**Тема 7. Природне і техногенне підтоплення територій.**

1. Природні чинники, що визначають підтоплення.
2. Техногенні чинники, що визначають можливість підтоплення.
3. Методи якісного прогнозу підтоплення.
4. Методи кількісного прогнозу підтоплення

**Підтоплення** — комплексний природно-техногенний процес підвищення рівня ґрунтових вод і збільшення вологості порід зони аерації. Головними факторами підтоплення є господарська діяльність людини та зміна гідрокліматичних умов території.

На розвиток підтоплення впливають зрошування земель, підпирання ґрунтових вод водосховищами, погіршення дренованості території внаслідок замулювання малих річок, засипання балок та ярів, втрати води з технічних мереж, порушення режиму випаровування підземних вод тощо.

Підтоплення викликає активізацію зсувів, заболочування, засолення ґрунтів та ін. Особливо небезпечними є просадкові деформації в підтоплених масивах лесових порід, що нерідко зумовлює аварійні ситуації для споруд, побудованих без врахування майбутнього замочування лесової товщі.

Підтоплення також призводить до набрякання товщ глинистих ґрунтових масивів і нерівномірного піднімання підвалин легких будівель і споруд. Найрадикальнішим засобом боротьби з підтопленням є дренаж. Є одним із найпоширеніших негативних геологічних процесів в межах урбанізованих рівнинних територій України[1].

Підтоплення відбувається під дією природних і техногенних чинників унаслідок підвищення рівня ґрунтових вод, що призводить до порушення нормальних умов життєдіяльності населення та експлуатації промислових, житлових об'єктів і сільськогосподарських угідь. Підтоплення за поширенням та динамікою розвитку переважає серед екзогенних геологічних процесів і спричиняє зниження міцності ґрунтів, активізацію зсувних явищ, зростання агресивності ґрунтових вод, зниження сейсмічної стійкості породних масивів, забруднення поверхневих і підземних водних об'єктів.

За останні 20 років загальна площа земель із сталими проявами підтоплення зросла удвічі і займає 12 відсотків території України, а його впливом охоплено понад 540 міст та селищ. За експертними оцінками, від підтоплення земель потерпають до 16 млн. чоловік; соціально-екологічні збитки становлять від 300 до 500 гривень на 1 гектар уражених територій у сільській місцевості та до 10 — 12 тис. гривень на 1 гектар у містах і селищах, а в цілому — близько 1,5 млрд. гривень. На сьогодні кошти, необхідні для ліквідації наслідків підтоплення в регіонах, перевищують можливості державного і місцевих бюджетів.

Основні чинники підтоплення земель в Україні поділяються на 3 групи: глобальні, регіональні і місцеві (об'єктові). До першої групи належить **природна** циклічність періодів підвищеної та низької водності, глобальні зміни клімату, до другої — природно-історичні передумови розташування населених пунктів у низинах, на днищах і схилах балок, а також у приморській смузі, які є зонами розвантаження підземного стоку та акумуляції поверхневих вод; зниження природної дренованості території внаслідок будівництва численних водосховищ і ставків (1,1 та 28,5 тис. відповідно); науково необгрунтоване зрошення земель у місцях розташування подів, степових блюдець, по дну балок, на прибережних територіях; замулення русел річок унаслідок розорювання прибережних смуг та більшої частини водозбірних територій з наступним зростанням фільтраційного опору в річкових долинах і формуванням додаткового підпору ґрунтових вод; повного або часткового затоплення шахт у гірничодобувних регіонах.

Більшість місцевих (об'єктових) чинників підтоплення **має техногенне походження**, яке посилюється впливом природних, у тому числі відсутністю у більшості населених пунктів зливової мережі; значними втратами води з водопровідно-каналізаційних мереж у населених пунктах з централізованим водопостачанням; украй незадовільним станом експлуатації більшості захисних дренажних систем; недостатньо обґрунтованим розміщенням шламонакопичувачів, водосховищ, недосконалістю технологій ведення гірничодобувних робіт, перекриттям природного стоку внаслідок спорудження інженерних комунікацій та приватних будівель.

Водночас площинний розвиток підтоплення міст, селищ і сільських населених пунктів знижує ефективність локальних заходів у межах окремих об'єктів та ділянок і зумовлює необхідність здійснення суцільного захисту територій.

Розвиток процесу підтоплення супроводжується зміною фізико-механічних властивостей ґрунтів, зменшенням їх несучої здатності та природного ґрунтового опору, активізацією небезпечних геологічних процесів (карст, зсуви, суфозія), що призводить до непередбачених осідань будівель і споруд та їх руйнування. Підтоплення призводить до зміни хімічного складу ґрунтових вод, забруднення поверхневих і підземних вод, деградації ґрунтового покриву. Підвищення агресивності ґрунтових вод стосовно матеріалів будівельних конструкцій викликає їх корозію, передчасне руйнування і деформацію будівель та споруд

1. **Природні чинники, що визначають підтоплення.**

Основними природними умовами, в яких формується процес підтоплення, є наявність слабопроникних ґрунтів і їх прошарків, розташування водотривких шарів відносно близько до поверхні ґрунту, слабка дренованість територій.

* розташування населених пунктів на понижених ділянках місцевості, зокрема в річкових долинах, у приморських смугах, долинах та схилах балок, ярів, у межах великих подів;
* кліматичні, геоморфологічні, геологічні та гідрогеологічні (опади, ерозія річкових долин, водний режим річок, ступінь дренованості товщ рельєфоутворюючих відкладів та глибина залягання регіонального водоупору);
1. **Техногенні чинники, що визначають можливість підтоплення.**

На міських територіях до природних факторів додається техногенний вплив, який призводить до активізації процесів підтоплення; цей вплив обумовлений зміною відміток поверхні (плануванням) територій, що забудовуються, погіршенням природної дренованості, ефектом екранування потоків вологи тощо.

* порушення умов стоку поверхневих вод різними видами будівництва;
* незадовільний стан природних дренажних систем (створення штучних водойм, замулення річок, засипання балок, ярів, озер та каналізування малих водотоків);
* незадовільний стан мереж водопостачання та каналізації, відсутність централізованих систем водовідводу;
* припинення експлуатації неглибоких водоносних горизонтів;
* високий рівень техногенного навантаження на території, що викликане промислово-міською забудовою, будівництвом водосховищ, ставків, хвостосховищ, каналів, водогонів, зрошенням тощо;
* підтоплення гірничого простору при закритті гірничих підприємств та припиненні експлуатації відкритих виробок

Є три **основних типи антропогенного підтоплення:** містобудівний, гідротехнічний та іригаційний.

**Містобудівний тип** слід визначати за прогнозом на основі врахування дії внутрішніх міських джерел підтоплення.

**Гідротехнічний тип** слід визначати за прогнозом розповсюдження підпору підземних вод на основі гідродинамічних розрахунків при розрахунковому рівні води у водному об'єкті (річка, водосховище).

**Іригаційний тип** слід визначати прогнозом розповсюдження куполу підпору підземних вод на основі гідродинамічних і водно-балансових розрахунків з урахуванням режиму зрошування.

Підтоплення призвело до погіршення стану забудованих територій та санітарних умов проживання людей, збільшення захворювань, забруднення води і ґрунтів, заболочення значних ділянок землі, розвитку небезпечних геологічних процесів, пошкодження або руйнування будівель, споруд, мереж, а подекуди - до найбільшої втрати для суспільства - загибелі людей.

Підтоплення також завдає значної шкоди архітектурно-історичним пам'яткам України, з їх загальної кількості 17977 підтоплено і потребує інженерного захисту 12000. Серед них церкви Спаса-на-Берестові, Андріївська, Кирилівська в м. Києві, ландшафтний парк "Качанівка" в Чернігівській області та інші.

Особливе занепокоєння викликає закриття гірничих підприємств та припинення шахтного водовідводу, що обумовлює підтоплення і заболочення, осідання поверхні землі, забруднення і засолення підземних водоносних горизонтів та призводить до різкої зміни гідрологічного і гідрохімічного режиму річок

Ступінь впливу причин підтоплення:

* порушення умов стоку поверхневих вод - 26-50 %
* незадовільний стан природних дренажних систем - 13-37 %
* незадовільний стан мереж водопостачання та каналізації - 18-30 %;
* фільтрація з водойм - 13-16 %;
* зволоження ґрунтів - 10-15 %
* зрошення земель - 10-20 %
* підробка та закриття гірничих підприємств - 10-24 %



**Прогнозування** — процес передбачення майбутнього стану предмета чи явища на основі аналізу його минулого і сучасного, систематично оцінювана інформація про якісні й кількісні характеристики розвитку обраного предмета чи явища в перспективі. Результатом прогнозування є прогноз — знання про майбутнє і про ймовірний розвиток сьогочасних тенденцій конкретного явища-об'єкту в подальшому існуванні. Існують два підходи до прогнозування: якісний та кількісний. **Кількісний** підхід базується на математичних моделях й історичних даних. **Якісний** підхід покладається на освічену думку, інтуїцію й досвід професіоналів.

При проектуванні комплексу будівель і споруд прогнозні оцінки потенційної подтопляемості виконую ться в дві стадії: перша - **якісна**, друга (при спеціального обґрунтування) - **кількісна**.

Прогнозування підтоплення виконується вишукувальної організацією в дві стадії. Спочатку виконується попередній, якісний прогноз, потім - кількісний.

**3. Методи якісного прогнозу підтоплення. Суть якісного прогнозу підтоплення** оцінка кінцевого положення рівня підземних вод **Якісна оцінка (п. 2.81)** виконується **методом аналогії** і грунтується на порівнянні умов забудовується площі з даними по конкретним підтоплених ділянках-еталонам з аналогічними інженерно-геологічними та гідрогеологічними умовами та характером забудови (техногенними умовами). При цьому приймається величина розрахованого максимального рівня підземних вод.

При відсутності належного конкретного зразка або неможливості визначення середньої швидкості підйому рівня підземних вод якісна оцінка проводиться відповідно до вказівок п. 2.101 (табл. 3) на основі порівняння природних умов площ, що забудовується з типовими схемами (табл. 2), а також характеристики проектованого споруди за кількістю споживаної води на 1 га площі (табл. 1).

Якісна оцінка (п. 2.81) виконується методом аналогії і грунтується на порівнянні умов майданчика, що забудовується з даними по конкретним підтоплених ділянках-еталонам з аналогічними інженерно-геологічними та гідрогеологічними умовами та характером забудови (техногенними умовами).

**Якісний прогноз** полягає у визначенні типу потенційної підтоплюваності території на основі порівняння природних умов території, а також характеристики проектованого підприємства за кількістю споживаної ним води.

Встановлення типу потенційної підтоплюваності території має визначити мінімум вимог в завданні на наступний етап досліджень, необхідних для виконання кількісного прогнозу підтоплення. Ступінь потенційної підтоплюваності території оцінюється за **якісним прогнозом** з урахуванням інженерно-геологічних і гідрогеологічних умов території, конструктивних і технологічних особливостей споруд (тих, що знаходяться в експлуатації або проектуються), у тому числі - інженерних комунікаційних мереж.

Найбільшу складність має *аналіз можливого підтоплення території* або *зниження рівня підземних вод* у процесі експлуатації споруди (так звані «техногенні зміни рівня підземних вод»). Прогноз вірогідних змін рівня підземних вод проводять для споруд I і II класу на термін відповідно 25 і 15 років. Якісну оцінку потенційного підтоплення території виконують **методом аналогії**, порівнюючи умови забудовуваної ділянки з даними з конкретних підтоплених ділянок (еталонів) з подібними інженерно-геологічними і гідрогеологічними умовами та конструктивно-технологічними особливостями інженерної споруди, що проектують.

**Метод аналогій** заснований на накопиченні і аналізі фактичного гідрогеологічного матеріалу по підтопленню конкретних забудованих територій і наступному перенесення цих даних на прогнозовані об'єкти. Для можливості такого перенесення геолого-гідрогеологічні умови і характер техногенного впливу на ґрунтові води на обох територіях повинні бути однакові або близькі один до одного. Даний метод зазвичай застосовується в тих випадках, коли повністю виключена можливість складання прогнозів підтоплення територій на основі більш точних методів. Однак в деяких випадках точні прогнози і не потрібні, достатня лише наближена оцінка можливості підтоплення території з метою постановки спеціальних гідрогеологічних досліджень. У цих умовах метод аналогій виявляється цілком задовільним.

Під час вибору об’єктів-аналогів враховують:

* подібність природних умов, які визначають ступінь природної дренованості;
* конструктивні особливості систем;
* технологічні меліоративні рішення;
* положення гідрогеологічних меж і формування інфільтраційного живлення підземних вод на одиницю площі.

**4.** Для відповідальних споруд виконується **кількісний прогноз** зміни рівнів підземних вод з урахуванням техногенних факторів. Виконання такого прогнозу вимагає відповідного обґрунтування - спеціальних комплексних досліджень балансу підземних вод на прилеглій території, в тому числі - не менш як річний цикл стаціонарних спостережень за режимом підземних вод, математичне моделювання гідродинамічних процесів. До цих робіт залучаються науково-дослідні організації та організації, які ведуть геологічні дослідження на даній території.

Суть **кількісного прогнозу підтоплення** - кількісна оцінка швидкості підйому рівня вод за конкретний проміжок часу.

Для виконання **кількісної прогнозної** оцінки підтоплюваності має бути завчасно створена стаціонарна гідрогеологічна мережа (мережа спостережних свердловин, пунктів спостережень за динамікою вологості, балансових майданчиків) та проведено цикл спостережень. Тривалий цикл режимних спостережень особливо важливий для забудованої території, тривалість передпрогнозного циклу гідрогеологічних спостережень якої визначається необхідністю виявлення закономірностей формування водного режиму і параметрів режимоутворюючих факторів; для території, на якій вже почався підйом рівня (напору) підземних вод - необхідністю виявлення та характеристикою чинників підтоплення (в тому числі інтенсивності додаткової інфільтрації). Точність виконаної кількісної оцінки значною мірою визначається можливістю встановлення місць витоків, їх інтенсивністю і термінами існування, а також можливістю врахування їх змін за прогнозований період часу.

Прогноз техногенного підтоплення територій включає в себе **кількісну оцінку** наступних гідродинамічних процесів:

* утворення техногенної верховодки на водонепроникних лінзах в межах зони аерації. Область поширення цієї верховодки в плані обмежена і повністю визначається розмірами водонепроникних лінз;
* формування техногенного водоносного горизонту з вільною поверхнею на регіональному водоупоре в спочатку сухих водопроникних грунтах;
* зміни рівневого режиму існуючого в природних (непорушених) умовах горизонту грунтових вод внаслідок додаткової базарною інфільтрації, зосереджених витоків з водогінних комунікацій або розтікання сформувалися до моменту прогнозу куполів грунтових вод;
* зміни хімічного складу підземних вод і грунтів під впливом інфільтруються вод;
* зміни вологісного режиму гірських порід зони аерації внаслідок порушення її температурного режиму;
* зміни фізико-механічних властивостей ґрунтів при їх зволоженні і обводнюванні.

Дослідження перерахованих процесів може бути **здійснено такими методами** - методом аналогії, аналітичним і моделюванням на аналогових або цифрових обчислювальних машинах, а також експериментально.

**Метод моделювання** заснований на вирішенні диференціальних рівнянь фільтрації на забудовуються і забудованих територіях з використанням АВМ і ЕОМ. Цьому методу в принципі під силу розв'язання найскладніших гідрогеологічних задач на великих об'єктах досліджень, наприклад при багатошарових пластах і складному контурі кордонів пласта

З недоліків цього методу в першу чергу слід відзначити його неуніверсальність, коли отримане рішення може підходити тільки для конкретного об'єкта, а для вирішення повий завдання потрібна побудова іншої моделі. Крім того при моделюванні на точність одержуваних результатів впливають побічні ефекти моделі, такі як крок сітки, на яку розбивається область фільтрації при моделюванні на сіткових моделях, а при моделюванні на суцільних моделях - додаткові похибки вносить неоднорідність електропровідною паперу та ін. Ці обставини підвищують вимоги до вихідної інформації про фільтраційних і ємнісних властивостях водоносних пластів, умови їх живлення, дренування і т.д. Проте в переважній більшості випадків вихідна гідрогеологічна інформація, отримана в процесі інженерних вишукувань, абсолютно недостатня, і тому накладання неточностей інформації пошуків на похибки від побічних ефектів моделі часто знецінює застосування методу моделювання. Необхідно відзначити також, що швидкого отримання результатів рішення задачі при моделюванні передує досить тривалий етап складання моделі, налагодження програми на ЕОМ і т.п.

**Аналітичні методи** прогнозу підтоплення не поступаються, а зараз часто і перевершують в точності метод моделювання. Точність аналітичних методів залежить вже тільки від достовірності вихідної гідрогеологічної інформації і точності рішення диференціальних рівнянь фільтрації. Іншою перевагою аналітичних методів є їх універсальність, коли, маючи в своєму розпорядженні набором рішень для типових гідрогеологічних схем, можна вирішувати широке коло завдань.

Зазначені обставини дозволяють зробити наступний висновок - побудовою найпростішої моделі області фільтрації і подальшої її реалізації на АВМ і ЕОМ більш достовірні результати іншим (аналітичним) методом отримати не можна. Тому основним методом прогнозу підтоплення забудованих і територій, що забудовуються слід вважати аналітичний, хоча для отримання більш диференціальних по площі даних за прогнозом рівнів може виявитися необхідним застосування методу моделювання.

**Захист від підтоплення повинен включати:**

- локальний захист будинків, споруд, ґрунтів основ і захист забудованої території в цілому;

- водовідведення поверхневого стоку;

- очищення (за необхідності) вод, що скидаються (дренажні, поверхневі, стічні);

- систему моніторингу за режимом підземних і поверхневих вод, за витратами (втратами води) і напорами в водонесучих комунікаціях, за деформаціями основ, будинків і споруд, а також за роботою споруд інженерного захисту.

**Локальна система інженерного захисту** повинна бути спрямована на захист окремих будівель і споруд. Вона включає дренажі (кільцевий, променевий, пристінний, пластовий, систематичний, вентиляційний, супутній тощо), відведення поверхневого стоку, протифільтраційні завіси та екрани. Територіальна система повинна забезпечувати загальний захист забудованої території (ділянки). Вона включає перехоплюючі дренажі (головний, береговий, відсічний, систематичний і супутній), протифільтраційні завіси, вертикальне планування території з організацією поверхневого стоку, прочищення відкритих водотоків і інших елементів природного дренування, дощову каналізацію і регулювання режиму рівнів водних об'єктів.

**Система інженерного захисту** від підтоплення має бути територіально єдиною, що об'єднує всі локальні системи окремих ділянок і об'єктів. При цьому вона повинна бути ув'язана з генеральними планами, територіальними комплексними схемами містобудівного планування роз витку територій. Системи регулювання режиму рівнів водних об'єктів, що виконуються у складі поперед жувальних заходів щодо захисту від підтоплення територій міських і сільських поселень, повинні розроблятися з урахуванням вимог ДБН 360 та ДБН В.1.1 -25.

Для обґрунтування систем інженерного захисту від підтоплення слід виконати наступні основні розрахунки:

- прогнозу підтоплення за оцінкою ступеня потенційної можливості підтоплення території і об'єктів, на яких можливі збитки;

- гідрогеологічні та гідрологічні (в т. ч. об'ємів дренажних вод);

- гідравлічні – конструктивних параметрів дренажних труб й колекторів;

- оцінки агресивності підземних вод по відношенню до бетонних, залізобетонних і металевих конструкцій;

- оцінки впливу систем інженерного захисту на зміну будівельних властивостей ґрунтів і деформацій поверхні території, що захищається, а також зміни санітарно-гігієнічних умов.

**Гідрогеологічні розрахунки** дренажних пристроїв для захисту від підтоплення виконують методами аналогії, водного балансу, аналітичного і математичного моделювання.

Метод **гідрогеологічної аналогії** застосовується для окремих будівель, споруд і малих майданчиків (коли відсутні стаціонарні спостереження за підземними водами) для наближених розрахунків і ґрунтується на використанні фактичних даних (природних і техногенних) об'єкта-аналога.

Аналітичні методи розрахунку дренажів і інших споруд повинні використовуватися для відносно нескладних гідрогеологічних і техногенних умов, що додаються до розрахункових схем, які допускають отримання аналітичного рішення рівнянь фільтрації.

Математичне моделювання застосовують у разі складних гідрогеологічних і техногенних умов при неоднорідній будові водоносної товщі.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № схеми природних умов | Типові літологічні розрізи | Товщина шару, м | Глибина залягання підземних вод, м | Гідрологічні зони зволоження і їх географічна приуроченість |
| 1 | Шар 1 - лесовидні суглинки і супіски просідають і фільтраційно-аназотронніШар 2 - (водотривами) - глини, пісковики, аргіліти, вапняки і ін. | До 25 м | 15 - 25 | зона змінного зволоження (Середньо-Руська височина, Україна, Степовий Крим, Азово-Чорноморська смуга |
| 2 | Шар 1 - супіски, суглинки, піски флювіогляціальніШар 2 - (водотрив відносний) – глини і суглинки моренні | До 15 м |  До 10 м | Зона надмірного зволоження (північно-західні райони) |
| 3 | Шар 1 - суглинки або супіски покривні малої потужності Шар 2 - (водотрив) - глини набухають | 1 – 5  | Понад 15 | Зона недостатнього і частково змінного зволоження |
| 4 | Шар 1 - суглинки, супіски, піски пилуваті, дрібні, великі, галечники Шар 2 - (водотрив) - корінні породи різного віку | До 10 | 5 - 10 | Зона змінного зволоження |
| 5 | Шар 1 - суглинки і супіски просадочні і засолені (гіпс)Шар 2 - (водотривами відносний) - щебінь, дресва з глинистим і піщаним заповнювачем | До 15 | 15 - 20 | зона недостатнього зволоження |
| 6 | Шар 1 суглинки лесовидні просадочні (Шаром великої потужності) | Понад 15 | 30 - 50 | зона недостатнього зволоження |

Таблиця 2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Класифікаційна група підприємств  | Питома витрата води, м3/добу на 1 га займаної підприємством площі | Галузь промисловості  |
| А | 15 000 – 80 000 і більше | Целюлозно-паперова, енергетична, частково металургійна |
| Б | 15 000 - 5000 | Хімічна, нафтохімічна, металургійна, гірничо-збагачувальні фабрики і комбінати |
| В | 5000 – 500  | Машинобудівна, тверстатобудівельна, трубопрокатні заводи, частково харчова |
| Г | 500 – 50  | Текстильна, легка, будматеріалів, харчова та ін |
| Д | Менше 50 | Елеватори, борошномельні заводи, хлібоприймальні пункти, млинкомбінати і т. п. |

Таблиця 3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип підтоплюваності | Схема природних умов | Група підприємств за кількістю споживаної води | Швидкість підняття підземних вод |
| За перші 10 років, м/рік | від 10 до 15 років,м/рік | від 15 до 20 років,м/рік | від 20 до 25 років,м/рік |
| І | 1 | А, Б , В | Від 0,5 – 1 і більше | ~ 0,3 — 0,6 |
| 23 | А, Б А, Б  | 0,25 — 0,5  |  0,2 - 0,4 | 0,15 - 0,30 |
| ІІ | 124 | Г, АВА, Б | 0 ,3 — 0 ,5  | 0,1 — 0,2  | 0 ,1 — 0 ,15 | 0,08 — 0,13 |
| 5 | А, Б | ~ 0,18— 0,30 |
| ІІІ | 1234 | ДзГ, Д1 Д2, ДзВ, Г, Д1 Д2, ДзВ, Г, Д1 | 0,1 — 0,3 | 0,03 — 0,1  | 0,025 — 0,08  | 0,02 — 0,06  |
| 56 | ВА, Б | ~ 0,06— 0,18 |
| ІV | 4 | Д2, ДзГ, Д1 Д2, ДзВ, Г, Д1, Д2, Дз | 0,1 | 0 ,025 | 0,02 | 0,01 |
| 56 | ~ 0,06 |

Примітка. Для підприємств з малими витратами води (група Д ) врахована відносна площа поширення грунтів з порушеною структурою, що володіють більш високою фільтраційної здатністю (відносна площі планувальної підсипки), і виділені підгрупи Д1 — території з відносною площею підсипки от 25 до 50 %; Д2 — від 10 до 25 %; Дз — от 0 до 10 %.

Оцінка потенційної підтоплюваності території проводиться на підставі використання критерію потенційної підтоплюваності Р

(1)

де he — рівень підземних вод до початку підтоплення, який визначається за даними інженерних вишукувань, м; відлік ведеться від поверхні землі;

 — величина можливого (прогнозного) підйому підземних вод, м, в даній точці з координатами (х, у) і в момент часу t (визначається на основі фільтраційних розрахунків відповідно до «Рекомендаціями за прогнозом підтоплення промислових майданчиків грунтовими водами» (ВОДГЕО, ПНИИИС, 1976) за даними наявного аналога або по табл. 3);

 **w** 0 — величина додаткового інфільтраційного живлення або в даному випадку техногенне навантаження, м/добу на 1 м2 території, визначається (орієнтовно) на основі стаціонарних режимних спостережень (основний спосіб) або за аналогією; в більшості випадків носить випадковий характер;

**Нс** — критичний рівень підтоплення підземними водами, м, відлік ведеться від поверхні землі.

При Р ≤1 и tc< Tp (tc — період часу, впродовж якого наступає ) територія є потенційно підтоплюваною, а при tc> T р — потенційно непідтоплюваною.

Ступінь потенційної підтоплюваності (інтенсивності можливого підтоплення території) зручно визначати часом tc досягнення рівня підземних вод критичних значень при їх підйомі, виходячи з виразу (1) і приймаючи в ньому Р -1,

При цьому будемо мати(2)

При відомому виразі  (вирішення конкретного фільтраційного завдання) методом послідовних наближень із залежності (2) визначається час tс i при якому підйом рівня досягає критичних значень Нс.

При використанні даних табл. 3, з яких визначається швидкість підйому v величина tc знаходяться з виразу



Література:

1. ДБН В.1.1-25-2009 “Захист від небезпечних геологічних процесів. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення”(наказ Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 02.12.2009 р. № 550).
2. Концепція Державної програми запобігання і боротьби з підтопленням земель (схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 15 жовтня 2003 р. № 606-р)