

Міністерство освіти і науки України
 Національний технічний університет
 «Дніпровська політехніка»
Геологорозвідувальний
 (факультет)
 Кафедра гідрогеології та інженерної геології
 (повна назва)

ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА

кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра
 (бакалавра, спеціаліста, магістра)

Студента Руденка Анатолія Вячеславовича
 (ПІБ)

академічної групи 103-16-2
 (шифр)

Спеціальності 103 Науки про Землю
 (код і назва спеціальності)

за освітньою програмою «Гідрогеологія»
 (офіційна назва)

на тему «Гідрогеологічні особливості збереження ресурсів технічної води

(назва за наказом ректора)

зі штучним поповненням на масштабному об'єкті»

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Шерстюк Є.А.			
розділів:				
Загальний	Шерстюк Є.А.			
Спеціальний	Шерстюк Є.А.			
Рецензент	Куцевол М.Л.			
Нормоконтролер	Загриценко А.М.			

Дніпро
2020

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
гідрогеології та інженерної геології
(повна назва)
Рудаков Д.В.
(прізвище, ініціали)
« _____ » _____ 2020 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеню бакалавра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Руденку Анатолію Вячеславовичу академічної групи 103-16-2
(прізвище та ініціали) (шифр)
спеціальності 103 "Науки про Землю"
за освітньою програмою «Гідрогеологія»
на тему «Гідрогеологічні особливості збереження ресурсів технічної води зі
штучним поповненням на масштабному об'єкті»

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» № 254-с від
04.05.2020 р.

Розділ	Зміст	Термін виконання
Загальний	Загальна характеристика досліджуваної території. Геолого-гідрогеологічні умови та інженерно-геологічна характеристика ділянки досліджень	04.05.2020 – 20.05.2020
Спеціальний	Дослідження гідродинамічних процесів, що відбуваються на території, аналіз взаємодії техногенних об'єктів із підземною гідросферою. Розрахунок змін гідродинамічного режиму під впливом додаткового живлення. Розрахунок роботи водозабору для забезпечення підприємства технічною водою.	21.05.2020 - 10.06.2020

Завдання видано

_____ (підпис керівника)

Шерстюк Є.А.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі

04.05.2020

Дата подання до екзаменаційної комісії

10.06.2020

Прийнято до виконання

_____ (підпис студента)

Руденко А.В.

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 57 с., 22 рис., 6 табл., 7 джерел.

Об'єкт досліджень – гідродинамічні процеси, які відбуваються в районі розташування проммайданчика масштабного об'єкта промисловості в Запорізькій області.

Предмет досліджень – кількісні характеристики змін водоносного горизонту в умовах штучного поповнення та водовідбору.

Метою роботи є аналіз гідрогеологічних особливостей забезпечення масштабного підприємства додатковим ресурсом технічної води з використанням підземних вод зі штучним поповненням.

У вступі викладено проблему оцінки змін у режимі підземних вод під впливом різних факторів та обґрунтування найбільш раціональних способів взаємодії з підземними водами, як то їх поповнення та використання, визначені мета та завдання досліджень.

У першому розділі охарактеризовано загальні фізико-географічні та кліматичні умови території вивчення, виконано аналіз геологічної будови та сучасних гідрогеологічних умов досліджуваної ділянки. У другому розділі надана характеристика промислового об'єкта та умови його водоспоживання.

В третьому розділі виконано прогноз зміни гідрогеологічних умов ділянки дослідження в умовах додаткового живлення, яке відбувається внаслідок експлуатації каналу: розрахована можлива величина підвищення рівнів ґрунтових вод внаслідок витоків та кількісно оцінені втрати води з каналу.

Четвертий розділ присвячено оцінці роботи водозабору технічних підземних вод для забезпечення додаткового об'єму води для охолоджувальної системи підприємства енергетичної промисловості з використанням гідрогеологічних розрахунків.

Ключові слова: ВОДОЗАБІР, ВОДОНОСНИЙ ГОРИЗОНТ, ЖИВЛЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД, ВТРАТИ З КАНАЛУ, ВЗАЄМОДІЮЧІ СВЕРДЛОВИНИ, ЗНИЖЕННЯ

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	5
1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО РАЙОН ДОСЛІДЖЕНЬ	6
1.1. Фізико-географічне положення	6
1.2. Клімат району.....	7
1.3. Геолого-геоморфологічна будова	10
1.4 Гідрогеологічні умови	17
1.5 Характеристика якісного складу підземних вод.....	20
2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА	22
3. ОЦІНКА ВПЛИВУ ДЖЕРЕЛ ДОДАТКОВОГО ЖИВЛЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД	25
3.1. Шляхи штучного поповнення підземних вод	25
3.2. Методика розрахунку надходження води з каналу	26
3.3. Розрахунок втрат води з каналу	31
4. ОЦІНКА ЗБЕРЕЖЕННЯ РЕСУРСУ ТЕХНІЧНОЇ ВОДИ З ВИКОРИСТАННЯМ ПІДЗЕМНИХ ВОД	35
4.1. Методика розрахунку взаємодіючих свердловин за схемою «пласт- смуга»	35
4.2. Оцінка впливу роботи водозабору на гідродинамічний режим прилеглих територій	38
ВИСНОВОК	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	47
ТЕКСТОВІ ДОДАТКИ	49

ВСТУП

В умовах інтенсивного техногенного навантаження на підземну гідросферу відбуваються значні зміни гідрогеологічної обстановки в зоні впливу промислових споруд. Дуже важливо робити правильну оцінку змін у режимі підземних вод під впливом різних факторів та обґрунтовувати найбільш раціональні способи взаємодії з підземними водами, як то їх поповнення та використання.

Для території розташування проммайданчика електростанції характерний розвиток алювіального водоносного горизонту, який знаходиться під інтенсивним впливом багатьох техногенних факторів, що зумовлюють постійне додаткове його живлення та загрозу перевищення допустимих глибин залягання рівнів підземних вод на ділянці розташування технічних потужностей. В той же час підприємство потребує залучення в процес охолодження додаткових об'ємів технічної води в зв'язку зі значними втратами, в тому числі на випаровування.

В цих умовах актуальною є задача обґрунтування гідродинамічно ефективних заходів щодо забезпечення підприємства об'ємом добавленої технічної води для водооборотного циклу за рахунок відбору підземних вод в умовах інтенсивного техногенного навантаження на підземну гідросферу.

В роботі виконана оцінка надходження додаткових об'ємів води до водоносного горизонту в результаті втрат із каналу, визначена гідродинамічно раціональна схема проектного водозабору з обґрунтуванням параметрів роботи водозабірних споруд в умовах техногенно порушеного режиму водоносного горизонту. Це має забезпечити стабілізацію рівнів ґрунтових вод на відмітках, що забезпечать захист від підтоплення підземних споруд проммайданчика та нормалізацію інженерно-геологічних процесів, використання дренажних вод для технологічних потреб при експлуатації підприємства.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО РАЙОН ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Фізико-географічне положення

У територіальному відношенні ділянка досліджень розташована у Запорізькій області, у м. Енергодар. Схема розташування ділянки досліджень наведена на рис. 1.1.

Згідно фізико-географічному районуванню України ділянка досліджень розташована в Степовій зоні Лівобережно-Дніпровсько-Приазовської північно-степової провінції. Природні ландшафти представлені піщаними комплексами, піщаними кучугурами з поодинокю рослинністю, мілководними аквальними комплексами. Безпосередньо в районі проммайданчика природні ландшафти практично не збереглися. Акваландшафти представлені узбережною частиною Каховського водосховища.



Рис. 1.1. Схема розташування ділянки досліджень

Ділянка досліджень розташована на Приазовській рівнині в Запорізькій області на лівому березі Каховського водосховища. Проммайданчик атомної електростанції знаходиться в промисловій зоні, у 2,5 км від діючої Запорізької ТЕС. Відстань від берегової лінії водосховища (від акваторії вантажного причалу) до найближчого головного корпусу станції (блок № 6) складає 0,23 км, до блоку № 1 – 0,92 км.

1.2 Клімат району

В цілому клімат регіону характеризується показниками, типовими для степової кліматичної зони України. Середні значення показників за 1996-2014 роки приведені в табл. 1.1.

За даними багаторічних спостережень 1996-2014 рр. середня температура повітря складала 11,3°C. Максимальне значення (39,8°C) зафіксовано 8 серпня 2010 року. Мінімальне значення (мінус 25,0°C) - 23 січня 2006 року. Динаміка зміни середньої, максимальної, мінімальної температури повітря за кожен рік представлена на рисунку 1.2

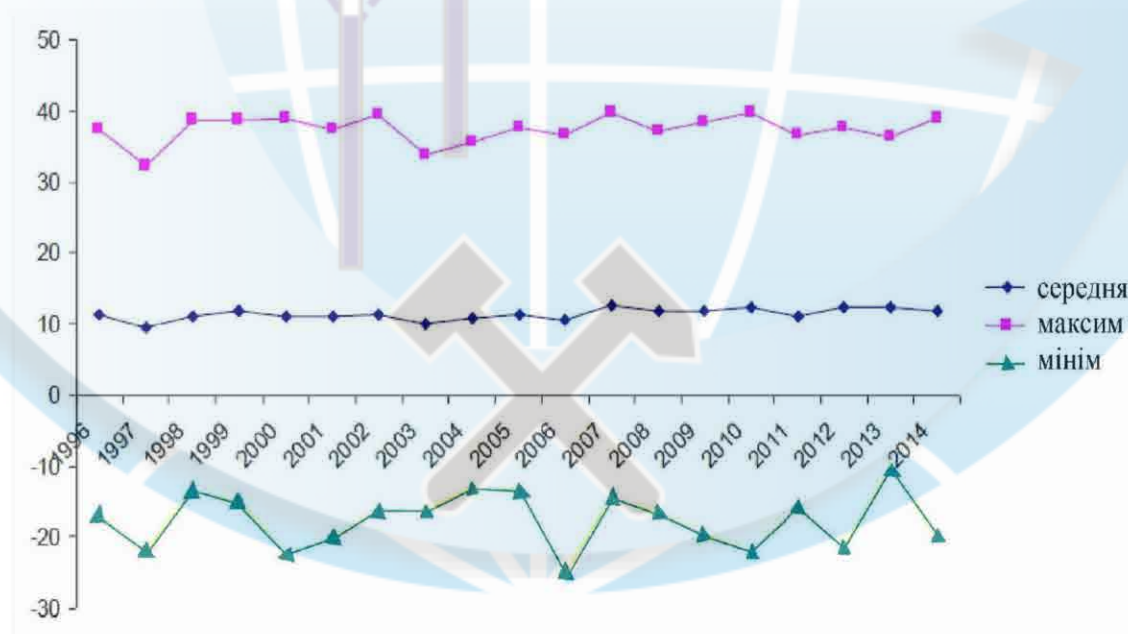


Рис.1.2. Графік зміни середньої, максимальної та мінімальної температури повітря

Таблиця 1.1

Зведена таблиця метеорологічних даних за 1996 – 2014 рр.

Рік	Температура повітря			Серед. темпер. Кахов. водосх.	Серед. темпер ставка охолод	Серед. швид. вітру	Макс швид. вітру	Відн. волог. повіт. %	Атмосф. тиск повітря, мм.рт.ст.			Кільк атм. опад, мм
	се-ред.	мак.	мін.						серед.	мак.	мін.	
1996	11,3	37,3	-17,0	13,3	21,2	3,9	15	65	768,2	775,9	758,2	-
1997	9,6	32,2	-22,0	11,1	22,5	4,0	16	67	763,7	784,0	743,5	501,0
1998	11,0	38,6	-13,5	11,4	23,8	4,1	13	70	759,8	779,8	744,5	431,7
1999	11,7	38,7	-15,0	11,6	23,9	3,8	22	69	759,8	779,0	737,9	493,8
2000	11,0	38,9	-22,5	11,5	23,5	3,7	20	70	760,1	777,6	737,3	396,1
2001	11,1	37,4	-20,2	11,3	23,5	3,8	19	69	759,2	776,3	739,8	501,7
2002	11,2	39,4	-16,3	11,8	23,4	3,7	22	68	758,0	779,2	742,8	494,3
2003	10,0	33,7	-16,4	12,4	23,6	4,0	25	70	760,1	776,2	735,1	514,6
2004	10,9	35,5	-13,1	12,0	23,8	3,9	19	75	757,7	777,1	739,0	665,3
2005	11,3	37,6	-13,6	12,6	23,6	3,2	18	69	759,4	776,2	731,4	505,3
2006	10,6	36,6	-25,0	14,5	23,7	3,2	19	71	757,8	776,3	738,8	419,7
2007	12,5	39,7	-14,4	13,2	24,4	3,5	22	66	757,0	773,3	732,2	378,8
2008	11,7	37,2	-16,5	14,6	24,5	3,3	-	71	758,3	778,5	727,3	415,5
2009	11,9	38,4	-19,6	15,4	25,0	3,0	21	72	757,7	774,5	739,5	502,0
2010	12,3	39,8	-22,1	17,7	22,2	3,2	18	72	757,8	777,6	737,3	687,5
2011	11,0	36,7	-15,7	12,6	25,0	2,9	19	71	760,6	778,9	736,7	337,9
2012	12,3	37,6	-21,5	15,6	25,5	3,1	20	70	761,0	778,1	742,7	406,2
2013	12,3	36,2	-10,4	16,3	25,3	2,9	18	70	759,7	776,6	745,1	384,6
2014	11,7	38,8	-20,0	14,0	25,1	3,0	23	68	760,3	784,9	734,3	533,2
се-ред не	11,3	39,7	-25	13,3	23,9	3,5	25	70	759,8	784,9	727,3	476,1

Середньомісячна та середньорічна швидкість вітру за 1996-2014 роки – в табл.і 1.2. Річна роза вітрів показана на рис. 1.3. Переважним за 19 років був вітер "північно-східного" напрямку.

Таблиця 1.2

Середньомісячна та середньорічна швидкість вітру за 1996-2014 роки, м/с

Місяць	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Ве-Рес.	Жовт.	Лист.	Груд.	Сер.Річ
Середня швид-кість	3,8	3,9	4,0	3,4	3,3	3,2	3,1	3,1	3,3	3,5	3,7	3,9	3,5

1996-2014

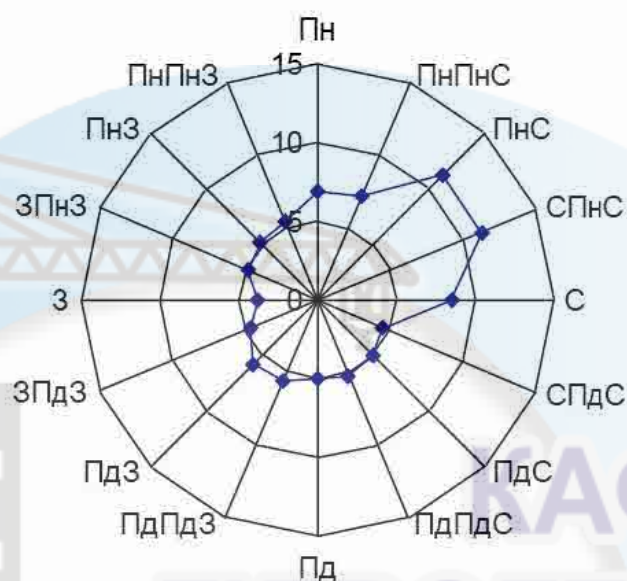


Рис. 1.3 – Річна роза вітрів за період з 1996 по 2014 роки

Для характеристики вітрового впливу на майданчику станції використовувалися дані багаторічних спостережень найближчих метеостанцій Держкомгідромета: Запоріжжя і Нікополя, а також матеріали метеостанції м. Енергодар і метеостанції на проммайданчику ЗАЕС.

Переважаючими за рік є вітри північно-східного і східного напрямку (1721 %). Найбільші середньомісячні швидкості вітру 4,5-4,8 м/с зафіксовані в холодну пору року (грудень-березень), найменші 2,9-3,1 м/с – в теплу пору (липень – вересень).

Кількість днів з сильним вітром за рік становить 17.

У більшості сильні вітри спостерігаються в січні, травні і листопаді. Найбільше число днів з сильним вітром за рік налічувало 42, за місяць – 8-10. Максимальна швидкість сильного вітру зафіксована 24-28 м/с з поривами вітру до 40 м/с і більше.

1.3 Геолого-геоморфологічна будова

Район розташування ділянки у геологічному відношенні знаходиться у південно-західній частині Українського кристалічного масиву, що складається з кристалічних порід докембрія, вкритих товщою осадових відкладів палеогенової і четвертинної систем.

В геоструктурному відношенні досліджувана територія приурочена до південно-західної частини Українського кристалічного масиву.

У геологічній будові району приймають участь кристалічні породи докембрію, перекриті осадовими відкладеннями палеогенової та четвертинної систем.

Докембрійські породи представлені гранітами, абсолютні відмітки покрівлі $-30,0 \dots -85,0$ м.

Палеогенові відкладення представлені глинами сірогозької світи з прошарками пісків і піщаників, абсолютні відмітки покрівлі $-8,0 \dots -12,0$ м.

Четвертинні відкладення представлені алювіальними пісками, переважно кварцовими, з прошарками супісків і суглинків. Потужність четвертинних відкладень складає $30,0 \dots 35,0$ м. Геолого-гідрогеологічний розріз на ділянці досліджень наведений на рис. 1.4.

Вся 30-ти кілометрова зона ділянки розташована на стику двох крупних геоструктурних елементів: Українського кристалічного масиву і Причорноморської западини. В геологічній будові безпосередньо самої території ділянки беруть участь архейські відклади Українського кристалічного щита. В межах 30-ти кілометрової зони ділянки також поширені олігоцен-міоценові відклади Верхньомайкопської підсвіти палеогену, а також відклади пліоцен-міоценового віку.

З часу свого утворення кристалічні породи піддавалися інтенсивним тектонічним рухам, що супроводжувалося складчастістю і зсувами. Встановлено наявність складки, вісь якої має північно-східний напрям із зануренням на південний захід, де кристалічні породи виходять на денну поверхню. Ділянка розташована на південно-східному крилі цієї складки.

За рахунок тектонічних рухів і процесів вивітрювання граніти і гранітогнейси у верхній частині товщі зруйновані і утворюють кору вивітрювання, яка представлена каоліном, щебенем і дресвою материнських порід потужністю від одного до тридцяти метрів.

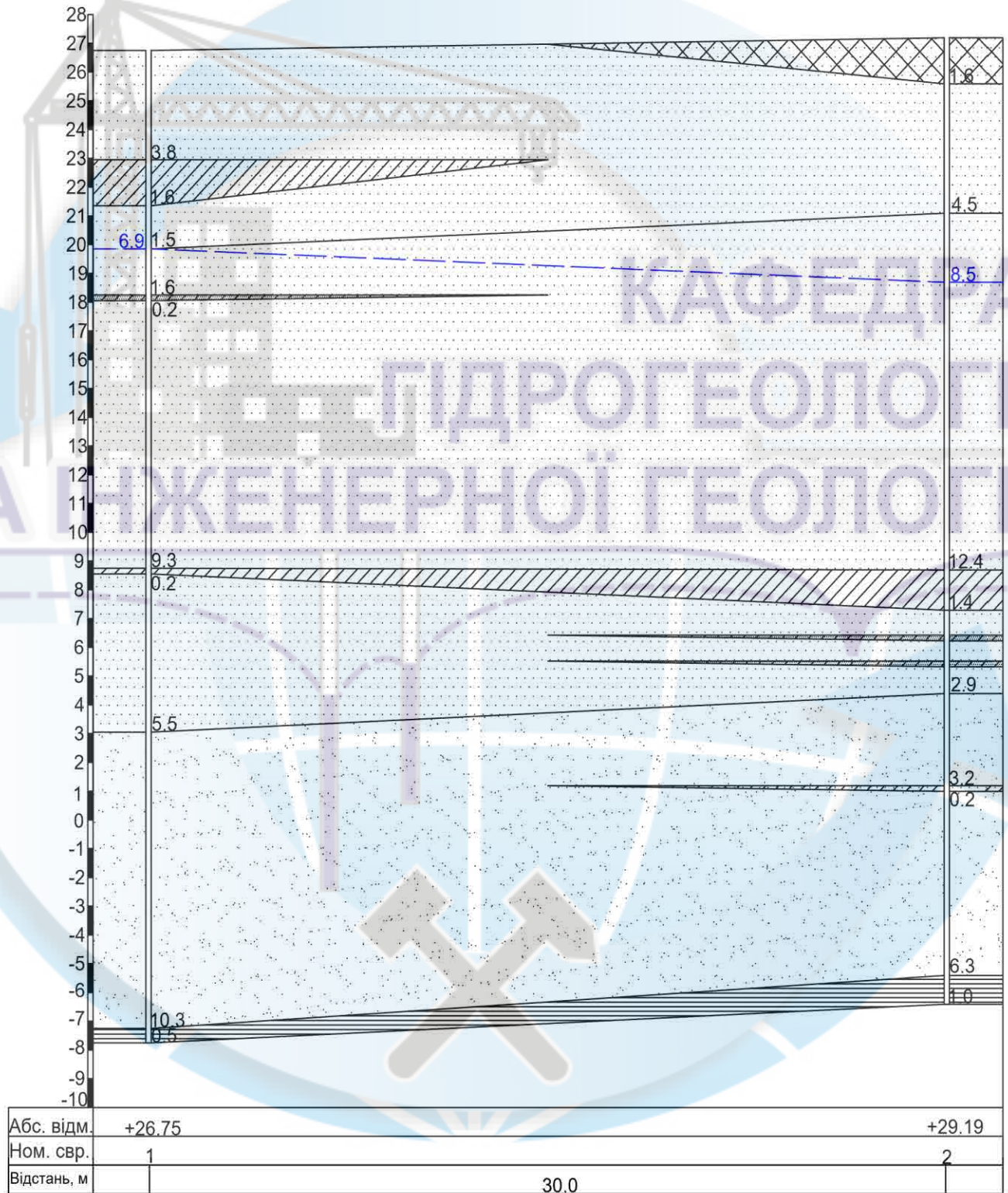


Рис. 1.4 Інженерно-геологічний розріз ділянки досліджень

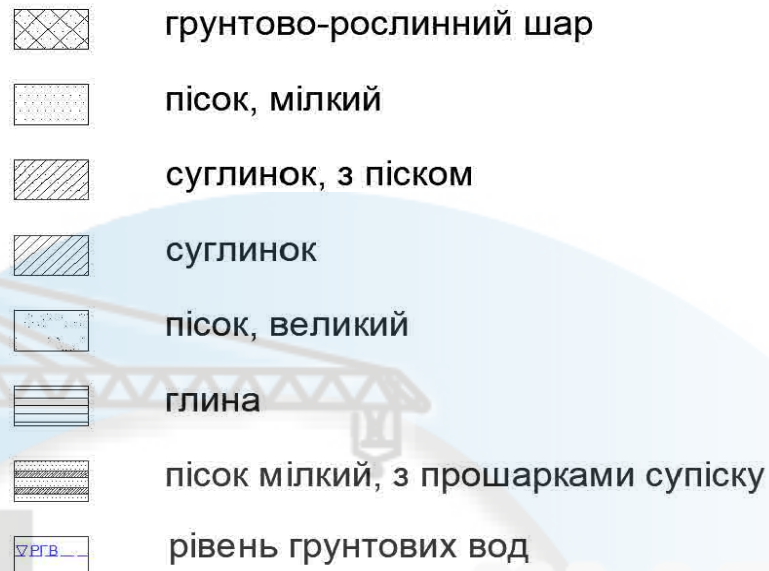


Рис.1.5 Умовні позначення до розрізу

На території проммайданчика карбонатні карстуючі породи відсутні. За даними Національної доповіді про стан техногенної та природної безпеки України у 2012 р. карстових проявів загалом у Запорізькій області не зареєстровано

У відповідності до існуючого геоморфологічного районування район розташування, знаходиться в межах двох морфоструктур: Південно- Придніпровської височини і Причорноморської низовини. У межах цих морфоструктур виділяються більш дрібні форми рельєфу, які складають три основні типи рельєфу: структурно-денудаційний, денудаційний і ерозійноаккумулятивний.

Структурно-денудаційний рельєф виявляється в межах слаборозчленованої поверхні аккумулятивної водоподільної рівнини, яка сформувалась на палеоген-неогеновій і докембрійській основі і яка складена потужним покривом лесогрунтових формувань пліоцен-четвертинного віку. Аккумулятивна лесова рівнина займає більшу частину площі правобережжя і південну частину лівобережжя. Характер поверхні правобережної рівнини хвилястий, обумовлений площинним змивом, абсолютні відмітки поверхні змінюються від 120 до 80 м. Лівобережна водороздільна рівнина характеризується пласкою поверхнею з абсолютними відмітками 70,0-80,0 м.

Процеси площинного змиву проявляються на ділянках переходу до схилових форм рельєфу.

Денудаційні форми рельєфу представлені схилами річкових долин, балок і водорозподільних плато, які сформовані, у більшості, під дією ерозійних, гравітаційних і водногравітаційних процесів. Останні відіграють велику роль на правому березі Каховського водосховища між с. Добра Надія і Вищетарасівка, де береговий схил має характер обвалу і зсуву. В більшості ж схили пологі.

Схили розчленовані мережею дрібних ярів, улоговин і вибоїн, які більш інтенсивно розвинуті на крутих схилах. В нижній частині схилів і біля підніжжя утворюються акумулятивні делювіальні шлейфи, а в гирлі більших ярів – конуси виносів.

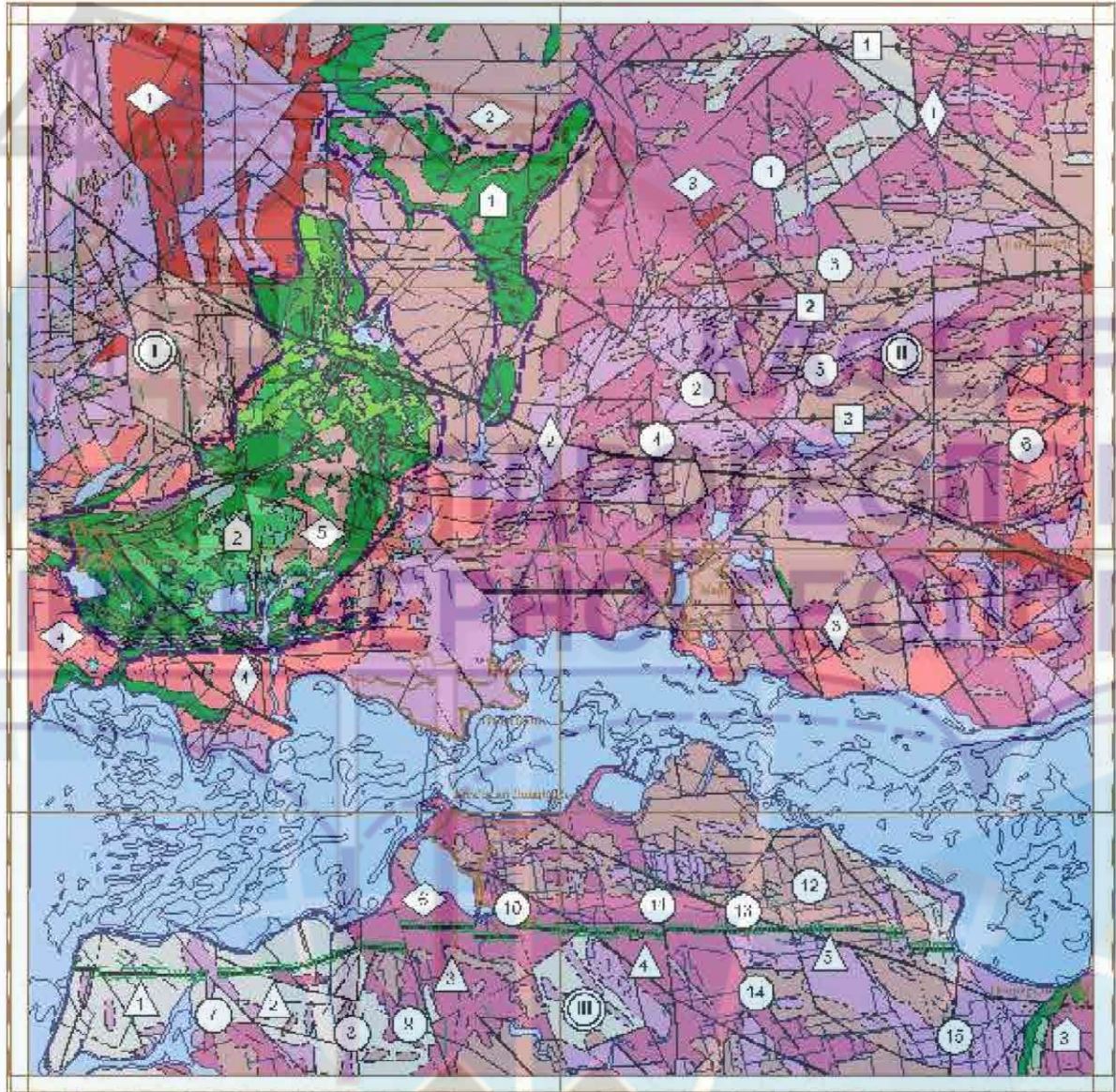
Ерозійно-акумулятивний рельєф сформований діяльністю рік Дніпро, Томаківка, Велика Білозерка та їх притоків. В долині р. Дніпро виділені п'ять четвертинних надзаплавних терас.

Перша надзаплавна тераса поступово переходить в другу-третю надзаплавні лесові тераси, які тягнуться суцільною смугою уздовж лівобережжя Каховського водосховища. Абсолютні відмітки поверхні від 14 до 20 метрів. Ширина тераси коливається від 7 до 8 кілометрів. П'ята надзаплавна тераса безпосередньо примикає до третьої тераси і відділяється від неї чітко вираженим в рельєфі уступом. Ширина тераси близько 10 км. У межах другої-третьої і п'ятої надзаплавних терас з сучасних фізико-геологічних процесів спостерігаються просадочні явища і ерозійна діяльність.

Заплава р. Дніпро повністю затоплена Каховським водосховищем, але є в долинах рік Томаківка і Велика Білозерка.

Територія досліджень розташована на сході Українського щита - крилоподібного підняття Східноєвропейської платформи, в південно-центральної частині Серединопріднепровського мегаблоку, який є класичною гранітзеленокам'яною областю. В будові території виділяється кристалічна основа, складена

докембрійськими метаморфічними, ультраметаморфічними і магматичними породами і осадочним чохлам, який покриває велику частину площі досліджень. Тектонічна схема наведена на рис. 1.6.



Умовні позначення до тектонічної схеми

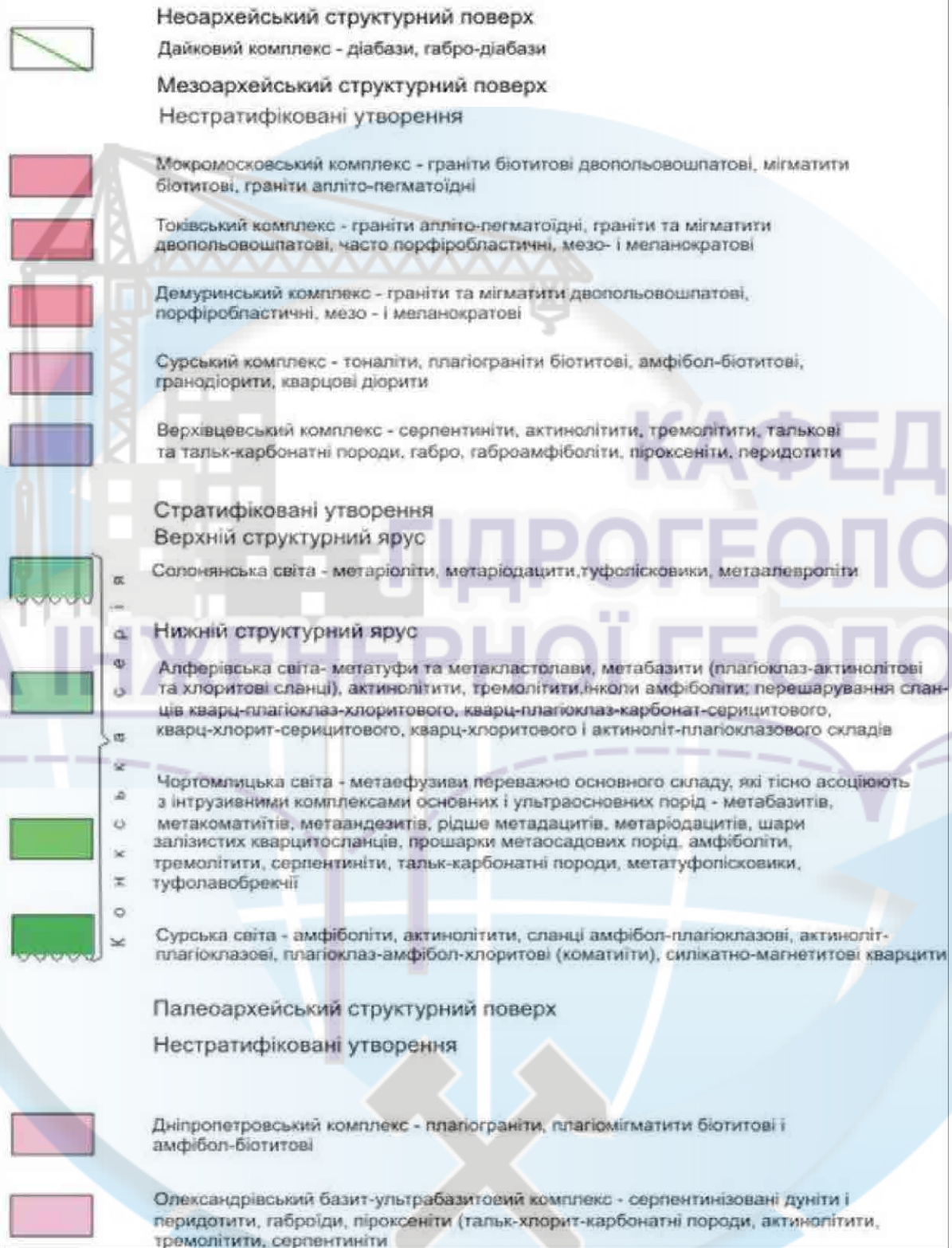


Рис. 1.6 – Тектонічна схема ділянки досліджень

Останнє омолодження синхронне з омолодженням Західно-Приазовського розлому, з яким східна частина Конкеського розлому складає єдину ортогональну систему, що зумовила певною мірою розвиток Причорноморської западини, що розпочала в пізньому крейді інтенсивно заповнюватися осадами. Розлом належить до числа слабо вивчених. Деякі дослідники надають йому значення розлому I рангу, вважаючи його частиною планетарної системи, і трасують його дугоподібно через весь Український щит. Дана диз'юнктивна деформація чинить пріоритетний вплив на тектонічний режим території дослідження.

1.4 Гідрогеологічні умови

Гідрогеологічні умови району, щодо водовміщуючих порід, характеризуються розвитком четвертинного комплексу підземних вод, комплексом палеогенових підземних вод та комплексом вод тріщинуватої зони докембрійських порід. Четвертинний комплекс підземних вод складається із трьох водоносних підгоризонтів, які розчленовуються за умовами притоку-розвантаження, фільтраційними властивостями водовміщуючих порід, наявністю відносних і регіональних водотривів.

В гідрогеологічному відношенні досліджувана територія характеризується розвитком четвертинного водоносного горизонту, приуроченого до алювіальних відкладень першої надзапальної тераси р. Дніпро.

Підземні води, приурочені до палеогенових відкладень, в районі розвинені слабо. Водовмісними породами є лінзи мілких пісків і пропарки піщаників, потужність яких невитримана як у вертикальному, так і горизонтальному напрямках.

Тріщинні води кристалічних порід приурочені до локальних тріщинних зон гранітів і гранітогнейсів.

Четвертинний водоносний горизонт з умовами живлення-розвантаження, фільтраційним властивостям водовмісних порід, наявністю відносних і регіональних водотривів розділяється на три водоносних підгоризонти.

Водоносний підгоризонт типу "верховодка" має локальне розповсюдження і сезонний характер, на досліджуваній ділянці розкривається на глибинах 3,0...6,0 м. Водовмісними ґрунтами є піски дрібні. Відносним водотривом підгоризонту слугують супіски. Підгоризонт має безнапірний характер та інфільтраційне живлення, переважно за рахунок атмосферних опадів.

Перший від поверхні водоносний підгоризонт має повсюдне поширення, розкривається нижче подошви відносного водотриву (супісків) і в місцях їх відсутності залягає на відмітках 17,13...19,40 м. Водовмісними ґрунтами є піски дрібні, з коефіцієнтом фільтрації 5,0...8,0 м/добу. Потужність підгоризонту – 8,0...12,0 м. Відносним водотривом слугують суглинки і супіски потужністю до 3,2 м, що мають повсюдне поширення.

Підгоризонт безнапірний, напрямом руху потоку у бік Каховського водосховища. Живлення підгоризонту відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів та фільтрації води з вище розташованого підгоризонту.

Другий водоносний підгоризонт (продуктивний) приурочений до пісків середньої крупності і крупним, потужністю до 10,0...12,0 м, характеризується коефіцієнтом фільтрації 20,0...25,0 м/добу. Основний напрямом руху потоку – у бік ставка-охолоджувача і Каховського водосховища. Дебіти свердловин складають 20,0...80,0 м³/год при зниженні рівня води до 3,3...12,6 м.

Регіональним водотривом для всього четвертинного горизонту є глини сірогозської світи палеогену, що залягають на глибинах 29,5...35,2 м від поверхні землі.

Рівень ґрунтових вод для проммайданчика складає 16,0...18,6 м [51]. Загальна динаміка коливань рівня підземних вод у районі має періодичний характер: весняне водопілля призводить до підйому рівня підземних вод у березні-квітні, коливання вбік зниження рівня відзначаються до жовтня, у період з жовтня по

грудень починається новий етап підйому, залежний від осінніх опадів, у зимовий період відбувається спад рівня підземних вод.

Потенційно уразливими до високого рівня ґрунтових вод (РГВ) на майданчику є обладнання систем:

- аварійного і запланованого розхолодження низького тиску;
- аварійного охолодження активної зони високого тиску;
- аварійного вводу розчину борної кислоти високого тиску;
- продувки- підживлення 1 контура;
- технічної води невідповідальних користувачів;
- технічної води відповідальних користувачів;
- циркуляційної води;
- основного конденсату;
- борного концентрату;
- аварійної живильної води.

Обладнання даних систем розташовано на відмітках від -7,1 м до -4,2 м.

Проектна абсолютна відмітка рівня ґрунтових вод складає 18,0 м за абсолютною відміткою.

Чіткої загальної щорічної динаміки рівня ґрунтових вод за всі роки спостережень не відзначено. Спостерігається щорічний весняно-літній підйом РГВ (~ 0,5 м).

Динамічний стан рівнів ґрунтових вод постійно знаходиться під впливом багатьох факторів: Каховське водосховище, скидний канал ЗаТЕС, скидний і живильний канали ЗАЕС, водойма-охолоджувач, атмосферні опади, втрати із водонесучих комунікацій.

Середня амплітуда коливань рівня ґрунтових вод проммайданчика у межах одного метра, але з причин штучних факторів (робота дренажів, водопониження, аварійні протікання із комунікацій) може сягати і більше. Так при вмиканні дренажних систем можна відмітити інерційність рівня ґрунтових вод (зменшується на величину близько 1 м за декілька місяців). Також ситуація спостерігається при

відключенні (відмовах) дренажних систем, коли рівень ґрунтових вод піднімається, але цей процес надто повільний. Розглядаючи динаміку РГВ можна засвідчити, що при відключенні дренажу рівень зростає з швидкістю не більше 1 м за 2 місяці, тобто в середньому за 24 години підйом рівня складе $\sim 1,7$ см.

Атмосферні опади також не вносять суттєвої зміни в рівень ґрунтових вод. Сезонні зростання рівня у результаті злив і сильних дощів не перевищують 0,5 м, а робота насосної станції водопониження знижує рівень ґрунтових вод на 1,0...1,5 м.

Таким чином, існування на ділянці системи моніторингу за рівнем ґрунтових вод, а також систем дренажу і водопониження, які вносять значний внесок в РГВ, дозволяють зробити висновок про контроль за рівнем ґрунтових вод і підтримка його на рівні проектних значень.

При неперевищенні проектного критерію системи енергоблоків невразливі до фактору РГВ.

Статистичних даних з впливу ґрунтових вод на обладнання, що призводять до аварійної зупинки енергоблоків, немає за весь час експлуатації.

Відповідно при наявних на ЗАЕС заходах з запобігання високого рівня ґрунтових вод, природний фактор, пов'язаний з затопленням майданчика від ґрунтових вод не є небезпечним. [1]

1.5 Характеристика якісного складу підземних вод

За результатами виконаних хімічних аналізів підземні води на досліджуваній ділянці класифікуються:

- за величиною жорсткості від дуже м'яких до м'яких ($0,4 \dots 3,0$ ммоль/дм³);
- за концентрацією водневих іонів від кислих до нейтральних ($pH = 5,86 \dots 7,0$) та лише за двома пробами лужні ($pH = 7,2 \dots 7,58$);
- за ступенем мінералізації – прісні ($124 \dots 534$ мг/дм³);
- тип води, головним чином, гідрокарбонатно-сульфатний.

Результати комплексного хімічного аналізу підземних вод наведені в табл. 1.3.

Якісний склад підземних вод на ділянці досліджень відповідає нормам контрольованих параметрів технічної води, що використовується на технологічні потреби.

Очікувані зміни в якісному складі підземних вод полягають у можливому збільшенні вмісту таких компонентів, як залізо і марганець, що пов'язано з часовими змінами окислювально-відновних умов водоносного горизонту в межах прогнозованого розвитку гідравлічної депресії від роботи протифільтраційної завіси.

КАФЕДРА
ГІДРОГЕОЛОГІЇ
ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ



Показники хімічного складу підземних вод на ділянці досліджень

Показник	Одиниці виміру		Одиниці виміру	
	ммоль/дм ³	мг/дм ³	ммоль/дм ³	мг/дм ³
	Сврдл. 1		Сврдл. 7	
Сухий залишок		190		384
Хлориди (Cl ⁻)	0,5	17,9	0,5	17,9
Сульфати (SO ₄ ²⁻)	1,7	81,7	4,2	201,8
Гідрокарбонати (HCO ₃ ⁻)	0,25	0,5	0,6	36,6
Нітрати (NO ₃ ⁻)		19,0		14,7
Нітрити (NO ₂ ⁻)		<0,02		<0,02
Аммоній (NH ₄ ⁺)		<0,10		0,14
Натрій + калій (Na ⁺ +K ⁺)	0,8	18,4	4,1	94,3
Кальцій (Ca ²⁺)	1,2	24,0	0,9	18,0
Магній (Mg ²⁺)	0,7	8,5	0,3	3,6
Загальна жорсткість	1,9		1,2	
Загальне залізо (Fe ²⁺³⁺)		<0,05		<0,05
Водневий показник (ед.рН)	6,51		6,08	
Лужність	0,25		0,6	
Марганець	0,06		0,06	
Фосфати	0,07		0,28	

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА

Запорізька атомна електростанція (ЗАЕС) — атомна електростанція, розташована в степовій зоні на березі Каховського водосховища в Запорізькій області України поруч із містом Енергодар. Це найбільша в Європі й шоста у світі атомна електростанція. Вона складається з шести атомних енергоблоків по 1 млн кВт кожний.



Рис. 2.1 Вид на Запорізьку АЕС.

Реактор ВВЕР-1000 - водо-водяний енергетичний реактор корпусного типу, з водою під тиском. Термін "водо-водяний" означає, що сповільнювачем нейтронів и теплоносієм, що відводить тепло, яке виділяється в реакторі, слугує обезсолена борованова вода.

У корпусі реактора (3) знаходиться активна зона (5), розташовані конструктивні елементи для організації потоку теплоносія та органи управління реактивністю (1). В якості палива використовується низькозбагачений двоокис урану.

Трубопроводи циркуляційних петель приєднані до вхідних і вихідних патрубків корпусу реактора (3). Через нижні вхідні патрубки вода надходить всередину корпусу реактора, потім проходить знизу вгору через активну зону, відводячи тепло від тепловиділяючих елементів (ТВЕЛів), і через верхні вихідні патрубки подається в парогенератори (4). Температура води на вході в реактор 288°C , на виході 320°C , тиск води в першому контурі - 160 кгс / см^2 . Витрата води через активну зону створюється головними циркуляційними насосами [2]

і становить $80\,000 \text{ м}^3 / \text{год}$, об'єм води першого контуру - 360 м^3 . Основний конструктивний матеріал першого контуру - нержавіюча сталь.

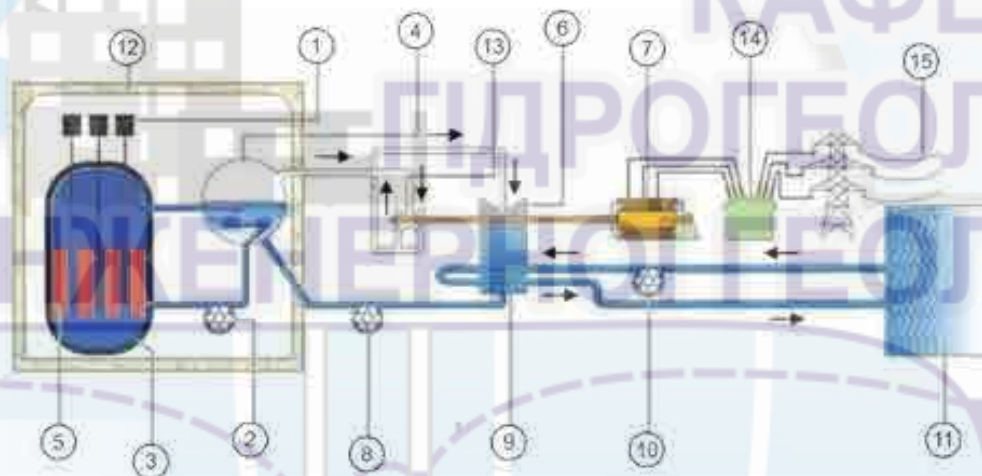


Рис. 2.2 Схема охолодження реактора ВВЕР-1000

Режим роботи охолоджувачів системи технічного водопостачання турбінного обладнання характеризується водогосподарчим балансом. У табл. 2.1 наведений водогосподарчий баланс системи за 2006 р. [2]

Таблиця 2.1

Водний баланс водойми-охолоджувача в 2006 р. [2]

	Вид втрат і надходження води	млн, м ³
Витратна частина	Продувка в Каховське водосховище	247,718
	Випар, віднесення вітром і відбір на допоміжні потреби	107,829
	Втрати води на фільтрацію через дамбу	3,295
	УСЬОГО	358,842
Добавочна частина	Підпитка зі скидного каналу За ТЕС	331,246
	Атмосферні опади	3,444
	Промислові і зливові стоки *	14,82
	БН	0,116
	БРК ХВО	0,140
	Очищені стоки після ООС	7,519
	Очищені стоки після ОСЗЗС	0,463
	Продувні води СТВВС	1,093
	УСЬОГО	358,842

Водообмін у водоймі-охолоджувачі забезпечується за рахунок існуючої споруди продувки, розташованої в греблі ВО в районі максимального охолодження циркуляційної води. Пропускна здатність споруди продувки – 20 м³/с [2].

3 ОЦІНКА ВПЛИВУ ДЖЕРЕЛ ДОДАТКОВОГО ЖИВЛЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД

3.1 Шляхи штучного поповнення підземних вод

Як джерело штучного поповнення запасів підземних вод можуть бути використані поверхневі води річок, водосховищ, озер, каналів, а в окремих випадках також шахтні та дренажні води і деякі інші види незабруднених стічних вод. Джерелом поповнення водоносного горизонту може слугувати також другий водоносний горизонт.

На одному і тому ж об'єкті залежно від пори року для поповнення може використовуватись постійний і тимчасовий поверхневий стік.

ІППВ – комплекс інженерних заходів для переведення поверхневого (підземного) стоку у підземні горизонти з його очищенням і подальшим використанням.

Найсприятливіші умови для ІППВ спостерігаються в районах з теплим та помірним кліматом, при використанні озер та річок як джерел поповнення, які мають достатній стік впродовж року і потрібну якість води, при експлуатації безнапірного водоносного горизонту, складеного добре проникними породами (якщо виключена можливість його забруднення), при малих потужностях покритих слабкопроникних відкладів та відсутності в водоносному горизонті витриманих прошарків слабкопроникних ґрунтів.

Штучне поповнення підземних вод може використовуватись як при поповненні природних ґрунтових потоків та геологічних структур (ПВ), так і при штучних інженерних заходах.

Принципові схеми ІППВ визначаються головним чином природними умовами, а також особливостями експлуатації водоносних горизонтів.

Виділяються два типи систем ІППВ:

Безнапірні відкриті системи. Поповнення верхнього безнапірного водоно-

сного горизонту шляхом подачі сирі води у відкриті інфільтраційні споруди через штучні або природні фільтри;

Напірні закриті системи. Поповнення водоносних горизонтів, ізольованих від поверхні практично водонепроникними ґрунтами значної потужності або водоносними відкладами, які містять безнапірні підземні води і відокремлені від основного експлуатованого шару слабопроникним шаром. Поповнення запасів в цій схемі здійснюється закритими інфільтраційними спорудами (свердловини, шахтні колодязі, галереї, променеві водозабори).

Проміжним між двома попередніми є комбінований метод. Він застосовується у разі наявності відкритої фільтрувальної поверхні, відокремленої від основного водоносного горизонту шаром водонепроникних порід (глини, важкі сульфінки). [3]

3.2 Методика розрахунку надходження води з каналу

Канали призначені для транспортування води від місця водозабору до місця подачі. Втрати води із каналів спричиняють додаткове живлення ґрунтових вод і підйом рівня підземних вод. Вплив фільтрації води із каналів на ґрунтові води прилеглих територій залежить від величини заглиблення каналу в водопроникний пласт, коефіцієнту фільтрації водоносної товщі, ступеня замулення ложа каналу, висоти шару води і швидкості її течії в каналі, тривалості роботи каналу та інших причин.

Втрати води з каналів сягають значних розмірів і можуть дорівнювати 60 – 70 % від загальної кількості води.

Процес підйому рівня ґрунтових вод на прилеглий до каналу території розвивається в три стадії.

Перша – вільна фільтрація або просочування (рис. 1), коли вода рухається вниз через дно та стінки каналу від впливом гравітаційних сил і сил взаємодії трьох середовищ «вода-порода-повітря». Ця стадія продовжується доки вода, яка рухається з каналу, не досягне верхньої межі капілярної кайми.

Фільтраційні втрати з каналу визначаються за формулою:

$$Q_{\phi} = k_{\phi} \left(1 + 0.5 \frac{H_k}{B}\right) (B + 2h_0) \quad (3.1)$$

де k_{ϕ} – коефіцієнт вологопереносу, що характеризує швидкість руху води в породах зони аерації, м/доб; t – час роботи каналу, доб; h_0 – глибина заповнення каналу, м; B – ширина каналу на урізі води, м; H_k – висота зони капілярної кайми, м; b – параметр насичення, що дорівнює:

$$b \approx 6 \sqrt{\frac{\theta_e H_k + 1.4 h_0}{k_{\phi}}} \quad (3.2)$$

Коефіцієнт вологопереносу визначається за формулою С.Ф.Авер'янова:

$$k_{\phi} = k \left(\frac{\theta_e - \theta_{max}}{\theta_n - \theta_{mm}}\right)^n \quad (3.3)$$

де $\theta_e, \theta_{max}, \theta_n$ – вологемісткість порід у природному стані, максимальна молекулярна і повна, k – коефіцієнт фільтрації при повному водонасиченні n – емпіричний коефіцієнт (дорівнює 3,5)

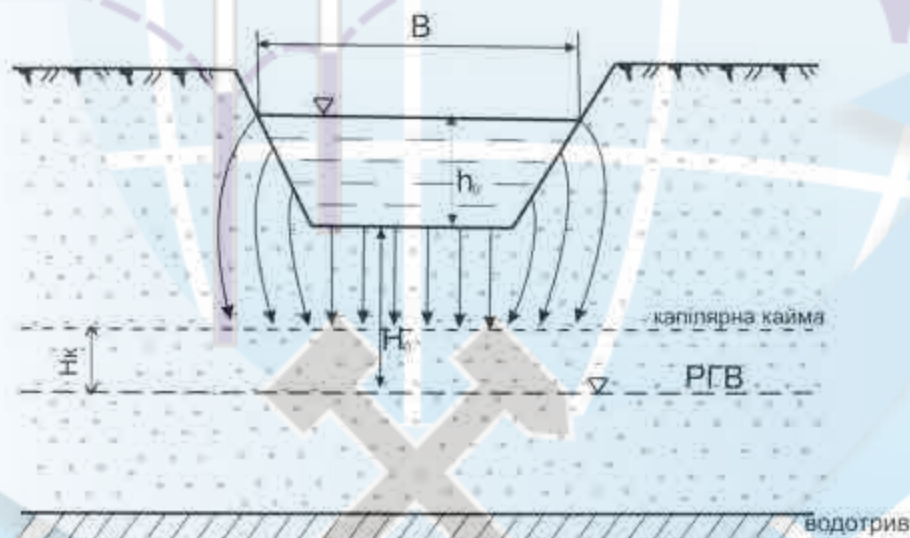


Рис. 3.1. Перша стадія фільтрації води з каналу

Тривалість стадії насичення визначається за формулою:

$$t_1 = \frac{\mu}{k_{\phi}} (H_0 - H_k) \quad (3.4)$$

де H_0 – потужність зони аерації під каналом, м; μ – коефіцієнт водовіддачі, часток одиниці.

Друга стадія (рис.3.2) починається з моменту зімкнення фільтраційного потоку з капілярною каймою. З цього моменту починає діяти «капілярний скид» - ефект Лебедева. Дві кайми знизу і зверху з'єднуються і зайву воду, яку не може утримати ґрунт скидають на рівень ґрунтових вод (формується «бугор» ґрунтових вод). Друга стадія продовжується, доки не зникне зона неповного водонасичення між рівнем ґрунтових вод і поверхнею води в каналі.

Висота «бугра» ґрунтових вод $[H_0]$:

$$[H_0] = \frac{\sqrt{\pi}}{2} \frac{bQ_\phi}{\sqrt{kh_{cp}\mu}}, h_{cp} \frac{h_{min}+h_{max}}{2} \quad (3.5)$$

де h_{cp} – середня потужність ґрунтового потоку під каналом h_{min} – потужність водоносного горизонту до наповнення каналу, м; h_{max} – максимальна потужність водонасиченої частини, м; μ – коефіцієнт нестачі водонасичення, часток одиниці.

Зміни рівня ґрунтових вод Δh під каналом визначаються за формулою:

$$\Delta h = \frac{Q_\phi}{\sqrt{\pi h_{cp}\mu}} \sqrt{t + [H_0]} \quad (3.6)$$

Сумарні фільтраційні витрати води з каналу у першу і другу стадії фільтрації дорівнюють:

$$v_{1-2} = Q_\phi \left(1 + \frac{2b}{\sqrt{t_1+t_2}} \right) (t_1 + t_2) \quad (3.7)$$

де t_2 – тривалість другої стадії фільтрації визначається як:

$$t_2 = \frac{\pi^2}{4} b^2 \left[\frac{H_0}{[H_0]} - 1 \right]^2 \quad (3.8)$$

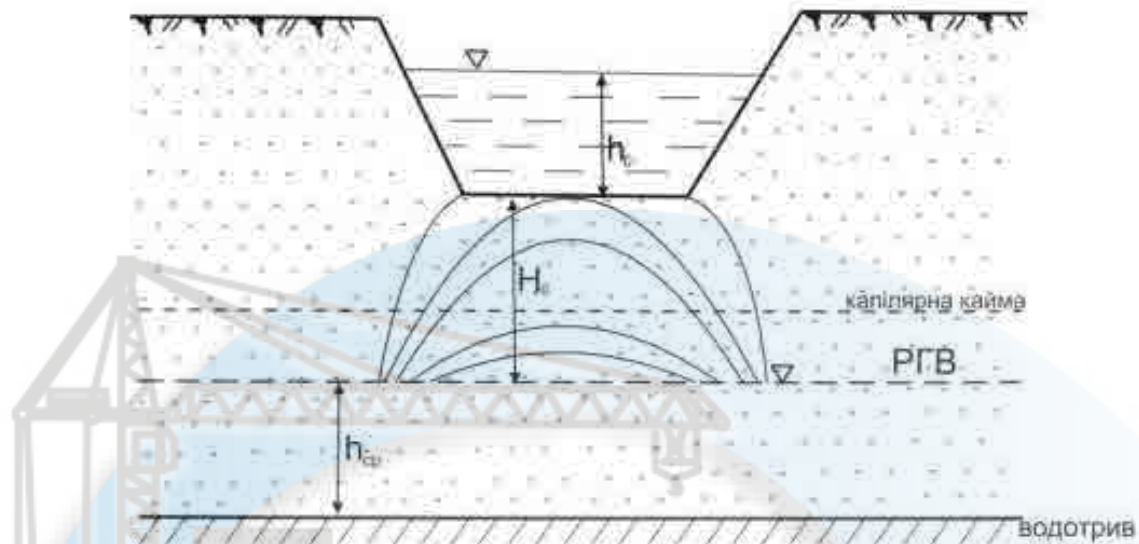


Рис. 3.2. Друга стадія фільтрації води з каналу

З моменту зникнення зони неповного водонасичення між рівнем ґрунтових вод і поверхнею води в каналі починається третя стадія – розтікання іригаційного «бугра» (рис. 3.3). Вона характеризується підвищенням рівня ґрунтових вод на прилеглих територіях.

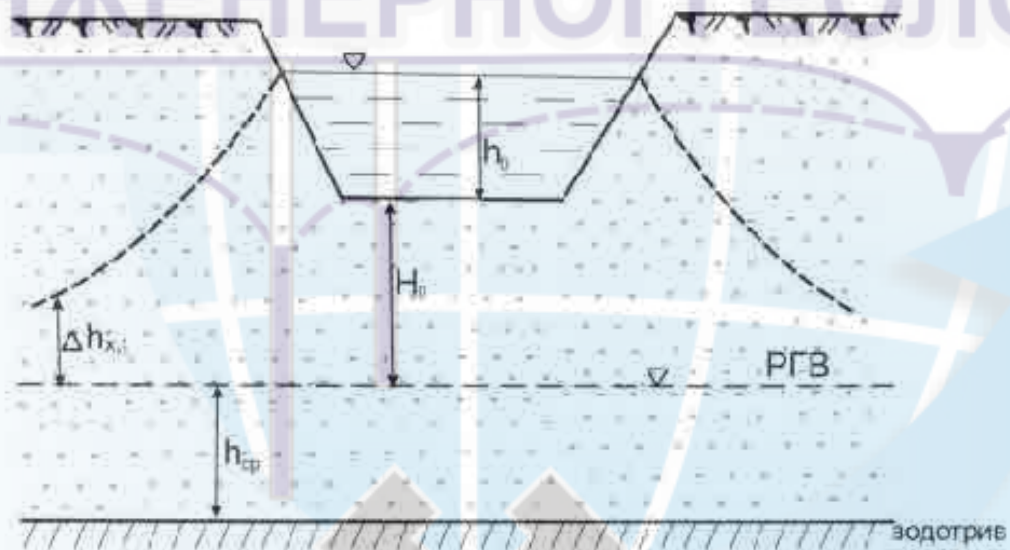


Рис. 3.3. Третя стадія фільтрації води з каналу

Витрата води з каналу для обмеженого потоку довжиною L розраховують за формулою

$$Q_d = \frac{k h_{cp} (H_0 + h_0)}{L + \frac{(H_0 - B)}{2}} \quad (3.9)$$

Для необмежених ґрунтових потоків із середнім градієнтом I_0 витрата води з каналу дорівнює:

$$Q_d = kI_0(H_0 + h_{cp}) \quad (3.10)$$

Сумарні фільтраційні втрати з каналу визначаються як:

$$v_3 = 4kh_{cp} \frac{H_0 + h_0}{\sqrt{\pi a}} (\sqrt{t_2 + t_3} - \sqrt{t_2}) \quad (3.11)$$

де a – коефіцієнт рівнепровідності, $a = kh_{cp}/\mu$, м²/доб.

Для встановлення існування стадії фільтрації використовують співвідношення глибини залягання рівня ґрунтових вод H_0 , висоти іригаційного «бугра» $[H_0]$ фільтраційної витрати Q_ϕ і Q_d (табл. 3.1).

Таблиця 3.1
Критерії існування різних стадій фільтрації під каналом

Критерії	$Q_\phi > Q_d$	$Q_\phi < Q_d$
$H_0 > [H_0]$	попередньо існують усі три стадії	існують тільки перша і друга стадії
$H_0 \leq [H_0]$	відразу настає третя стадія	–
$H_0 \gg [H_0]$	існує тільки перша стадія	–

Зниження втрат води з каналів та іригаційних систем є обов'язковим інженерно-меліоративним заходом підвищення ефективності іригаційного використання водних ресурсів і регулювання режиму ґрунтових вод. Способи запобігання втратам води на фільтрацію з іригаційних систем і заходи боротьби з цими втратами поділяють на дві групи: конструкційні та експлуатаційні.

До перших належать:

- проектування профілю каналів, що забезпечують найменшу кількість втрат води;
- застосування закритих систем, краплинного зрошування, обладнання лоткової мережі, застосування покриттів з бетону, асфальту, бітуму, рідкого скла, солей натрію, глини, поліетиленових плівок.

Основними експлуатаційними заходами запобігання втратам води з каналів

є:

- планове водокористування,
- своєчасний ремонт і очистка каналів від заростання,
- розпушування потрісканих поверхонь каналів перед наповненням,
- оптимізація довжини внутрішньогосподарської мережі,
- недопущення форсованих витрат і скидів.

Найбільші втрати води спостерігаються в земляних виїмкових руслах на початковому періоді експлуатації каналів. Потім, внаслідок кольматації та ущільнення ложа при замочуванні, втрати знижуються [4].

3.3. Розрахунок втрат води з каналу

На ділянці дослідження умови додаткового живлення водоносного горизонту можна схематизувати наступним чином. Магістральний канал довжиною $L = 15$ км закладений в середньозернистих пісках алювіального водоносного горизонту з коефіцієнтом фільтрації $k = 6,5$ м/добу. Середня потужність ґрунтових вод під каналом становить $h_{\text{ср}} = 9$ м, глибина до рівня вод $H_0 = 18,3$ м, ширина каналу на урізі $B = 8$ м, середня глибина каналу $h_0 = 1,4$ м. Природний ухил потоку ґрунтових вод становить $I_0 = 0,01$. Водно-фізичні властивості порід зони аерації на ділянці дослідження можна звести до наступних: висота капілярного підняття $H_k = 0,3$ м, повна вологосміність $\theta_n = 0,4$; максимальна молекулярна вологосміність $\theta_{\text{mm}} = 0,2$; початкова вологість порід $\theta_e = 0,41$.

Задачі, поставлені у виконанні даних розрахунків можна окреслити наступним чином: 1. Визначення періодів існування різних стадій фільтрації води з каналу. 2. Розрахунок фільтраційних втрат на першій і другій стадіях у разі їх існування. 3. Оцінка сумарних фільтраційних втрат із каналу через певні періоди часу (10000 діб) після початку третьої стадії фільтрації. 4. Визначення величини підйому рівня ґрунтових вод на відстані ($x = 500$ м; 250 м; 100 м; 50 м; 10 м) від

каналу в різні часові інтервали після початку третьої стадії фільтрації.

Для визначення стадій фільтрації необхідно знайти значення Q_ϕ , Q_d і $[H_0]$ за формулами. Попередньо визначаємо значення μ , b і k_ϕ :

$$\mu = \theta_n - \theta_{mm} = 0,4 - 0,2 = 0,2 \quad (3.12)$$

$$k_\phi = 6,5 \left(\frac{0,41 - 0,2}{0,4 - 0,2} \right)^{3,5} = 7,12 \text{ м/добу}; \quad (3.13)$$

$$b = 0,6 \sqrt{\frac{0,41 \cdot 0,3 + 1,4 \cdot 1,4}{7,12}} = 0,37 \text{ добу}^{1/2} \quad (3.14)$$

$$Q_\phi = 7,12 \left(1 + 0,5 \frac{0,3}{8} \right) (8 + 2 \cdot 1,4) = 78,3 \text{ м}^3/\text{добу} \quad (3.15)$$

$$[H_0] = \frac{\sqrt{3,14} \cdot 0,37 \cdot 78,3}{2 \cdot \sqrt{6,5 \cdot 7 \cdot 0,2}} = 8,5 \text{ м}, \quad (3.16)$$

$$Q_d = 6,5 \cdot 0,01(10 + 7) = 1,1 \text{ м}^3/\text{доб} \quad (3.17)$$

Із співвідношення критеріїв, коли $H_0 > [H_0]$ і стадії фільтрації $Q_\phi > Q_d$ існують усі три.

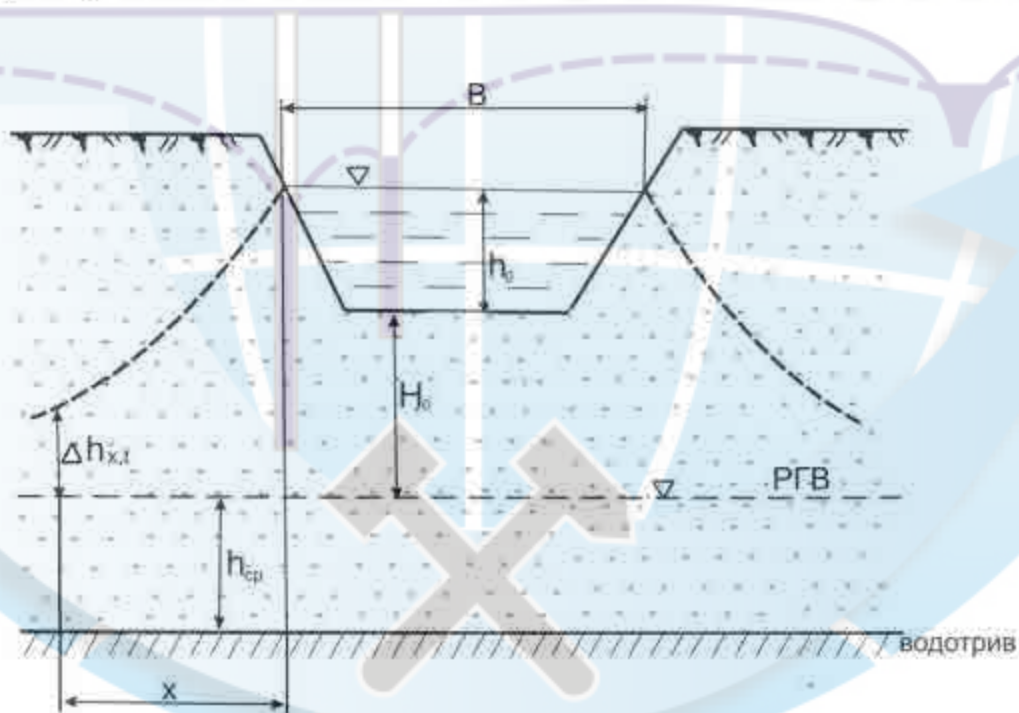


Рис. 3.4. Схема до розрахунку фільтрації води з каналу

Для того, щоб встановити фільтраційні втрати на першій і другій стадії необхідно визначити тривалість цих стадій t_1 і t_2 :

$$t_1 = \frac{0,2}{7,12} (10 - 0,3) = 0,27 \text{ діб} \quad (3.18)$$

$$t_2 = \frac{3,14^2}{4} 0,37^2 \left[\frac{10}{[7,5]} - 1 \right]^2 = 0,03 \text{ діб}, \quad (3.19)$$

Фільтраційні втрати на 1 м довжини каналу за час $t_1+t_2 = 1,05$ діб складають:

$$v_{1-2} = 78,3 \left(1 + \frac{2 \cdot 0,37}{\sqrt{0,27+0,03}} \right) (0,27 + 0,03) = 39 \text{ м}^3 \quad (3.20)$$

Фільтраційні втрати за довжиною каналу

$$V_{\text{сум}1-2} = 156 \cdot 2 \cdot 10^4 = 0,78 \cdot 10^5 \text{ м}^3. \quad (3.21)$$

Фільтраційні втрати через 125 діб після початку третьої стадії фільтрації на 1 м довжини каналу:

$$v_3 = 4 \cdot 6,5 \cdot 7 \frac{10+1,4}{\sqrt{3,14 \cdot 227,5}} \left(\sqrt{0,03 + 125,03} - \sqrt{0,03} \right) = 854 \text{ м}^3 \quad (3.22)$$

Сумарні фільтраційні втрати за довжиною каналу дорівнюють:

$$V_{\text{сум}3} = 854 \cdot 2 \cdot 10^4 = 1,7 \cdot 10^7 \text{ м}^3. \quad (3.23)$$

Підйом рівня ґрунтових вод на третій стадії фільтрації визначається за формулою

$$\Delta h_{x,r} = \Delta h^0 \cdot \text{erfc}(\lambda); \quad (3.24)$$

$$\text{де } \lambda = \frac{x}{2\sqrt{a \cdot t}} = \frac{100}{2\sqrt{292,5 \cdot 10000}} = 0,29 \quad (3.25)$$

у даному випадку

$$\Delta h^0 = H_0 + h_0 = 10 + 1,4 = 11,4 \text{ м}; \quad (3.26)$$

$$\Delta h_{10000,125} = 11,4 \cdot \text{erfc}(0,2) = 11,4 \cdot 0,682 = 7,7 \text{ м}. \quad (3.27)$$

Розрахунок величини підйому рівня ґрунтових вод на відстані $x = 500$ м; 250 м; 100 м; 50 м; 10 м від каналу представлений у вигляді графіку (рис. 3.5)

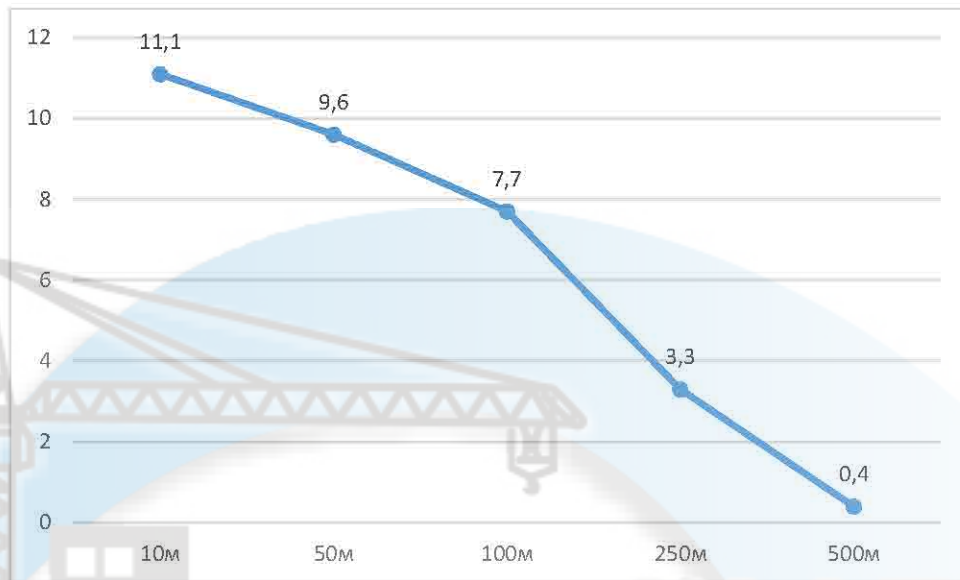


Рис. 3.5. Підйом рівня ґрунтових вод на прилеглий до каналу територію

За результатами розрахунків, ми можемо бачити, що присутні усі 3 стадії фільтрації води з каналу. Розраховали фільтраційні втрати на першій і другій стадіях, яка дорівнює $0,78 \cdot 10^7 \text{ м}^3$. Оцінили сумарну фільтраційну втрату із каналу через певні періоди часу (30 діб) після початку третьої стадії фільтрації, яка дорівнює $5,5 \cdot 10^5 \text{ м}^3$ на 1 км довжини. Визначили величини підйому рівня ґрунтових вод на відстані ($x = 500 \text{ м}; 250 \text{ м}; 100 \text{ м}; 50 \text{ м}; 10 \text{ м}$) від каналу в різні часові інтервали після початку третьої стадії фільтрації, результати розрахунків наведені на рис. 3.5.

4 ОЦІНКА ЗБЕРЕЖЕННЯ РЕСУРСУ ТЕХНІЧНОЇ ВОДИ З ВИКОРИСТАННЯМ ПІДЗЕМНИХ ВОД

4.1 Методика розрахунку взаємодіючих свердловин за схемою «пласт-смуга»

З огляду на те, що ділянка досліджень знаходиться в умовах взаємодії водоносного горизонту з поверхневими водами Каховського водосховища, та постійного впливу штучних водойм, зокрема Іванівського магістрального каналу, доцільно для розрахунку водозабірних споруд використовувати схему «пласт-смуги».

Для визначення загального водопритоку на розрахунковий момент часу Q_t можна використовувати формулу "великого колодязя", яка для випадку обмеженого з двох сторін водоносного пласта ("пласт-смуга") має вигляд:

$$Q_t = \frac{2\pi T S_0}{\ln \frac{R}{r_0}} \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (4.1)$$

де T – водопровідність пласта, $\text{м}^2/\text{добу}$; S_0 - зниження рівня відносно його природного положення на контурі водозабору, м; R – приведений радіус області фільтрації, м; r_0 – приведений радіус свердловини, м.

Для умов водоносного пласта, обмеженого з двох сторін паралельними границями з постійним напором (рис. 4.1), приведений радіус області фільтрації R визначається за формулою:

$$R = \frac{2L_0}{\pi} \sin \frac{\pi L}{L_0} \quad (4.2)$$

де L_0 – відстань між паралельними границями з постійним напором, м; L – відстань від центру водозабору до ближчої границі з постійним напором, м.

Для наведених умов розрахункові величини, які входять до формул (4.1) (4.2), можуть бути оцінені за даними вивчення інженерно-геологічних та гідрогеологічних умов.

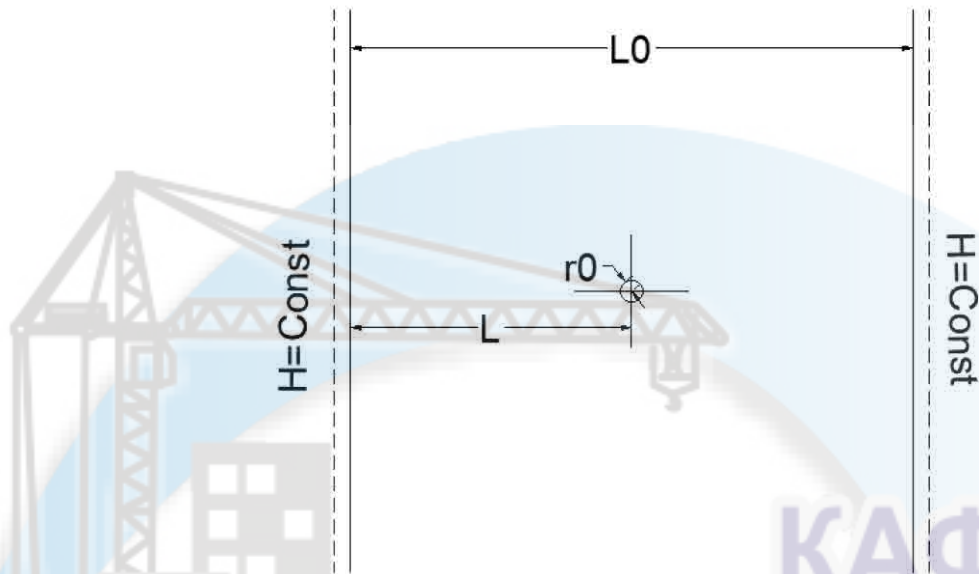


Рис. 4.1. Схема до розрахунку водопритоку до свердловини, розташованої між паралельними границями з постійним напором $H=Const$

Для оцінки впливу роботи проектного водозабору використана схема розрахунку знижень рівня води у безнапірному горизонті, обмеженому паралельними границями з постійним напором ("пласт-смуга"):

$$S_0 = h_e - \sqrt{h_e^2 - \frac{0,366Q}{k} 1g \frac{R_n}{r_0^2}}, \quad (4.3)$$

та

$$S = h_e - \sqrt{h_e^2 - \frac{0,366Q}{k} 1g \frac{R_n}{r^2}}. \quad (4.4)$$

В формулах (3.3) и (3.4): S_0 – зниження рівня води в свердловині, м; S – зниження рівня води в розрахунковій точці пласта, м; Q – постійний заданий дебіт свердловини, м³/доб; k – коефіцієнт фільтрації, м/доб; h_e – потужність пласта, м; r_0 – радіус свердловини, м; r – відстань від свердловини до точки в пласті,

в якій визначається S , м; $R_n = \frac{2L_0}{\pi} \sin \frac{\pi L}{L_0}$ – приведений радіус впливу, м.

$H=Const$ $H=Const$

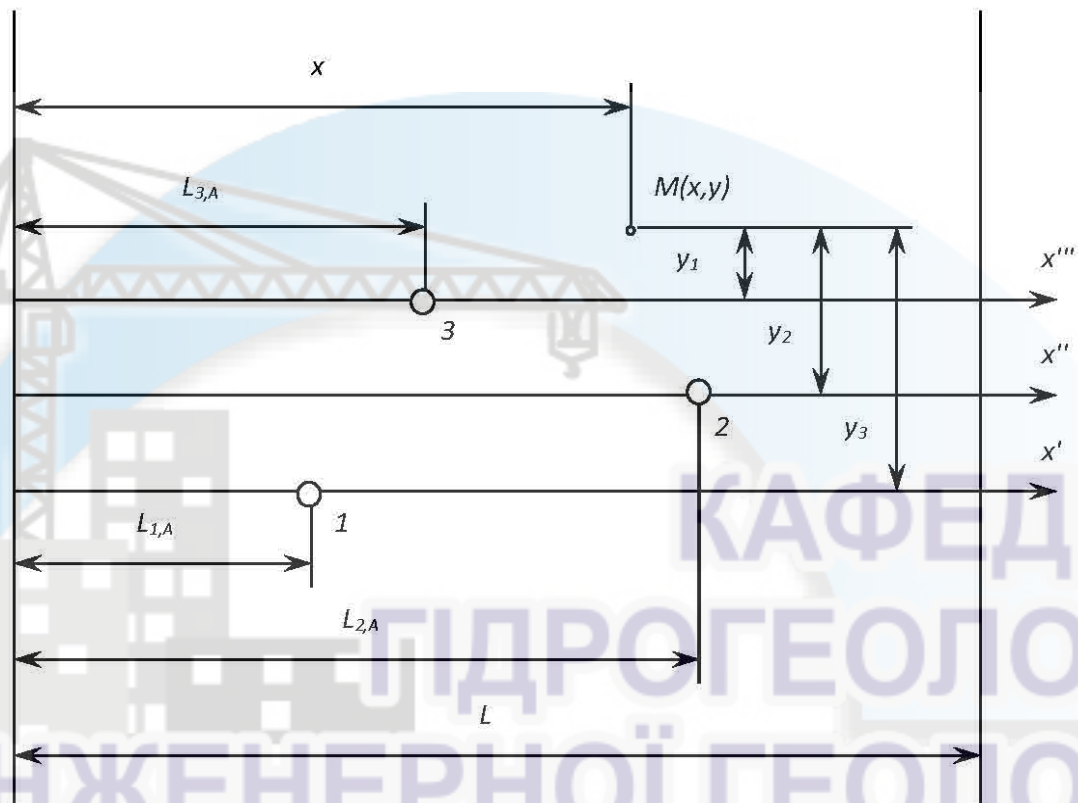


Рис. 4.2. Схема до розрахунку взаємодіючих свердловин у водоносному пласті, обмеженому двома паралельними границями з постійним напором ("пласт-смуга")

В умовах систем взаємодіючих свердловин величина зниження рівня води в деякій точці безнапірного водоносного пласта S_M , обмеженого границями $H = Const$ ("пласт-смуга"), розраховується за формулою (рис. 4.2):

$$S_M = h_e - \sqrt{h_e^2 - \frac{1}{2\pi k} \sum_{i=1}^n Q_i \ln \frac{ch \frac{\pi y_i}{L} - \cos \frac{\pi(x + L_{i,A})}{L}}{ch \frac{\pi y_i}{L} - \cos \frac{\pi(x - L_{i,A})}{L}}}, \quad (4.3)$$

де h_e – потужність ґрунтового водоносного горизонту, м; k – коефіцієнт фільт-

рації, м/доб; Q_i – дебіт i -ої свердловини, м³/доб; y_i – відстань від i -ої свердловини до точки M по осі Y , м; x – відстань від точки M до однієї з границь по осі X , м; $L_{i,A}$ – відстань від i -ої свердловини до тієї ж границі по осі X , м; L – відстань між границями з постійним напором, м; n – число взаємодіючих свердловин.

Для групи взаємодіючих свердловин складається система лінійних рівнянь, яка вирішується відносно понижень у свердловинах і розрахункових точках. Алгоритм рішення задачі щодо понижень у взаємодіючих свердловинах реалізований в комп'ютерній програмі "Gidrik", яка використана для розрахунку пониження у спостережних та експлуатаційних свердловинах.

4.2 Оцінка впливу роботи водозабору на гідродинамічний режим прилеглих територій

Розрахунок водопритоку до водозабірних свердловин виконаний за умови забезпечення підприємства додатковим об'ємом технічної води в розмірі 240 м³/год, потужності водоносного горизонту, що становить $S_0 = 30$ м. Схема розташування дійсних та фіктивних спостережних та експлуатаційних свердловин на ділянці досліджень наведена на рис. 4.3-4.4.

Оцінка роботи водопониження в межах водозабору в умовах безнапірного водоносного пласта, обмеженого двома паралельними границями з постійним напором ($H = const$), виконана у відповідності до параметрів водоносного горизонту, його фільтраційних властивостей і конфігурації розрахункового взаємовпливу.

Значення розрахункових параметрів для наведеної схеми взаємодії встановлені рівними: приведений радіус свердловини $r_0 = 0,1$ м; потужність водоносного горизонту $m = 30,0$ м; коефіцієнт фільтрації $k = 13,0$ м/доб; водовідбір загальний з водозабору – 960 м³/доб.

Оцінка рівневого режиму в межах впливу проектованого водозабору виконана за умови постійного водовідбору при продуктивності насосного обладнання 40 м³/год в кожній свердловині. Розрахована, виходячи з обсягу підземних вод, що відкачуються, середньодобова величина загального водовідбору склала 960 м³/добу. Так, на ділянці середня потужність четвертинного водоносного горизонту, складеного в нижній частині дрібно і середньозернистими пісками, в верхній – глинистими пісками, суглинками і глинами, становить близько 30 м. Для виконаних розрахунків в роботі прийнято середнє значення коефіцієнту водопровідності $T=3,9 \cdot 10^3$ м²/добу.

Розрахунки виконувалися на термін роботи водозабору 100, 365 діб, для двох варіантів розташування водозабірних споруд.

Схеми розташування експлуатаційних та спостережних свердловин для обох варіантів розрахунку наведено на рис. 4.4 та 4.5.

Параметри розрахунків та результати наведені в табл. 4.1. Розрахунки, виконані за допомогою комп'ютерної програми "Gidrik" (див. текстовий додаток 1). Результати показали, що потреби підприємства 240 м³/год забезпечується без виснаження водоносного горизонту з виходом у стаціонарний режим у перші місяці роботи водозаборів. Зниження у експлуатаційних свердловинах при 1-му варіанті в межах від мін. зниження 6,918 м а максимальне 8,902 м так само і в другому варіанті, мінімальне 6,656 м максимальне 8,480 м.

За даними спостережних свердловин, які знаходяться на відстані від експлуатаційних до спостережних свердловин від 500 м до 2 км, зниження у спостережних свердловинах становить від 1,180 м до 3,184 м.

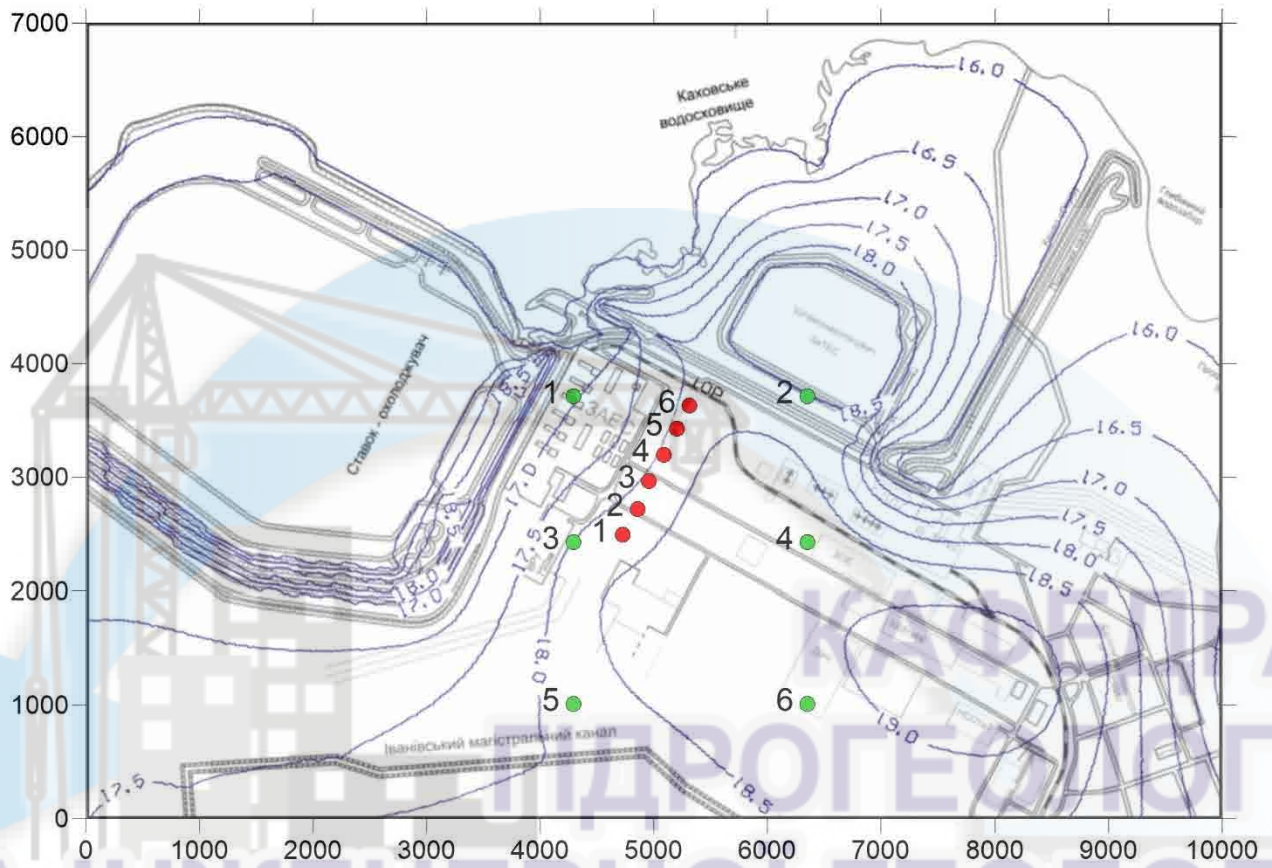


Рис. 4.3. Розташування свердловин 1-го варіанту

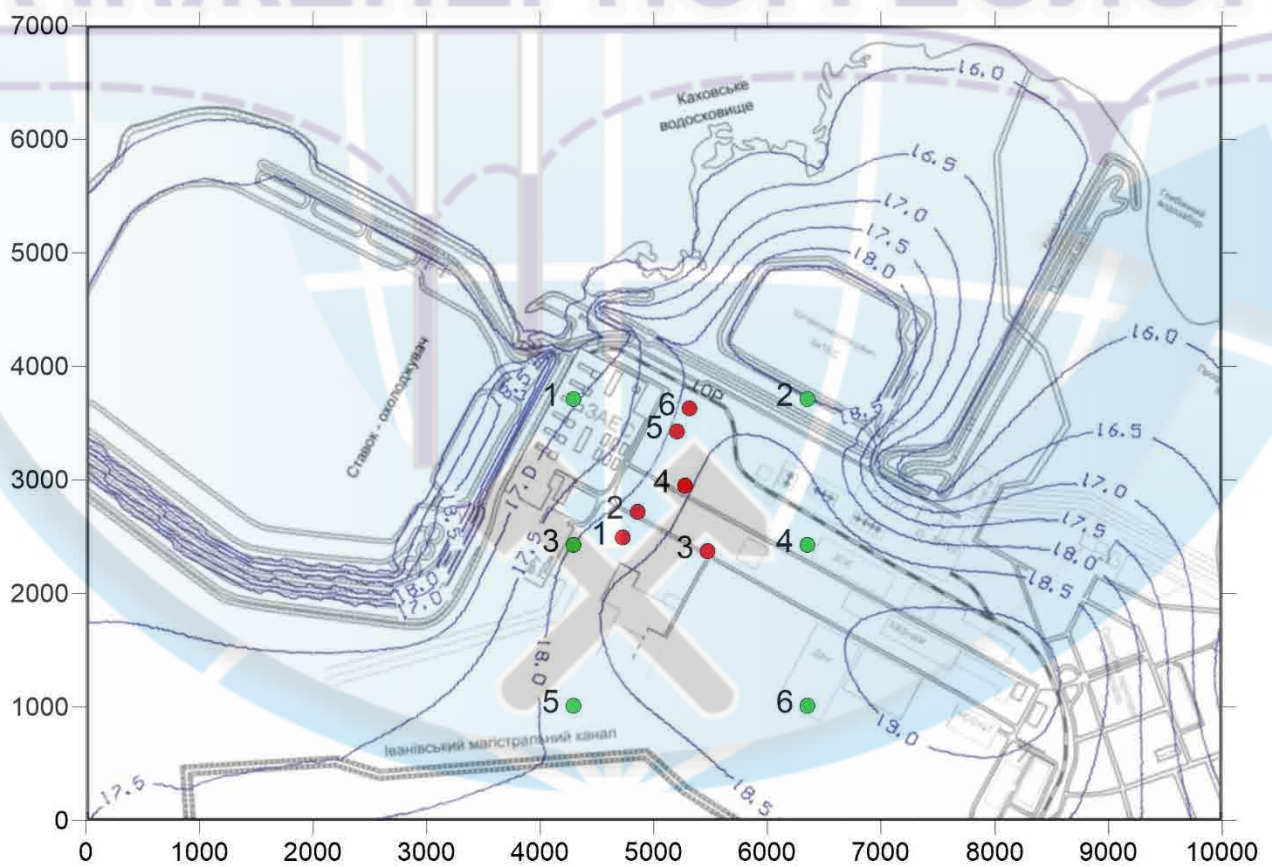


Рис. 4.4. Розташування свердловин 2-го варіанту

Виходячи з цих даних, ми можемо бачити, що зниження експлуатаційних свердловинах 1-го варіанту може зіпсувати водяні насоси для відкачки, тому було прийнято рішення зробити 2-й варіант, у якому перенесли свердловини 3 та 4 на відстань від лінійного ряду, тим самим зменшили зниження в свердловинах для забезпечення стабільної роботи обладнання.



Рис. 4.5 Схема розташування спостережних та експлуатаційних свердловин на ділянці досліджень, синій колір – перший варіант (лінійний ряд); жовтий колір – другий варіант (перенесення свердловин 3 та 4 на відстань)

Параметри розрахунків водозабору

Варіант розташування свердловин	Розрахунковий період, t , доба	Водопровідність, T , м ² /доб	Сумарний дебіт, м ³ /добу	радіус свердловин, r_0 , м	Відстань між границями, L_0 , м
I	100	390	960	0,1	4600,0
	365	390	960	0,1	4600,0
II	100	390	960	0,1	4600,0
	365	390	960	0,1	4600,0

Результати виконаних розрахунків при різному відносному положенні контурів водовідбору і живлення в межах "пласта-смуги" наведені в текстовому додатку 1.

Результати розрахунків наведені у додатку 1

На рисунках 4.6...4.9 представлені прогнозні положення рівнів ґрунтових вод четвертинного водоносного горизонту для різних варіантів розрахунку.

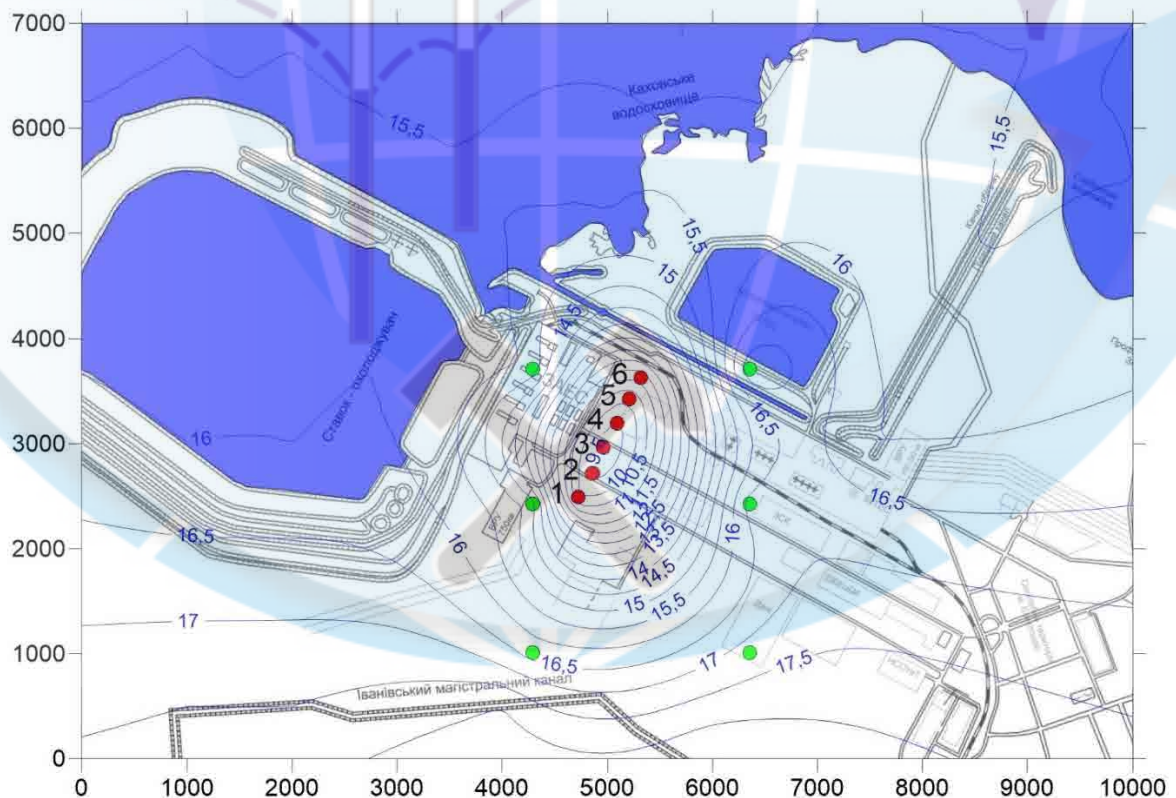


Рис. 4.6: Розрахунок свердловин 1-го варіанту на 100 діб

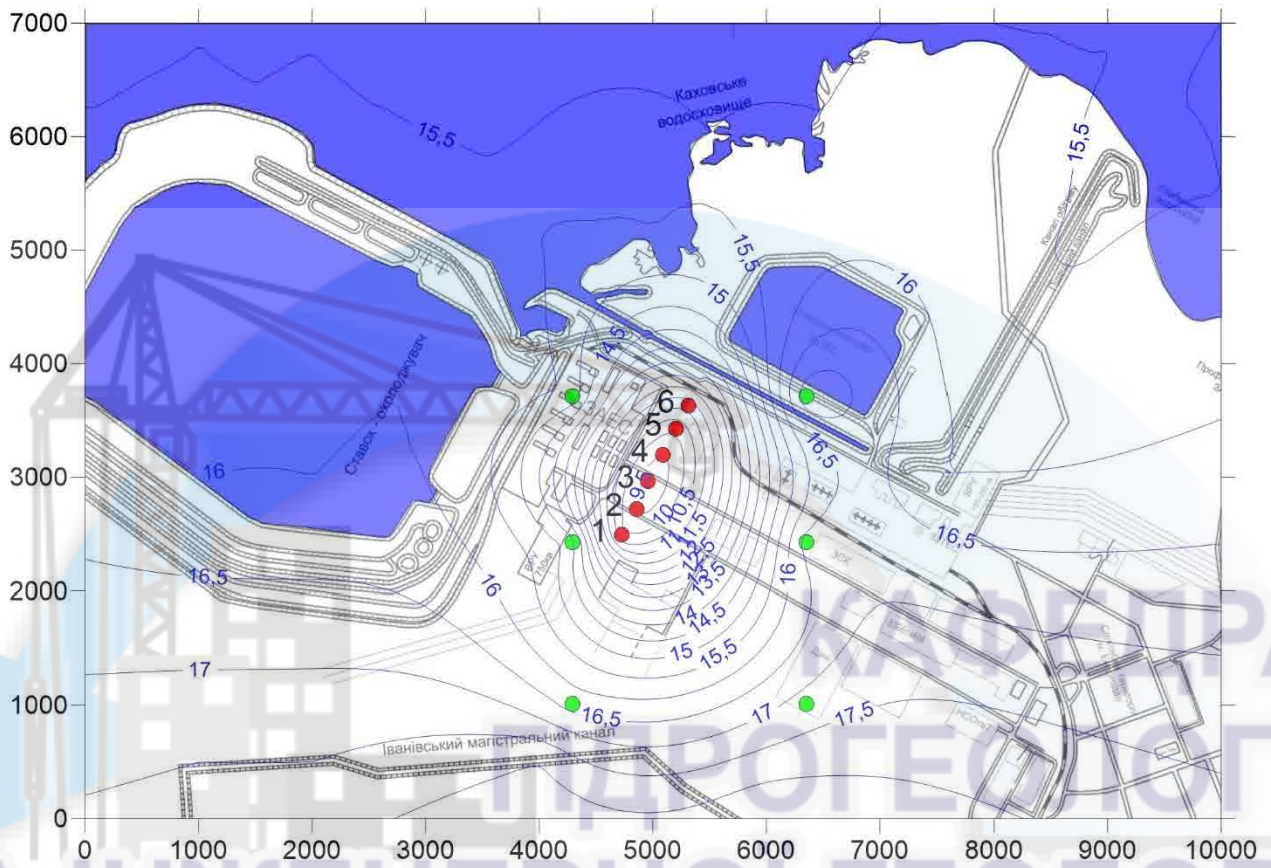


Рис. 4.7: Розрахунок свердловин 1-го варіанту на 365 діб

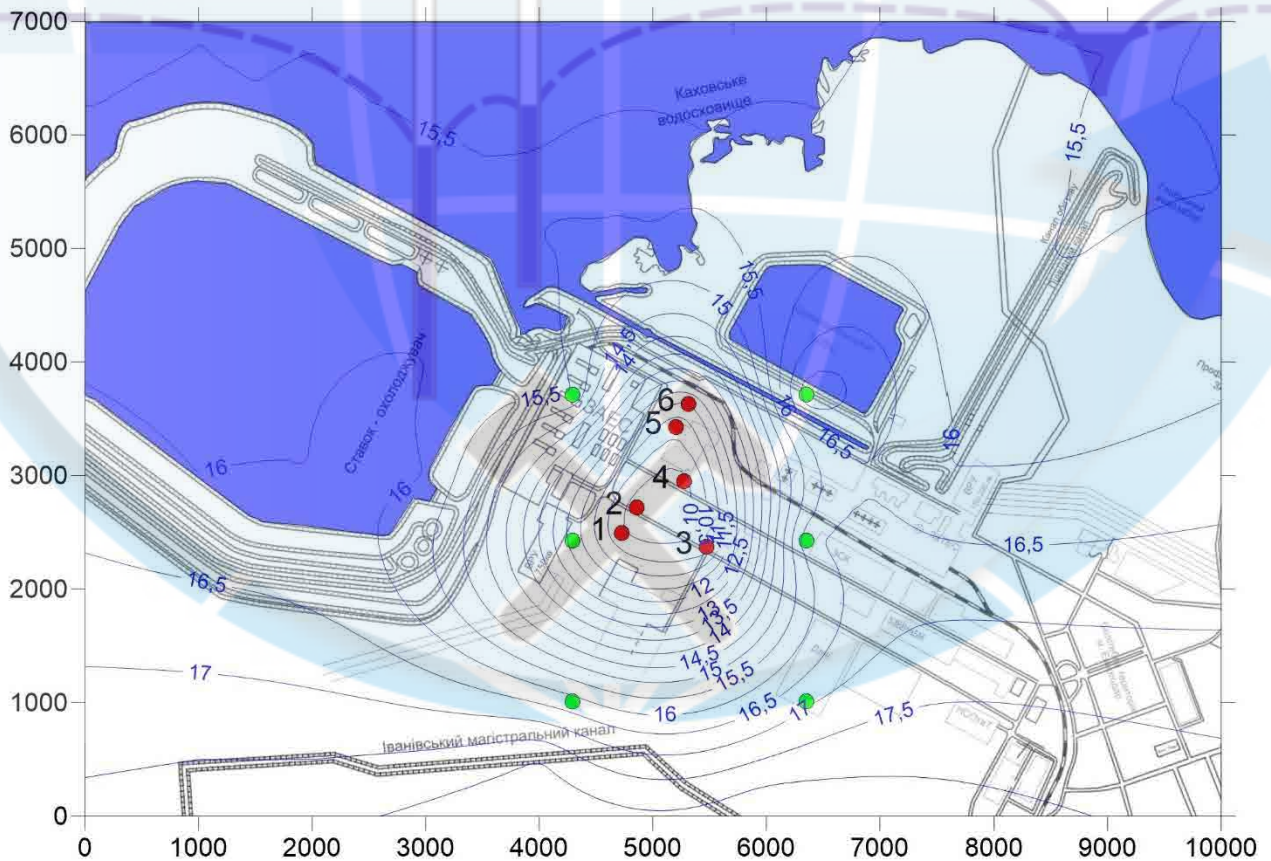


Рис. 4.8: Розрахунок свердловин 2-го варіанту на 100 діб

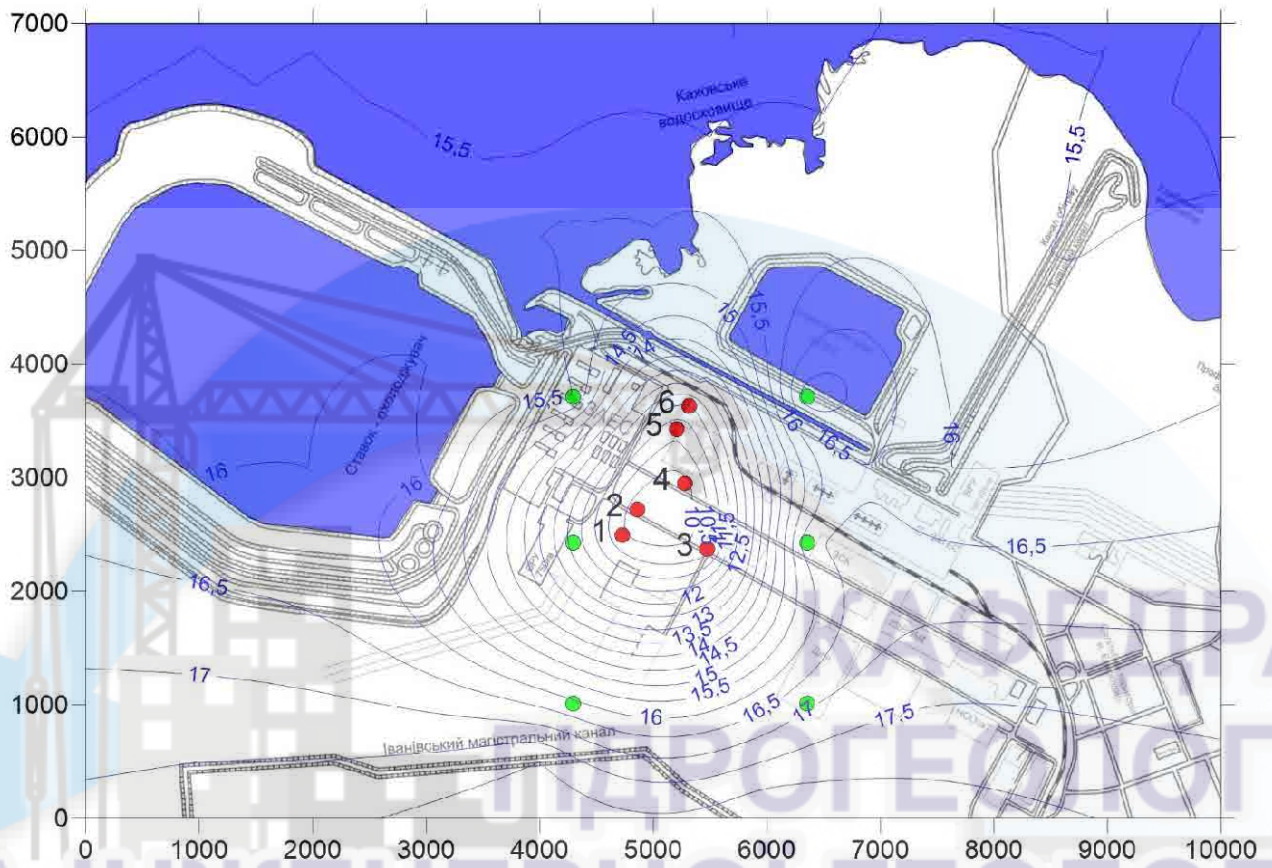


Рис. 4.9: Розрахунок свердловин 2-го варіанту на 365діб

ВИСНОВКИ

В даній роботі виконана загальна характеристика досліджуваної території. Вивчено її фізико-геологічні, тектонічні та гідрогеологічні умови.

Ділянка досліджень розташована в степовій зоні на березі Каховського водосховища в Запорізькій області України поруч із містом Енергодар. Перший водоносний горизонт має повсюдне поширення, розкривається нижче подошви відносного водотриву (супісків) і в місцях їх відсутності залягає на відмітках 17,13... 19,40 м. Водовмісними ґрунтами є піски дрібні, з коефіцієнтом фільтрації 5,0... 8,0 м/добу. Потужність підгоризнту – 8,0... 12,0 м. Відносним водотривом слугують суглинки і супіски потужністю до 3,2 м, що мають повсюдне поширення. Другий водоносний підгоризонт (продуктивний) приурочений до пісків середньої крупності і крупним, потужністю до 10,0... 12,0 м, характеризується коефіцієнтом фільтрації 20,0... 25,0 м/добу. Основний напрямок руху потоку – у бік ставка-охолоджувача і Каховського водосховища. Дебіти свердловин складають 20,0... 80,0 м³/год при зниженні рівня води до 3,3... 12,6 м. Підприємство потребує додаткової технічної води, та можливості запобігання підтоплення проммайданчика.

Виконано розрахунок фільтрації води з каналу в зоні досліджуваного об'єкта. За результатами розрахунку оцінено втрати води з Іванівського магістрального каналу, величину яких можна оцінити як: **5,5 · 10⁵ м³ на добу з кілометра його довжини. Також виконано розрахунки підвищення рівнів ґрунтових вод на прилеглий до каналу території, значення яких складають 0,4... 11,1 м на відстані до 500 м від його осі..**

Виконано розрахунок водозабору на ділянці досліджуваного об'єкта. Розглянуто два варіанти розташування експлуатаційних свердловин водозабору, у першому варіанті експлуатаційні свердловини розташовані у лінійному ряді, в другому – з винесенням двох свердловин на відстань. Для запобігання виходу з ладу насосного обладнання за результатами розрахунків було обрано 2-й варіант як рекомендований, який забезпечує необхідний додатковий об'єм технічної

води для підприємства у розмірі $240 \text{ м}^3/\text{год}$ та створює додаткове зниження рівнів ґрунтових вод на проммайданчику на величину близько 1 м, що дозволяє запобігти підтопленню підземних споруд підприємства.



КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Міністерство енергетики та вугільної промисловості України Державний концерн «Ядерне паливо» [Електронний ресурс] // П «УкрНДПРІ промтехнології». – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.npp.zp.ua/sites/default/files/unmanaged/activities/lifetime-extension/docs/eia-641/book-1.pdf>.
2. Энергокомплекс [Електронний ресурс] // Южно-Украинская АЭС » Технические характеристики. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.sunpp.mk.ua/ru/energocomplex/sunpp/technical>.
3. Проектування систем штучного поповнення підземних вод. Підземні водосховища Посібник до ВБН 46/33-2.5-5-96 "Сільськогосподарське водопостачання. Зовнішні мережі і споруди. Норми проектування" [Електронний ресурс] // Державний комітет України по водному господарству. – 1996. – Режим доступу до ресурсу: <https://dnaop.com/html/45243/doc-projektuvannya-sistem-shtuchnogo-popovnennya-pidzemnih-vod-pidzemni-vodoskhovishhaposibnikdo-vbn-4633-25-5-96-silysykogospodarsy/>.
4. Розрахунок втрат води з каналу і визначення положення рівня ґрунтових вод в умовах зрошення [Електронний Ресурс] // Міністерство освіти і науки України Державний вищий навчальний заклад "Національний гірничий Університет". – 2015. – Режим доступу до ресурсу: http://gig.nmu.org.ua/ua/osvita/metod_MLG.pdf.
5. Альтовский М.Е. Методическое руководство по расчету взаимодействующих артезианских и грунтовых водозаборов. Госгеолиздат, Ленинград 1947г., 125с.
6. Прогнозы подтопления и расчет дренажных систем на застраиваемых и застроенных территориях. Под редакцией И.А.Баринаова. Стройиздат, Москва 1991г., 137с.
7. Скабалланович И.А. Гидрогеологические расчеты по динамике подземных вод, Углетехиздат, Москва 1954г., 388с.

Справочное руководство гидрогеолога. Том 1 Под редакцией В.М.Максимова.
Недра, Ленинград 1967г.,592с.



КАФЕДРА
ГІДРОГЕОЛОГІЇ
ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ



КАФЕДРА
ПІДРОГЕОЛОГІЇ
ТЕКСТОВІ ДОДАТКИ
ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ

Результати аналітичних розрахунків

*** Безнапорный водоносный горизонт

*** Пласт-полоса (H=Const)

*** Расчет понижений

Количество скважин..... 6
 Радиус скважин.....0.100
 Мощность водоносного горизонта.... 30.000
 Коэффициент фильтрации..... 13.000
 Коэффициент уводнепроводности..... 9.000e+002
 Время расчетного периода..... 100.000

Расчет понижений во взаимодействующих скважинах:

№ скважины	Координаты		Дебит Q	Понижение S
1	4725.000	2493.000	960.000	8.190
2	4858.000	2719.000	960.000	8.808
3	4961.000	2965.000	960.000	8.902
4	5088.000	3197.000	960.000	8.621
5	5203.000	3426.000	960.000	7.973
6	5317.000	3628.000	960.000	6.918

Понижения в расчетных точках:

№ точки	Координаты		Понижение S
1	4292.000	3712.000	1.651
2	6355.000	3712.000	1.106
3	4292.000	2426.000	3.209
4	6355.000	2426.000	1.975
5	4291.000	1010.000	1.907
6	6355.000	1010.000	1.611

Додаток 1 (продовження)

*** Безнапорный водоносный горизонт
 *** Пласт-полоса (H=Const)
 *** Расчет понижений

Количество скважин..... 6
 Радиус скважин.....0.100
 Мощность водоносного горизонта.... 30.000
 Коэффициент фильтрации..... 13.000
 Коэффициент уводнепроводности..... 9.000e+002
 Время расчетного периода..... 365.000

Расчет понижений во взаимодействующих скважинах:

№ скважины	Координаты		Дебит Q	Понижение S
1	4725.000	2493.000	960.000	8.190
2	4858.000	2719.000	960.000	8.808
3	4961.000	2965.000	960.000	8.902
4	5088.000	3197.000	960.000	8.621
5	5203.000	3426.000	960.000	7.973
6	5317.000	3628.000	960.000	6.918

Понижения в расчетных точках:

№ точки	Координаты		Понижение S
1	4292.000	3712.000	1.651
2	6355.000	3712.000	1.106
3	4292.000	2426.000	3.209
4	6355.000	2426.000	1.975
5	4291.000	1010.000	1.907
6	6355.000	1010.000	1.611

Додаток 1 (продовження)

*** Безнапорный водоносный горизонт
 *** Пласт-полоса (H=Const)
 *** Расчет понижений

Количество скважин..... 6
 Радиус скважин.....0.100
 Мощность водоносного горизонта.... 30.000
 Коэффициент фильтрации..... 13.000
 Коэффициент уводнепроводности..... 9.000e+002
 Время расчетного периода..... 100.000

Расчет понижений во взаимодействующих скважинах:

№ скважины	Координаты		Дебит Q	Понижение S
1	4725.000	2493.000	960.000	8.190
2	4858.000	2719.000	960.000	8.480
3	5475.000	2370.000	960.000	7.827
4	5275.000	2950.000	960.000	8.226
5	5203.000	3426.000	960.000	7.424
6	5317.000	3628.000	960.000	6.659

Понижения в расчетных точках:

№ точки	Координаты		Понижение S
1	4292.000	3712.000	1.477
2	6355.000	3712.000	1.180
3	4292.000	2426.000	3.184
4	6355.000	2426.000	2.351
5	4291.000	1010.000	2.071
6	6355.000	1010.000	1.882

Додаток 1 (продовження)

*** Безнапорный водоносный горизонт
 *** Пласт-полоса (H=Const)
 *** Расчет понижений

Количество скважин..... 6
 Радиус скважин.....0.100
 Мощность водоносного горизонта.... 30.000
 Коэффициент фильтрации..... 13.000
 Коэффициент уровнепроводности..... 9.000e+002
 Время расчетного периода..... 365.000

Расчет понижений во взаимодействующих скважинах:

N скважины	Координаты		Дебит Q	Понижение S
1	4725.000	2493.000	960.000	8.190
2	4858.000	2719.000	960.000	8.480
3	5475.000	2370.000	960.000	7.827
4	5275.000	2950.000	960.000	8.226
5	5203.000	3426.000	960.000	7.424
6	5317.000	3628.000	960.000	6.659

Понижения в расчетных точках:

N точки	Координаты		Понижение S
1	4292.000	3712.000	1.477
2	6355.000	3712.000	1.180
3	4292.000	2426.000	3.184
4	6355.000	2426.000	2.351
5	4291.000	1010.000	2.071
6	6355.000	1010.000	1.882

Відзив

наукового керівника на кваліфікаційну роботу ступеня бакалавра
НТУ «Дніпровська політехніка» спеціальності 103 Науки про Землю
студента гр. 103-16-2 Руденка Анатолія Вячеславовича
«Гідрогеологічні особливості збереження ресурсів технічної води
зі штучним поповненням на масштабному об'єкті»

Зв'язок завдання на кваліфікаційну роботу з об'єктом діяльності бакалавра. Завдання на представлену кваліфікаційну роботу безпосередньо пов'язано з об'єктом діяльності бакалавра за освітньою програмою спеціалізації «Гідрогеологія», спеціальності 103 Науки про Землю – дослідженням гідродинамічного режиму природно-технічних об'єктів.

Актуальність. Проблеми водопостачання та водообміну в районі великих підприємств завжди пов'язані з впливом на підземну гідроферу.

Тому прогноз зміни гідрогеологічних умов є важливим для раціонального використання водних ресурсів у таких умовах. Тому тема кваліфікаційної роботи студента Руденка А.В. є актуальною.

Відповідність змісту стандартам вищої освіти та дескрипторам НРК. Зміст роботи повністю відповідає стандартам вищої освіти та дескрипторам НРК. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновку, списку літератури, та додатків.

Практичне значення результатів. Результати роботи можуть бути використані для прогнозу змін гідродинамічних режимів на ділянках розташування крупних підприємств та обґрунтування раціональних способів водокористування.

Ступінь самостійності виконання. Студент Руденко А.В. виконав кваліфікаційну роботу самостійно за допомогою консультацій наукового керівника.

Застосування ПЕОМ, реальність, комплексність. Усі розрахунки в роботі виконані студентом Руденком А.В. з використанням ПЕОМ для реального об'єкту з відповідним урахуванням його геологічної та гідрогеологічної специфіки. Робота враховує необхідні відомості та картографічний матеріал з геології та гідрогеології.

Якість оформлювання. Робота написана грамотною мовою, оформлена відповідно до сучасних вимог.

Недоліки. Графічний матеріал для опису та характеристики досліджуваної ділянки не є достатньо повним. Разом з тим, це не є критичним, зважаючи на відповідність підходу та отриманих результатів реальним умовам досліджуваного об'єкта.

Комплексна оцінка. Кваліфікаційна робота Руденка А.В. відповідає вимогам до рівня вищої освіти за НРК та компетентностям освітньої програми за спеціалізацією «Гідрогеологія» спеціальності «Науки про Землю» і заслуговує оцінки «добре», а її автор Руденко А.В. – присвоєння йому кваліфікації бакалавра з Наук про Землю.

Науковий керівник:
асист. каф. гідрогеології
та інженерної геології

Шерстюк Є.А.

Рецензія

на кваліфікаційну роботу ступеня бакалавра
НТУ «Дніпровська політехніка» спеціальності 103 Науки про Землю
студента гр. 103-16-2 Руденка Анатолія Вячеславовича
«Гідрогеологічні особливості збереження ресурсів технічної води
зі штучним поповненням на масштабному об'єкті»

Діяльність великої кількості промислових підприємств в Україні пов'язана з тим чи іншим впливом на підземну гідросферу. Дуже важливо робити правильну оцінку змін у гідродинамічному режимі під впливом різних факторів та обґрунтовувати найбільш раціональні способи взаємодії з підземними водами, як то їх поповнення та використання, тому тема кваліфікаційної роботи студента Руденка А.В. є актуальною.

Представлена робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та списку використаних джерел. У першому розділі охарактеризовано загальні фізико-географічні та кліматичні умови території вивчення, виконано аналіз геологічної будови та сучасних гідрогеологічних умов досліджуваної ділянки. У другому розділі надана характеристика промислового об'єкта та умови його водоспоживання.

В третьому розділі виконано прогноз зміни гідрогеологічних умов ділянки дослідження в умовах додаткового живлення, яке відбувається внаслідок експлуатації каналу: розрахована можлива величина підвищення рівнів ґрунтових вод внаслідок витоків та кількісно оцінені втрати води.

Четвертий розділ присвячено оцінці роботи водозабору технічних підземних вод для забезпечення додаткового об'єму води для охолоджувальної системи підприємства.

Кваліфікаційна робота написана грамотною мовою, оформлена відповідно до вимог, має практичну значимість. Кваліфікаційна робота бакалавра відповідає вимогам до рівня вищої освіти за НРК та компетентностям освітньої програми і заслуговує оцінки «добре», а її автор Руденко А.В. – присвоєння йому кваліфікації бакалавр з наук про Землю.

Рецензент:

доцент каф. геології та розвідки
родовищ корисних копалин,
к.г.н.

Куцевол М.Л.

Результати перевірки дипломної роботи
студента (ки) групи 103 -16-2
(шифр групи)

Руденко Анатолій Вячеславович
(прізвище, ім'я по батькові)

на тему: «Гідрогеологічні особливості збереження ресурсів технічної води зі штучним поповненням на масштабному об'єкті»

Зазначена робота перевірена комп'ютерною програмою виявлення та запобігання плагіату «StrikePlagiarism»

За результатами перевірки відсоток запозичень складає _____.

Науковий керівник

Ас. Шерстюк Є.А.

Нормоконтролер

Доц. Загриценко А.М.

Зав. кафедри

Проф. Рудаков Д.В.

(дата)