтовых вод (УГВ) и абсолютная отметка УГВ. Абсолютные отметки скважин, их глубина, глубина УГВ, кровли и подошвы слоев, их мощность и описание, а также глубина отбора монолитов и образцов грунтов с нарушенной структурой приведены в буровых журналах.

В 6-7 см от начала подвальной таблицы проводится масштабная линейка. Высота линейки в масштабе 1:100 равняется сумме глубины скважины + разность абсолютных отметок скважин + 2 см. Максимальная абсолютная отметка на масштабной линейке должна соответствовать большей абсолютной отметке скважины кратной 1 м. В 3 см от масштабной линейки от точки, соответствующей абсолютной отметки первой скважины проводится вертикальная пунктирная линия до пересечения с подвальной таблицей, а на каждой линии таблицы делается засечка, отвечающая положению скважины. На расстоянии, соответствующем в масштабе расстоянию между скважинами с точки, соответствующей абсолютной отметке, второй скважины, проводится вторая пунктирная линия, а через 2 см от нее подвальная таблица закрывается. Точки с абсолютной отметкой скважин соединяются жирной линией с выступом по 0,5 см в обе стороны от скважин. Эта линия схематически отражает положение земной поверхности.

Далее в пределах каждой скважины от поверхности откладывается глубина подошвы каждого слоя, а также глубина УГВ и указываются на разрезе справа. На глубину скважины вдоль пунктира проводится жирная линия с поперечной черточкой в основании с указанием справа глубины скважины. На глубине забоя (основания) скважины соединяются

пунктирной линией. Затем подошва слоя в каждой скважине соединяются линиями, а линии линз и прослоев выклиниваются условно до середины разреза.

Слева и справа от скважин наносятся монолиты и образцы грунтов нарушенной структуры, указывается их глубина.

Положение УГВ показывается синей пунктирной линией с затухающим треугольником, рядом с которым отмечается глубина УГВ.

Проектируемый уровень подтопления показывается красным пунктиром. В случае, если подтопление превышает отметки земной поверхности положение уровня показывается в 1 мм ниже земной поверхности и отмечается глубиной 0,0 м. Все литологические разности грунтов штрихуются согласно условным обозначениям, приведенным в приложениях 2,3.

При наличии на участке отложений каменноугольной толщи элементы залегания пластов указаны на схематическом плане участка. Угол падения пластов, а также их штриховка выполняются на геологическом разрезе с поправкой на величину угла между направлением разреза и азимутом простирания пород, а также с искажением за счет разницы вертикального и горизонтального масштабов.

При этом линия азимута простирания продлевается до пересечения с линией разреза, замеряется угол между ними, а затем по таблице 3.1 и определяется угол падения слоев на разрезе.

Далее полученный угол корректируется за счет искажения масштаба (величины отношения вертикального масштаба к горизонтальному) согласно таблице 3.2

Падение слоев, а также их штриховка направлены в сторону скважины, к которой на схематическом плане показано направление падения.

Таблицы пересчета угла падения приводятся ниже.

Пересчет величины угла падения для разрезов, проходящих под углом к линии простирания пласта.

Таблица 3.1

Истин. угол пад. в градусах	Угол падения пластов с учетом угла между простиранием пород и линией разреза в градусах															
	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5
10	10	10	9	9	9	8	8	7	6	6	5	4	3	3	2	1
15	15	15	14	14	13	12	12	10	10	9	8	6	5	4	3	1
20	20	19	19	18	18	17	16	14	13	12	10	9	7	5	4	2
25	25	24	24	23	22	21	20	18	17	15	13	11	9	7	5	2
30	30	29	28	28	27	25	24	22	20	18	16	14	11	9	6	3
35	35	34	33	32	31	30	28	26	24	22	19	16	13	10	7	4
40	40	39	38	37	36	35	33	31	28	26	23	20	16	12	8	4
45	45	44	43	42	41	39	37	35	33	30	27	23	19	15	10	5
50	50	49	48	47	46	44	42	40	37	34	31	27	22	17	12	6
55	55	54	53	52	51	49	48	45	43	39	36	31	26	20	14	7
60	60	59	58	57	56	55	53	51	48	45	41	36	30	24	17	9
65	65	64	64	63	62	60	59	57	54	51	47	42	36	29	20	11
70	70	69	69	68	67	66	65	63	60	56	54	49	43	35	26	13
75	75	75	74	74	73	73	71	69	67	65	62	58	52	44	33	18
80	80	80	79	79	78	78	77	76	75	73	71	67	63	56	45	26
85	85	85	84	84	84	84	83	83	82	81	80	78	76	71	63	45
90	89	89	89	89	89	89	89	89	88	88	88	88	87	86	84	79

Изменение величины угла падения пластов при искажении вертикального масштаба разреза.

Таблица 3.2.

Отн. верт. мас. к гориз.	Угол падения на разрезе с учетом искажения вертикального масштаба, градусы																
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	89
1:2	10	19	28	37	43	50	54,5	59	63,5	67	71	74	77	80	82,5	85	87,5
1:3	15	30	39	47,5	54,5	60	65	68,5	72	74,5	77	79	81	83	85	87	88

1:4	19	35	47	55,5	62	66,5	70	72,5	76	78	80	82	83	85	86	87	89
1:5	23	41,5	53	61	67	71	74	77	79	81	82	83	85,5	86	87	88	89
1:10	44	60	70	75	78	80	82	83,5	84,5	85,5	86	86,5	87	87,5	88	88,5	89

Над геологическим разрезом указывается направление разреза и масштаб, а над каждой скважиной – ориентировка в пространстве.

Условные обозначения к геологическому разрезу располагаются под разрезом или справа от него. При этом указываются возраст слоя, его штриховка и название породы, показываются уровни грунтовых вод на момент изысканий и с учетом подтопления, а также глубина отбора монолитов и образцов грунтов.

4. Обработка результатов химического анализа грунтовых вод

Химический анализ подземных вод может служить качественным показателем использования воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения, бальнеологических, промышленных и хозяйственных целей, а также диагностическим признаком при гидрохимических методах поисков и разведки месторождений полезных ископаемых.

Результаты химического анализа подземных вод могут быть выражены в табличной или сокращенной отчетной форме в виде формулы Курлова.

1). Табличная форма выражения химического анализа.

Количественно концентрация катионов и анионов выражается в г/дм³, или мг/дм³, а эквивалентное содержание – миллимолях (ммоль) и процентах (%).

Пример расчета химического анализа воды в табличной форме приводится ниже.

Таблица 4.1

Ионы	Содержание, мг/дм ³	Эквивалентное содержание	
		ммоль	%
Na^+	2024	88,04	69,9
Ca^{2+}	456	22,75	17,6
Mg^{2+}	190	15,62	12,5
Сумма катионов	-	126,41	100
Cl^-	3490	98,40	82,5
SO_4^{2-}	838	17,43	14,5
HCO_3^-	214	3,51	3,0
Сумма анионов	-	119,34	100
M (сухой остаток)	6900	-	-
CO_2 (свободный)	90	-	-
pH водородный показатель	5,3	-	-
T воды, градус C	15	-	-

Эквивалентное (молярное) содержание определяется путем умножения каждого иона на пересчетный коэффициент, учитывающий его атомный вес и валентность и представляющий собой величины, обратные эквивалентным массам ионов (таблица 4.2).

Таблица 4.2

Катионы	Коэффициент	Анионы	Коэффициент
Na^+	0,0435	Cl^-	0,0282
Ca^{2+}	0,0499	SO_4^{2-}	0,0208
Mg^{2+}	0,08222	HCO_3^-	0,0164

Для пересчета в %-эквивалентную форму суммы катионов и анионов в миллимолях принимаются за 100%, а затем определяется доля каждого катиона и аниона в % от соответствующей суммы катионов и анионов.

Химический анализ считается достоверным, если ошибка анализа не превышает 5%.

$$C = \frac{|\sum A - \sum K|}{\sum A + \sum K} \cdot 100\% \leq 5$$

В нашем случае $C = 2,88\%$. Анализ достоверен.

2) Сокращенная форма выражения химического анализа (формула М.Г. Курлова)

Формула Курлова представляет собой псевдодробь, в числителе которой в порядке убывания в %-эквивалентной форме располагаются анионы, а в знаменателе – катионы. Ионы, содержание которых менее 1%, в формулу не включаются. Проценты округляют до целых чисел.

Слева от дроби указывается содержание газов в мг/дм³ и минерализация (M) в г/дм³, за которую принимается сухой остаток. Справа записывают значение (pH), температуру воды (T) в градусах Цельсия, дебит источника в м³/сут и содержание микроэлементов, если такие имеются.

В нашем случае формула Курлова (таблица 1):

$$CO_2 90 M 6,9 \frac{Cl 82 SO_4 15 HCO_3 3}{Na 70 Ca 18 Mg 12} pH 5,3 T 15^0 C$$

3) Наименование воды по химическому составу.

Наименование химического типа подземных вод должно состоять из двух частей, отражающих преобладающий анионный и катионный состав воды. Наименование химического типа воды начинается с ее анионного, а затем катионного состава в %-эквивалентной форме, превышающего 20% от суммы миллимолярной концентрации. Перечисление ионов производится в порядке возрастания концентрации – от меньшего значения к большему.

В сокращенном анализе анионы представлены хлоридами, сульфатами и гидрокарбонатами, а катионы – натрием, кальцием и магнием. В нашем случае вода хлоридно-натриевая.

4) Классификация воды по минерализации.

В зависимости от величины минерализации, за которую принимается сухой остаток, подземные воды классифицируются в соответствии с приведенной таблицей 4.3.

Таблица 4.3

Минерализация M , г/дм ³	Подгруппа	Группа
$\leq 0,5$ $>0,5-1,0$	Весьма пресные Пресные	Пресные
$>1,0-1,5$ $>1,5-3,0$ $>3,0-5,0$ $>5,0-10,0$ $>10,0-25,0$	Весьма слабосоленоватые Слабо соленоватые Умеренно соленоватые Солончатые Сильно соленоватые	Солончатые
$>25,0-36,0$ $>36,0-50,0$	Слабосоленые Сильносоленые	Соленые

>50,0-150,0 >150,0-350,0 >350,0	Рассолы слабые Рассолы крепкие Рассолы весьма крепкие (рапа)	Рассолы
---------------------------------------	---	---------

В нашем случае $M = 6,9 \text{ г/дм}^3$. Вода солоноватая.

5) Реакция воды по pH.

Реакция воды обусловлена величиной концентрации водородных ионов pH , которая представляет собой обратный логарифм концентрации ионов водорода. Классификация воды по водородному показателю приведена в таблице 4.4.

Таблица 4.4

Водородный показатель pH при $T_{22}^{\circ}\text{C}$	Подгруппа	Группа
$\leq 3,5$ >3,5-4,5 >4,5-5,5 >5,5-6,0	Весьма кислая Кислая Умеренно кислая Слабокислая	Кислая
>6,0-8,0	Нейтральная	Нейтральная
>8,0-8,5 >8,5-9,0 >9,0-9,5 >9,5	Слабощелочная Умеренно щелочная Щелочная Весьма щелочная	Щелочная

В нашем случае $pH = 5,3$. Вода умеренно кислая.

6) Классификация подземных вод по температуре воды.

Классификация воды по температуре приведена в таблице 4.5.

Таблица 4.5

Температура, $T^{\circ}\text{C}$	Наименование
<0	Переохлажденная
>0-4	Очень холодная
>4-20	Холодная
>20-37	Теплая
>37-50	Очень теплая
>50-75	Горячая
>75-100	Очень горячая
>100-200	Слабо перегретая
>200-374	Весьма перегретая

В нашем случае $T_{15}^{\circ}\text{C}$. Вода холодная.

7) Жесткость воды.

Жесткость воды имеет большое значение при использовании подземных вод для питьевого водоснабжения, промышленных и хозяйственных целей. Жесткость воды обуславливается содержанием в ней солей кальция и магния. Измеряется в миллимолях (мг-экв/дм^3).

Различают общую жесткость (ОЖ), устранимую или временную жесткость (УЖ) и постоянную жесткость (ПЖ).

Общая жесткость обусловлена присутствием в воде гидрокарбонатов, хлоридов и сульфатов кальция и магния и равняется сумме устранимой и постоянной жесткости.

Устранимая жесткость обусловлена присутствием в воде гидрокарбонатов кальция и магния. Такая жесткость получила название *карбонатной (КЖ)* и может быть устранена при кипячении



Карбонат кальция и магния выпадает в осадок, образуя накипь. При использовании такой воды для промышленных и коммунальных целей происходит отложение карбоната кальция и магния на стенках котлов и трубопроводов, что приводит к выводу их из эксплуатации.

При высоком содержании HCO_3^- в воде, превышающем суммарную концентрацию кальция и магния, вся жесткость считается карбонатной.

Постоянная жесткость обусловлена наличием в воде сульфатов и хлоридов кальция и магния и равняется разности между общей и карбонатной жесткостью.

Классификация воды по общей жесткости приводится в таблице 4.6 (ГОСТ 6055-86).

Таблица 4.6

Содержание в ммоль	Группа жесткости
$\leq 1,5$	Очень мягкая
$>1,5-3,0$	Мягкая
$>3,0-6,0$	Умеренно жесткая
$>6,0-9,0$	Жесткая
$>9,0$	Очень жесткая

Подземные воды, жесткость которых превышает 7 ммоль, не могут быть использованы для питьевого и промышленного водоснабжения.

В нашем случае общая жесткость составляет 38,37 ммоль, устранимая (карбонатная) – 3,50 ммоль, постоянная – 34,86 ммоль. Вода очень жесткая, непригодная для питьевого и промышленного водоснабжения.

8) Пригодность для питьевого водоснабжения.

Пригодность воды для питьевого водоснабжения нормируется ГОСТ 6055-86 «Вода питьевая». В рамках сокращенного гидрохимического анализа нормативными являются минерализация, общая жесткость, содержание Cl^- и SO_4^{2-} , а также величина pH с предельно допустимыми концентрациями, приведенными в таблице 4.7.

Таблица 4.7

Наименование показателей	ПДК	Содержание в нашем примере	Степень пригодности
Минерализация M , мг/дм ³	1000	6900	Не пригодна
Общая жесткость ОЖ, ммоль	7	38,37	Не пригодна
Cl^- , мг/дм ³	350	3490	Не пригодна
SO_4^{2-} , мг/дм ³	500	838	Не пригодна
pH	6,5-8,5	5,3	Не пригодна

В нашем случае вода по всем компонентам не пригодна для водоснабжения.

9) Пригодность для ирригационных целей.

Пригодность использования подземных вод, в том числе и шахтных, для ирригационных целей в сельском хозяйстве нормируется степенью минерализации воды и

расчетным ирригационным коэффициентом. Классификация воды по минерализации, нормирующая степень пригодности для орошения сельскохозяйственных угодий, приведена в таблице 4.8.

Таблица 4.8

Минерализация, г/дм ³	Степень пригодности для орошения
≤1,7	Пригодна
>1,7-5,0	Пригодна условно (возможно засоление)
>5,0	Не пригодна

В нашем случае минерализация 6,9 г/дм³. Вода для орошения не пригодна.

Расчет ирригационного коэффициента выполняется в зависимости от соотношения ионов натрия, хлора и сульфатов в эквивалентной форме в миллимолях.

$$a) \quad Na^+ \leq Cl^-$$

$$б) \quad Na^+ > Cl^- > 0$$

$$K_{up} = \frac{288}{Na^+ + 4Cl^-}$$

Классификация воды по ирригационному коэффициенту приведена в таблице 4.9.

Таблица 4.9

Ирригационный коэффициент	Характеристика воды
>18	Хорошая
>6-18	Удовлетворительная
≥1,2-6,0	Неудовлетворительная
<1,2	Очень плохая

В нашем случае $Na^+ < Cl^-$, $K_{up} = 0,58$. Вода очень плохая и улучшению не подлежит.

10) Агрессивность подземных вод.

Подземные воды в зависимости от состава могут оказывать разрушающее действие на бетоны, цементы и металлы. Оценка агрессивности подземных вод по отношению к бетонам марки W₄ и металлам производится на основании СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии».

Показатели агрессивности подземных вод

Таблица 4.10

Показатели агрессивности	Пределы показателей для бетонов марки W_4	Степень агрессивности
Бикарбонатная щелочность HCO_3^- , ммоль	0-1,05	Слабоагрессивная
Водородный показатель pH	5,0-6,5 4,0-5,0 0-4,0	Слабоагрессивная Среднеагрессивная Сильноагрессивная
Агрессивная углекислота CO_2 , мг/дм ³	10-40 >40	Слабоагрессивная Среднеагрессивная
Магнезиальные соли в пересчете на ион Mg^{2+} , мг/дм ³	1000-2000 2000-3000 >3000	Слабоагрессивная Среднеагрессивная Сильноагрессивная
Едкие щелочи в пересчете на ионы Na^+ , мг/дм ³	50000-60000 60000-80000 >80000	Слабоагрессивная Среднеагрессивная Сильноагрессивная

Сульфатная агрессивность подземных вод по отношению к бетону

Таблица 4.11

Цемент	Пределы содержания SO_4^{2-} в мг/дм ³ при $K_f > 0,1$ м/сут и содержании HCO_3^- в ммольях			Степень агрессивности к бетонам марки W_4
	0-3,0	3,0-6,0	>6,0	
Портландцемент	250-500 500-1000 >1000	500-1000 1000-1200 >1200	1000-1200 1200-1500 >1500	Слабоагрессивная Среднеагрессивная Сильноагрессивная
Улучшенный портландцемент, шлакопортланд-цемент	1500-3000 3000-4000 >4000	3000-4000 4000-5000 >5000	4000-5000 5000-6000 >6000	Слабоагрессивная Среднеагрессивная Сильноагрессивная
Сульфатостойкие цементы	3000-6000 6000-8000 >8000	6000-8000 8000-12000 >12000	8000-12000 12000-15000 >15000	Слабоагрессивная Среднеагрессивная Сильноагрессивная

* при оценке агрессивности по отношению к бетонам марки W_6 и W_8 пределы показателей в таблице должны быть увеличены умножением соответственно на 1,3 и 1,7.

Агрессивность подземных вод к металлам по содержанию хлора

Таблица 4.12

Содержание хлоридов в пересчете на ионы Cl^- , мг/дм ³	Степень агрессивности на арматуру железобетонных конструкций при	
	постоянном погружении	периодическом смачивании
0-500	Неагрессивная	Слабоагрессивная
500-5000	Неагрессивная	Среднеагрессивная
>5000	Слабоагрессивная	Сильноагрессивная

Примечание: при одновременном содержании в воде сульфатов и хлоридов количество сульфатов пересчитывается на содержание хлоридов умножением содержания SO_4^{2-} на 0,25 и суммируется с содержанием хлоридов.

Агрессивность подземных вод к металлам по водородному показателю.

Таблица 4.13

Наименование среды	Водородный показатель pH	Суммарное содержание сульфатов и хлоридов, г/дм ³	Степень агрессивности к металлам
Подземные воды	3-11 то же <3,0	<5 >5 любая	Среднеагрессивная Сильноагрессивная Сильноагрессивная

Примечание: при наличии агрессивности конструкции из бетонов и металлов требуют применения специальных защитных покрытий.

Оформление работы

«Обработка результатов химического анализа подземных вод»

Работа оформляется в следующем порядке:

1. Приводится табличная форма анализа и расчет достоверности его выполнения.
2. Сокращенная отчетная формула Курлова.
3. Наименование воды по химическому составу
- 4-10. Характеристики по минерализации, реакции по pH , температуре, жесткости, пригодности для питьевого, промышленного и сельскохозяйственного водоснабжения, а также агрессивность подземных вод оформляется в виде таблиц:

Таблица

Наименование показателей	Содержание	Характеристика

Выводы:

В нашем случае вода хлоридно-натриевая, солоноватая, умеренно кислая, холодная, очень жесткая, непригодная для водоснабжения, промышленных и сельскохозяйственных целей по всем показателям и обладает преимущественно средней агрессивностью по отношению к металлам и бетонам марки W_4 на портландцементях.

5. Построение карты гидроизогипс

Гидрогеологическая карта – это графическое изображение различных гидрогеологических элементов и факторов в плане в пределах изучаемой гидрогеологической системы. Это карты поверхности грунтовых вод, выраженные в изолиниях с одинаковыми абсолютными отметками (карты гидроизогипс), одинаковыми глубинами залегания (карты гидроизобат), одинаковыми пьезометрическими уровнями напорных вод (карты гидроизопьез), а также карты водоносных горизонтов и химического состава подземных вод.

Настоящим заданием предусмотрено построение карты гидроизогипс участка с условно горизонтальной поверхностью.

Гидроизогипсы – это изолинии, соединяющие в плане точки с одинаковыми абсолютными отметками уровня грунтовых вод.

На участке пробурены 16 скважин по сетке с расстоянием 300 м между скважинами. Скважины расположены по четырем створам по четыре скважины в створе. Масштаб построения карты 1:5000, сечение гидроизогипс равно 1м.

Необходимо построить карту гидроизогипс, показать направление потока, а также определить зону возможного заболачивания и засоления территории при условно заданном подтоплении территории и высоте капиллярного поднятия.

На листе формата А4 в масштабе наносятся скважины по сетке с расстоянием 300м между скважинами. На пересечении линий слева черным цветом в числителе пишется номер скважины, в знаменателе – абсолютная отметка устья (отметку можно написать только в скважине №1, т.к. поверхность горизонтальна). Справа синим цветом в числителе пишется глубина уровня грунтовых вод, в знаменателе – абсолютная отметка УГВ.

Наименование карты и масштаб пишутся над картой. Условные обозначения располагаются под картой. В правом нижнем углу пишут группу и фамилию исполнителя.

Абсолютную отметку УГВ в каждой скважине определяют как разность между отметкой устья и глубиной залегания УГВ. Далее путем интерполяции между абсолютными отметками уровней воды находим точки с абсолютными отметками кратными целым числам с сечением изолиний через 1м. Соединив точки с одинаковыми отметками плавными линиями синего цвета, получаем гидроизогипсы, отражающие положение зеркала (поверхности) грунтовых вод. Абсолютные отметки гидроизогипс подписывают головкой в сторону повышения УГВ.

Линейная интерполяция осуществляется на ЭВМ или ручным способом при помощи палетки или путем математического расчета. Наиболее простым является способ построения изолиний при помощи палетки.

Палетка представляет собой листок кальки размером 12х10см с системой параллельных линий, проведенных через 1см. Слева и справа на палетке отступив 1см проводим две вертикальные линии, на пересечении которых карандашом пишем абсолютные отметки, встречающиеся в пределах интерполируемого квадрата между четырьмя скважинами. Для удобства интерполяции между параллельными линиями через 0,5см пунктиром или другим цветом проводятся дополнительные линии, позволяющие учитывать частные абсолютные отметки УГВ каждой скважины. Палетка накладывается на одну из скважин таким образом, чтобы абсолютная отметка УГВ совпала с положением уровня на вертикальной линии палетки. Точка фиксируется иголкой или булавкой. Далее палетка вращается таким образом, чтобы отметка скважины, расположенной рядом по горизонтальной, а затем по вертикальной линии, совпала с отметкой на палетке. Точки пересечения линий кратных единице на палетке и линий, соединяющих скважины, отмечают карандашом. Определив точки с одинаковыми отметками на горизонтальных и вертикальных линиях квадрата между скважинами, соединяем их плавными линиями синего цвета. Интерполяция производится только на линиях, прилегающих к скважине. Затем производим

интерполяцию в пределах соседних квадратов таким образом, чтобы гидроизогипсы в виде плавных линий заполнили всю карту.

196	- - - - -	196
195	- - - - -	195
194	- - - - -	194
193	- - - - -	193
192	- - - - -	192

Рис.1 Палетка

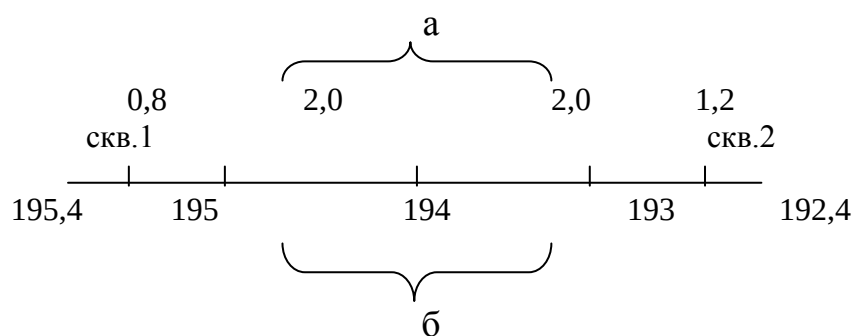


Рис.2 Положение гидроизогипс между скважинами

а – расстояние в сантиметрах

б – гидроизогипсы с абсолютными отметками в метрах

Математическое определение положения гидроизогипс на карте осуществляется при помощи решения простого арифметического уравнения.

Абсолютные отметки уровня грунтовых вод (УГВ) в скважине 1 – 195,4 м, в скважине 2 – 192,4 м. Разница отметок составляет 3 м. Расстояние между скважинами на карте 6 см. Следовательно цена 1 м превышения уровня грунтовых вод (расстояние гидроизогипс на карте) определяется путем деления расстояния в сантиметрах на разницу УГВ в метрах, что в нашем случае составляет 2 см. Определив разницу отметки УГВ скважины и гидроизогипсы кратной 1 м и умножив эту разницу на 2 см определяем положение этой гидроизогипсы на карте (см. рис. 3).

Направление потока наносится пунктиром синего цвета с любой точки гидроизогипсы с более высокой абсолютной отметкой УГВ в сторону более низкой по перпендикуляру (кратчайшему пути) в пределах 2-3 участков карты. Направление потока указывается стрелкой.

Зона возможного заболачивания за счет подтопления грунтовыми водами определяется следующим образом. От абсолютной отметки поверхности отнимается высота возможного поднятия уровня грунтовых вод. Полученная отметка соответствует критической гидроизогипсе, выше которой территория заболачивается. Рядом с критической гидроизогипсой или в пределах интерполируемого расстояния между двумя соседними гидроизогипсами штрих-пунктирной линией проводится граница заболачивания, а заболоченная территория штрихуется или закрашивается зеленым цветом.

Зона засоления определяется путем суммирования высоты подъема уровня грунтовых вод и высоты капиллярного поднятия и оконтуривается на плане пунктирной линией, а зона засоления штрихуется или закрашивается желтым цветом.

В условных обозначениях, расположенных под картой, показываются скважины с цифровой нагрузкой, гидроизогипсы, направление потока, зона заболачивания и зона засоления. Пример построения карты гидроизогипс приведен в приложении 1.

6. Обоснование подтопляемости участка грунтовыми водами.

В основу определения типа подтопляемости участка и скорости подъема уровня грунтовых вод положены природные геологические условия и техногенные факторы, влияющие на изменение геоэкологической обстановки. Методика определения подтопляемости разработана группой ученых под руководством С.К. Абрамова.

На основании обобщения материалов по подтоплению застроенных территорий выделены шесть основных типовых схем природных условий, приведенных в таблице 6.1.

Таблица 6.1 Классификация природных условий

№№ схемы природных условий	Типовой литологический разрез	Мощность верхней Толщи до водоупора
Схема I	Верхний слой – макропористые лессовидные суглинки и супеси I типа просадочности; Нижний слой - водоупор	до 15-25 м
Схема II	Верхний слой – суглинки, супеси, пески; Нижний слой – относительный водоупор (моренные отложения)	до 15 м
Схема III	Верхний слой – суглинки, супеси, пески; Нижний слой – водоупор (коренные породы)	до 10-15 м
Схема IV	Верхний слой - суглинки, супеси; Нижний слой – водоупор (набухающие глины)	до 5 м
Схема V	Верхний слой – Загипсованные и засоленные лессовидные суглинки I типа просадочности, элювиальные грунты; Нижний слой – относительный водоупор (дресвено-щебенис-тые грунты, цементированные галечники)	до 10 м
Схема VI	Верхний слой – лессы и лессовидные суглинки и супеси II типа просадочности. Нижний слой - водоупор	более 10-15 м

Согласно геологическому разрезу и физико-механическим свойствам грунтов подбирается типовая схема, условно соответствующая природным условиям конкретного варианта.

Выбор схемы необходимо обосновать.

Техногенные факторы подтопления обусловлены характером предприятий и сооружений по количеству потребляемой воды на единицу площади и плотности застройки. Классификация приведена в таблице 6.2.

Таблица 6.2 Классификация предприятий и сооружений по водопотреблению

Группа предприятий	Отрасли промышленности, предприятия и сооружения	Удельный расход воды в м ³ /сут на 1 га площади
А	Целлюлозная, энергетическая, крупная металлургическая, гидротехнические сооружения	15000-80000
Б	Химическая, нефтехимическая, металлургическая,	5000-15000

	коксохимзаводы, горно-обогатительные комбинаты, котельные, очистные сооружения и орошаемые массивы	
В	Машиностроительная, станко-строительная, крупная пищевая, прачечные комбинаты, плавательные бассейны, жилая застройка свыше 5 этажей	500-5000
Г	Текстильная, легкая, стройматериалов, пищевая, автопредприятия, быткомбинаты, жилая застройка до 5 этажей	50-500
Д	Элеваторы, мукомольные заводы, хлебоприемные пункты, сельская застройка	<50

Исходя из проектируемых сооружений и окружающей застройки определяется группа предприятий. Выбор группы обосновывается.

Определение типа подтопляемости и скорости подъема уровня грунтовых вод определяется согласно схеме природных условий и группе предприятий и сооружений по водопотреблению. Классификация территорий по подтопляемости приведена в таблице 6.3.

Таблица 6.3 Классификация территорий по подтопляемости

Тип подтопляемости	Схема природных условий	Группа предприятий и сооружений по водопотреблению	Скорость подъема грунтовых вод, м/год
I	I	А, Б, В	0,5-1 и более
	II	А, Б	
	III	А, Б	
II	I	Г, Д	0,3-0,5
	II	В	
	IV	А, Б	
	V	А, Б	
III	I	Д	0,1-0,3
	II	Г, Д	
	III	В, Г, Д	
	IV	В, Г, Д	
	V	В	
	VI	А, Б	
IV	IV	Д	<0,1
	V	Г, Д	
	VI	В, Г, Д	

Принимая во внимание, что стабилизация гидрогеологического режима формируется в течение 10 лет необходимо определить тип потенциальной подтопляемости территории грунтовыми водами, скорость повышения уровня воды в год, максимальное повышение уровня в течение 10 лет, а также обосновать возможность затопления подвальных помещений и фундаментов проектируемых сооружений.

Уровень максимального повышения показать на геологическом разрезе красной пунктирной линией.

7. Определение коэффициента фильтрации методом кустовой откачки из грунтового водоносного горизонта

Для выполнения опытно-фильтрационных расчетов заложен куст скважин, состоящий из центральной скважины, из которой производится откачка воды, и трех наблюдательных скважин, в которых производятся замеры уровня воды в процессе откачки. В качестве центральной условно используется скважина №5, предназначенная для водоснабжения. Откачка производится для совершенного грунтового и артезианского колодца, при условии ламинарного движения подземных вод. Наблюдательные скважины расположены вдоль одного луча на расстоянии $x_1 - x_2 - x_3$ от центральной скважины. Откачка выполнялась при трех понижениях уровня воды в центральной скважине.

Необходимо выполнить следующие задания:

1. Определить коэффициент фильтрации и радиус депрессионной воронки при каждом понижении уровня воды в центральной скважине, используя данные опытно-фильтрационных работ, приведенных в таблице 7.1. Построить график зависимости дебита от понижения уровня воды в центральной скважине $Q = f(S)$, а также разрез депрессионной воронки при трех понижениях уровня воды в центральной и наблюдательных скважинах.

Таблица 7.1

№№ варианта	№№ откачки	Центральная скважина		Наблюдательные скважины (расстояние x , понижение S)		
		Дебит $m^3/сут$	Понижение, м	Скв. 1 ($x_1=10m$)	Скв. 2 ($x_2=50m$)	Скв. 3 ($x_3=85m$)
1	2	3	4	5	6	7
1, 9, 17, 25	1	432	6,40	0,90	0,40	0,10
	2	600	9,40	1,60	0,80	0,35
	3	840	13,90	2,75	1,70	0,90
2, 10, 18, 26	1	480	7,20	1,10	0,50	0,15
	2	720	11,60	2,10	1,20	0,60
	3	960	16,35	3,40	2,20	1,30
3, 11, 19, 27	1	576	9,00	1,45	0,70	0,30
	2	912	15,25	3,20	2,10	1,35
	3	1080	18,60	4,20	2,80	1,83
4, 12, 20, 28	1	504	7,65	1,20	0,60	0,25
	2	936	15,70	3,30	2,00	1,20
	3	1080	18,60	4,20	2,85	1,85
5, 13, 21, 29	1	456	6,85	1,00	0,40	0,12
	2	720	11,50	2,10	1,20	0,60
	3	1200	21,10	5,10	3,40	2,25
6, 14, 22, 30	1	576	9,00	1,45	0,70	0,30
	2	816	13,50	2,65	1,60	0,90
	3	1176	20,60	5,00	3,30	2,20
7, 15, 23, 31	1	528	8,10	1,30	0,60	0,20
	2	912	15,25	3,20	2,10	1,35
	3	1248	22,00	5,50	3,70	2,46
8, 16, 24, 32	1	672	10,70	1,90	1,05	0,50
	2	888	14,80	3,00	2,00	1,40
	3	1128	19,60	4,60	3,00	2,00

2. Выполнить расчет коэффициента фильтрации при трех понижениях уровня грунтовых вод, используя замеры уровня в двух наблюдательных скважинах. Расчет выполняется по преобразованной формуле Дюпюи:

$$k_{\phi n} = \frac{0,73Q_n (\lg x_2 - \lg x_1)}{(2H - S_1 - S_2)(S_1 - S_2)}, \text{ м/сут} \quad (9)$$

$k_{\phi n}$ – коэффициент фильтрации при каждом водопонижении, м/сут;
 Q_n – дебит скважины при соответствующем понижении уровня воды, м³/сут;
 H – мощность водоносного горизонта, м;
 x_1 и x_2 – соответствующее расстояние наблюдательных скважин от центральной скважины, м;
 $S_1 - S_2$ – соответствующее понижение уровня в наблюдательных скважинах, м.

Средний коэффициент фильтрации определяется по формуле:

$$k_{\phi cp} = \frac{k_{\phi 1} + k_{\phi 2} + k_{\phi 3}}{3}, \text{ м/сут} \quad (10)$$

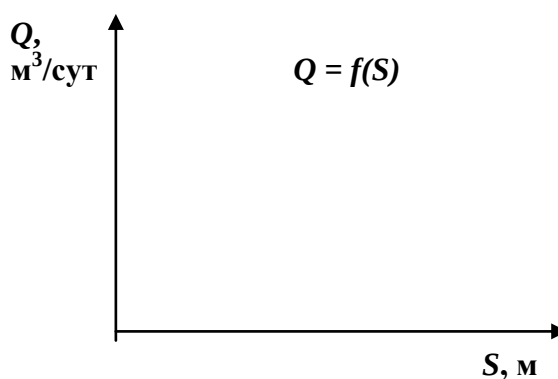
$k_{\phi cp}$ – средний коэффициент фильтрации, м/сут.

б) Для каждого водопонижения определяем радиус депрессионной воронки, используя формулу Кусакина для безнапорного водоносного горизонта:

$$R_n = 2S_n \sqrt{k_{\phi cp} \cdot H} \quad (11)$$

R_n – радиус депрессионной воронки, соответствующий каждому водопонижению, м;
 S_n – величина водопонижения в центральной скважине, м;
 $k_{\phi cp}$ – средний коэффициент фильтрации, м/сут;
 H – мощность грунтового водоносного горизонта, м.

в) Строим график зависимости дебита от понижения уровня воды в центральной скважине $Q = f(S)$.



г) Строим разрез депрессионной воронки при трех понижениях статического уровня воды в центральной и трех наблюдательных скважинах и расчетных радиусах депрессионной воронки с учетом зависимости $R = f(S)$.

Пример построения разреза приведен в приложении 4.

8. Обоснование степени сложности инженерно-геологических условий.

Категория сложности инженерно-геологических условий определяет объем исследовательских работ, необходимость применения специальных конструктивных и природоохранных мероприятий, а также проведение мониторинга за состоянием геологических изменений на освоенных территориях.

Категорию сложности следует устанавливать согласно своему варианту по совокупности природных факторов, указанных в таблице 8.1

Таблица 8.1 Категория сложности инженерно-геологических условий

Факторы	I (простая)	II (средней сложности)	III (сложная)
Геоморфологические условия	Участок расположен в пределах одного геоморфологического элемента. Поверхность горизонтальная, нерасчлененная	Участок в пределах нескольких геоморфологических элементов одного генезиса. Поверхность наклонная, слабо расчлененная.	Участок в пределах нескольких геоморфологических элементов разного генезиса. Поверхность сильно расчлененная.
Геологическое строение	Не более двух различных по литологии слоев, залегающих горизонтально или слабо наклонно (уклон не более 0,1). Мощность выдержана по простираению. 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.	Не более четырех различных по литологии слоев, залегающих наклонно или с выклиниванием. Мощность изменяется закономерно. Закономерное изменение характеристик грунтов в плане или по глубине. Скальные грунты имеют неровную кровлю и перекрыты нескальными грунтами.	Более четырех различных по литологии слоев. Мощность резко изменяется. Линзовидное залегание слоев. Значительная степень неоднородности по показателям свойств грунтов, закономерно и (или) закономерно изменяющихся в плане или по глубине. Скальные грунты имеют сильно расчлененную кровлю и перекрыты нескальными грунтами.
Гидрогеологические условия	Подземные воды отсутствуют или имеется один выдержанный горизонт подземных вод с однородным химическим составом.	Два и более выдержанных горизонта подземных вод, местами с неоднородным химическим составом или обладающих напором.	Горизонты подземных вод не выдержаны по простираению и по мощности, с неоднородным химическим составом. Местами сложное чередование водоносных и водоупорных пород. Напоры подземных вод изменяются по простираению.
Геодинамические процессы и явления	Отсутствуют	Имеют ограниченное распространение	Имеют широкое распространение и оказывают решающее влияние на проектирование и строительство.
Специфические грунты	Отсутствуют	Не оказывают существенного влияния на выбор проектируемых решений; имеют выдержанное залегание.	Оказывают решающее влияние на выбор проектных решений, осложняют строительство и эксплуатацию.

Категория сложности участка устанавливается по совокупности указанных природных факторов. В случае, если какой-либо отдельный фактор относится к более высокой категории сложности и является определяющим при принятии решений, то категорию сложности геоэкологических условий участка следует устанавливать по этому фактору.

Определение категории сложности приводится в таблице 8.2. Под таблицей приводится обоснование категории сложности геоэкологических условий по совокупности природных факторов.

Таблица 8.2. Обоснование степени сложности инженерно-геологических условий участка

Факторы	Описание условий участка	Категория сложности
1	2	3

Описание инженерно-геологических условий по каждому фактору приводится согласно конкретному варианту.

9. Составление научно-технического отчета

Научно-технический отчет составляется на основании камеральной обработки фактических материалов согласно варианту. Содержание отчета приведено в разделе II.

Отчет снабжается текстовыми приложениями и чертежами, приведенными на листе графических приложений.

Титульный лист и условная схема расположения чертежей на листе ватмана формата А приведены в приложениях 1,2.

Штамп размером 15 см х 7 см располагается в правом нижнем углу чертежа.

Штамп чертежа

ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ		
КАФЕДРА ГЕОЛОГИИ		
КУРСОВОЙ ПРОЕКТ		
ПО ГИДРОГЕОЛОГИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ		
Вариант		
Выполнил	Ф.И.О.	Группа
Проверил		

Рамка листа проводится на расстоянии 2,0 см слева и 0,5 см в пределах остальной части листа.

ТЕКСТОВЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Титульный лист
2. Номенклатура грунтов
3. Геологический разрез
4. Условные обозначения к геологическому разрезу
5. Карта гидроизогипс
6. Разрез депрессионной воронки при кустовой откачке
7. Схема расположения чертежей на листе формата А

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра геологии

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ
по инженерной геологии
Вариант _____

Научно-технический отчет
на тему:

Инженерно-геологические условия участка

Выполнил студент группы _____

(Ф.И.О.)

Проверил _____

Донецк, 200 ____

1. Номенклатура грунтов

Инженерно-геологическая классификация грунтов

Класс	Группа
Скальные (с жесткими структурными связями)	Скальные б) Полускальные
Дисперсные (с механическими и коллоидными связями)	а) Связные (глинистые) б) Несвязные (пески, крупнообломочные)
Мерзлые грунты	---
Техногенные грунты	---

Классификация скальных грунтов по прочности, R_c/sat	
R_c/sat , МПа	Прочность
>120	Очень прочные
120-50	Прочные
50-15	Средней прочности
15-5	Малопрочные
5-3	Пониженной прочности
3-1	Низкой прочности
<1	Очень низкой прочности

Классификация по коэффициенту размягчаемости для скальных грунтов, K_{sof}	
$K_{sof} \geq 0,75$	Неразмягчаемые
$K_{sof} < 0,75$	Размягчаемые

Классификация глинистых грунтов (по I _p)	
Супеси	0,01-0,07
Суглинки	0,07-0,17
Глины	> 0,17

Классификация грунтов по степени влажности, S_r	
Маловлажные	<0,50
Средневлажные	0,50-0,80
Водонасыщенные	>0,80

Классификация крупнообломочных и песчаных грунтов		
Фракции, мм	Содержание, %	Наименование грунтов
а. Крупнообломочные		
> 200	> 50	Глыбовые (валунные)
>10	> 50	Щебенистые (галечниковые)
>2	> 50	Дресвяные (гравийные)
б. Песчаные		
>2	> 25	Песок гравелистый (г)
>0,50	> 50	Песок крупный (к)
>0,25	> 50	Песок средний (с)
>0,10	> 75	Песок мелкий (м)
>0,10	< 75	Песок пылеватый (п)

Классификация по показателю текучести, I_L	
а. Супеси	< 0 - твердая 0 – 1,0 – пластичная > 1 - текучая
б. Суглинки, глины	<0 – твердая 0-0,25 – полутвердая 0,25-0,50 – тугопластичная 0,50-0,75 – мягкопластичная 0,75-1,0 – текучепластичная > 1 - текучая

Плотность грунтов по коэффициенту пористости, e

Наименование грунтов	Степень плотности		
	Плотные	Сред. плотности	Малой плотности
Крупнообломочные	<0,50	0,50-0,80	>0,80
Пески гравелистые, крупные, средние	<0,55	0,55-0,70	>0,70
Пески мелкие	<0,60	0,60-0,75	>0,75
Пески пылеватые	<0,60	0,60-0,80	>0,80
Супеси, суглинки, глины	<0,50	0,50-0,80	>0,80

Геол.разрез

Усл.обоз.

Карта

Раз.депр. вор.

Схема

Список литературы

1. Фролов А.Ф., Коротких И.В. Инженерная геология. М.: Недра, 1990, 412 с.
2. Чаповский Е.Г. Лабораторные работы по грунтоведению и механике грунтов. М.: Недра, 1975, 304 с.
3. Седенко М.В. Основы гидрогеологии и инженерной геологии. М.: Недра, 1979, 202 с.
4. Скабалланович И.А. Гидрогеологические расчеты. М.: Углетехиздат, 1960, 388 с.
5. Абрамов С.К. Прогноз и предотвращение подтопления грунтовыми водами и территорий при строительстве. М.: Стройиздат, 1978, 178 с.
6. Богун Л.Д., Таранец В.И., Улицкий О.А. Пособие к лабораторным, практическим и самостоятельным работам по курсу “Гидрогеология и инженерная геология”. Часть 1. Гидрогеология. Донецк: ДонНТУ, 2002, 46 с.
7. Богун Л.Д., Таранец В.И., Улицкий О.А. Пособие к лабораторным, практическим и самостоятельным работам по курсу “Гидрогеология и инженерная геология”. Часть 2. Инженерная геология. Донецк: ДонНТУ, 2002, 80 с.
8. СНиП 1.02.07-87 Инженерные изыскания в строительстве. М.: Недра, 1987, 104 с.
9. ДСТУ Б.В.2.1.-2-96 (ГОСТ 25100-95). Грунти. Класифікація. Київ: Держбудвидав., 1996. 34 с.

СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ НА ЛИСТЕ ФОРМАТА А.

Схематический план участка
Масштаб



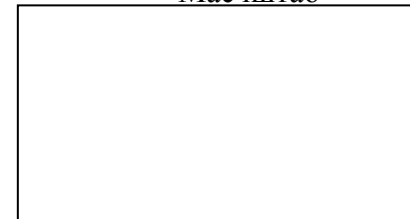
Условные обозначения

Карта гидроизобат
Масштаб



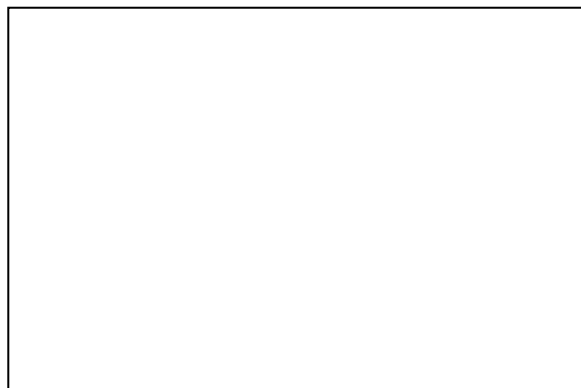
Условные обозначения

Карта бонитировочной оценки
земельных угодий
Масштаб



Условные обозначения

Геологический разрез по линии I-I¹
Масштаб вертикальный
 горизонтальный



Условные обозначения

Химический анализ
грунтовых вод



Формула Курлова

ШТАМП