

**ТЕОРЕТИЧНІ МАТЕРІАЛИ
ДО ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ
“ОХОРОНА І РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД”**

Метою лабораторних занять з курсу “Охорона і раціональне використання підземних вод” є закріплення набутих і отримання нових теоретичних знань та набуття практичних навичок з цієї дисципліни.

Згідно з “Положенням про організацію освітнього процесу у Львівському національному університеті імені Івана Франка” (2018), оцінки за виконання лабораторних робіт враховують при виставленні підсумкової семестрової оцінки.

Під час підготовки до лабораторних робіт студенти опановують теоретичний матеріал, запропонований викладачем, вивчають рекомендовану літературу (див. Силабус дисципліни). У процесі виконання робіт студенти самостійно виконують різноманітні завдання, згідно з навчальним планом (див. нижче).

Тиж- день	Теми лабораторних занять	К-ть годин: денна форма (заочна)
1–2	ЛР 1. Фізичні та хімічні властивості підземних вод.	4 (1,5)
3–4	ЛР 2. Інструкція із застосування “Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр” до родовищ питних і технічних підземних вод (2000).	4 (1,5)
5–6	ЛР 3. Процеси міграції забруднень (нафтопродуктів, пестицидів та ін.) у водоносні горизонти. Радіоактивне забруднення підземних вод.	4 (1,5)
7–8	ЛР 4. Негативна дія підземних вод на метал і бетон.	4 (1,5)
9–10	ЛР 5. Водозабори підземних вод.	4 (1,5)
11–12	ЛР 6. Наслідки споживання людиною забрудненої води.	4 (1,5)
13–14	ЛР 7. Санітарна охорона у сфері питної води та питного водопостачання. Розрахунок зон санітарної охорони водозаборів підземних вод.	4 (1,5)
15–16	ЛР 8. Облік підземних вод (форма 7-ГР “Підземні води”, форма 2-ТП “Водгосп”).	4 (1,5)
	Разом	32 (12)

ЛР 1. ФІЗИЧНІ ТА ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПІДЗЕМНИХ ВОД

Фізичні властивості підземних вод. Підземні води (ПВ) є розчинами, що містять солі, іони, колоїди і гази. До основних фізичних властивостей, які аналізують при дослідженні ПВ, належать колір, запах, смак, прозорість, температура, густина, стисливість, в'язкість, радіоактивність, електропровідність.

- Колір ПВ залежить від їхнього хімічного складу і механічних домішок. Звичайно ПВ безколірні. Жовтуватий колір характерний для вод болотного походження, що містять гумінові речовини. Сірководневі води внаслідок окиснення сірководню й утворення тонкої колоїдної “муті”, складеної з частинок сірки, мають зеленуватий відтінок. Колір води оцінюють за стандартною платино-кобальтовою шкалою в градусах.

- Запаху у ПВ звичайно нема. Відчуття запаху свідчить або про наявність газів біохімічного походження (сірководень та ін.), або про наявність гниючих органічних речовин. Характер запаху виражають описово: без запаху, сірководневий, болотний, пліснявий та ін. Інтенсивність запаху оцінюють за десятибальною шкалою.
- Смак води залежить від складу розчинених речовин. Солоний смак зумовлений хлористим натрієм, гіркий – сульфатом магнію, іржавий – солями заліза. Солодкуватий смак мають води, багаті органічними речовинами. Наявність вільної вуглекислоти надає воді приємного освіжаючого смаку. Смак води оцінюють за таблицями в балах.
- Прозорість ПВ залежить від кількості розчинених у ній мінеральних речовин, вмісту механічних домішок, органічних речовин і колоїдів. Для ступеня прозорості розроблено спеціальну номенклатуру: прозора, слабо опалесціює, опалесціює, злегка каламутна, сильно каламутна. Каламутність оцінюють в міліграмах сухої речовини на літр води.
- Температура ПВ залежить від геотермальних особливостей району. Вона відображає вікові, тектонічні, літологічні і гідродинамічні особливості водоносних горизонтів. Температура води впливає на її хімічний склад, в'язкість та коефіцієнт фільтрації. За природних умов ПВ можуть бути переохоложені (нижче 0 °С, поширені в районах багаторічної мерзлоти), холодні (нижче 20 °С, приурочені до верхньої зони земної кори, до поясу постійних річних температур у середніх широтах), термальні (з $T = 20\text{--}100$ °С, виявлені буровими свердловинами на різних глибинах), перегріті ($T = 100\text{--}375$ °С, трапляються в районах сучасної вулканічної діяльності).
- Густину води визначають співвідношенням її маси до об'єму за певної температури. За одиницю густини прийнято густину дистильованої води за $T = 4$ °С (це максимальне значення густини, зменшується як з підвищенням, так і зі зниженням температури). Показник густини залежить від температури, кількості розчинених солей, газів і завислих часток і змінюється від 1 до 1,4 г/см³. Становить 0,997 г/см³.
- Стисливість – це характеристика, яка показує зміну об'єму рідини під дією тиску. Для води вона незначна, її характеризують коефіцієнтом стиснення $\beta = (2,7\text{--}5,0) \times 10^{-5}$ Па.
- В'язкість води характеризує внутрішній опір частинок рідини її руху і кількісно виражається коефіцієнтами динамічної і кінематичної в'язкості. Б. А. Дерягін вивів існування аномалії води в тонких капілярах діаметром менше 0,001 мм. У ній на всьому інтервалі температур коефіцієнт тертя (залежить від в'язкості) залишається постійним, а густина на 40 % більша від звичайної.
- Радіоактивність підземних вод визначають за вмістом у ній радону і чи є еманції радію. За рідкісними винятками, усі підземні води тою чи іншою мірою радіоактивні. За кількістю еманції радію Е. С. Бурксер виділяє такі типи вод: дуже сильно радіоактивні (радіоактивність > 10 000 еманів); сильно радіоактивні (1 000–10 000 еман); радіоактивні (100–1000 еман); слабо радіоактивні (10–100), дуже малорадіоактивні (< 10 еман). Еман – позасистемна одиниця питомої активності радіоізоотопів у рідині або газі, 1 еман = 10⁻¹⁰ кюри/л.
- Електропровідність залежить від кількості солей, розчинених у ПВ. Прісні води мають незначну електропровідність, дистильовані – своєрідні ізолятори. Електропровідність води оцінюють за питомим електричним опором, вона змінюється від 0,02 до 1,0 Ом×м.

Хімічні властивості підземних вод. Підземні води – складні водні розчини. У їхньому складі розрізняють макро- та мікрокомпоненти, гази, органічні речовини, мікроорганізми. Важливе значення мають ізотопи хімічних елементів як самої води, так і розчинених у ній речовин. Нині в ПВ різними методами аналізу визначають 85 (із 105) хімічних елементів, які характеризують загальний хімічний тип води, її властивості та мають те або інше наукове чи практичне значення.

Мінералізація води – загальний вміст у воді мінеральних речовин (розчинених іонів, солей і колоїдів). мг/л, мг/дм³, г/дм³ (= 1 проміле).

Природні води за мінералізацією поділяють на такі групи: прісні (до 1 г/дм³), солонкуваті (від 1–10 г/дм³), солоні (10–50 г/дм³) та розсоли (> 50 г/дм³).

Сульфатність ПВ – характеристика вмісту у підземній воді сульфат-йона SO₄²⁻. Як показник сульфатності використовують співвідношення SO₄/Cl або SO₄/(Cl + SO₄). Підвищені показники SO₄²⁻ є пошуковими критеріями сульфідних родовищ, що окиснюються, а знижені – позитивним показником нафтогазоносності.

Для аналізу хімічного складу ПВ найчастіше застосовуються фізико-хімічні (колориметричні, кінетичні, люмінесцентні, електрохімічні) та фізичні (спектральні, радіоактивацийні, рентгеноспектральні) методи.

Результати хімічного аналізу ПВ можуть бути представлені у різних формах – іонній, еквівалентній та процент-еквівалентній. Найпоширенішою формою відображення складу підземних вод є формула Курлова (псевдодріб, у чисельнику якого – вміст у процент-еквівалентній формі найголовніших аніонів, у знаменнику – вміст основних катіонів). Причому величину вмісту елементів та сполук записують у вигляді хімічних індексів.

Гази в ПВ є у сорбованому, розчиненому та вільному станах. Між вільними й розчинними газами є динамічна рівновага, яка порушується під час зміни температури й тиску. Основними газами підземних вод є такі: O₂, N₂, CO₂, H₂S, H₂, NH₃, He, Rn, Ne, Ar, Xe, Kr. За походженням вони поділяються на групи: 1) повітряні (N₂, O₂, CO₂, Ne, Ar), що надходять у підземні води з атмосферного повітря; 2) біохімічні (CH₄, CO₂, N₂, H₂S, H₂, O₂, важкі вуглеводні), що утворюються внаслідок розкладання мікроорганізмами органічних і мінеральних речовин; 3) хімічні (CO₂, H₂S, H₂, CH₄, CO, N₂, SO₂, NH₃), які утворюються внаслідок взаємодії води й породи; 4) радіоактивні та ядерних реакцій (He, Rn).

Мікрофлора підземних вод. З мікроорганізмів у ПВ найбільше значення мають бактерії, мікроскопічні водорості, найпростіші та віруси. До групи бактерій належить більша частина одноклітинних мікробів. Мікроорганізми, що мешкають в ПВ, дуже активні, адаптивні до різних ступенів мінералізації, температури, тиску. Вони беруть участь у розкладанні й синтезі різних органічних і мінеральних сполук, здатні впливати на зміну сольового і газового складу природних вод, їхню мінералізацію. Проникнення бактерій на глибину лімітує висока температура (> 95–100 °C) і мінералізація (130–270 г/куб. дм – так звані міцні розчини). Бактерії й мікроби проникають у пори породи і перебувають там у капілярній воді, вкривають стінки порожнин.

Певні бактерії, окиснювальні речовини, у тім числі нафтові вуглеводні, відновлюють сульфати до сірководню. Денітрифікувальні бактерії, окиснюючи органічні речовини, відновлюють нітрати до нітритів і молекулярного азоту. До них належать бактерії, що зброджують кислоти і здійснюють розкладання вуглеводнів з утворенням органічних кислот, вуглекислого газу і води, бактерії, що розкладають нафтові кислоти та інші органічні речовини; тіонові бактерії, що розвиваються за рН близько 7, окиснюють сірку та сірковмісні сполуки до сірчаної кислоти; бактерії, що окиснюють органіку парафінового ряду; метано-киснювальні бактерії та ін.

У розрізі літосфери виділяють чотири зони: три верхні заселені мікроорганізмами, четверта – безжиттєва. Перша належить до ґрунтових утворень, до глибини 3 м, тут відбувається розкладання органічних речовин. Нижче знаходиться зона аерації (глибиною до кількох сотень метрів), заселена анаеробами.

Для оцінки органічного забруднення води користуються колітитром. Під ним розуміють об'єм води, у якому міститься одна кишкова паличка. Залежно від вмісту кишкової палички, води класифікують так: здорова (100 мл на 1 кишкову паличку); досить здорова (10 мл); сумнівна (1 мл); нездорова (0,1); зовсім нездорова (0,01 мл).

Макрокомпоненти підземних вод. Макрокомпоненти визначають хімічний тип води, її загальну мінералізацію (сухий залишок) та назву за загальним хімічним складом. Основними макрокомпонентами є найпоширеніші в земній корі катіоногенні (Ca, Mg, Na, K, Fe)

й аніоногенні (Cl, S, C, Si) елементи. Можливість нагромадження у водах певної мінералізації окремих макрокомпонентів визначається розчинністю сполук, що утворені головними катіоногенними елементами з головними аніоногенними. Збільшення мінералізації підземних вод відбувається завдяки появі у розчинах більш розчинних сполук. Найбільш мінералізованими (М до 760 г/дм³) є надміцні хлоридні натрієві розсоли, а найменш мінералізованими (< 10 мг/дм³) – ультрапрісні гідрокарбонатні натрієві води. Основні йони підземних вод в сумі становлять більшу частину (за О. А. Алекінім – 99,9 %) усіх розчинених речовин: аніони – Cl⁻, SO₄⁻², HCO₃⁻, CO₃⁻², катіони – Na⁺, Mg²⁺, Ca²⁺.

Мікрокомпоненти підземних вод. Мікрокомпоненти містяться в ПВ у незначних кількостях, що визначаються міліграмами, мікрограмами та частками мікрограмів у 1 дм³. Іноді їх концентрації досягають кількостей, що дорівнюють вмісту макрокомпонентів. У цьому випадку вони входять у формулу хімічного складу води, визначаючи її загальний хімічний тип. Багато мікрокомпонентів (Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Al, Be, Mo, As, Se, Sr, F та ін.) потрібно обов'язково визначати у прісній питній воді, оскільки від них залежить її токсикологічні й інші показники.

ЛР 2. ІНСТРУКЦІЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯ “КЛАСИФІКАЦІЇ ЗАПАСІВ І РЕСУРСІВ КОРИСНИХ КОПАЛИН ДЕРЖАВНОГО ФОНДУ НАДР” ДО РОДОВИЩ ПИТНИХ І ТЕХНІЧНИХ ПІДЗЕМНИХ ВОД (2000)

У 2000 р. затверджено Інструкцію із застосування “Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр” до родовищ питних і технічних підземних вод (редакція станом на 26.11.2006).

Інструкція містить такі розділи:

1. Загальні положення
2. Вимоги до вибору підземних джерел водопостачання і умов (режиму) експлуатації підземних вод
3. Розподіл родовищ питних і технічних підземних вод за складністю геологічної будови, гідрогеологічних та інших умов формування експлуатаційних запасів
4. Геолого-економічна оцінка родовищ питних і технічних підземних вод. Розподіл експлуатаційних запасів і ресурсів за ступенем їх техніко-економічного вивчення
5. Розподіл експлуатаційних запасів за промисловим значенням
6. Розподіл експлуатаційних запасів і прогнозних ресурсів за ступенем геологічного вивчення
7. Розподіл експлуатаційних запасів і прогнозних ресурсів на класи
8. Вимоги до вивченості родовищ питних і технічних вод
9. Вимоги до підрахунку експлуатаційних запасів і оцінки прогнозних ресурсів підземних питних і технічних вод
10. Підготовленість родовищ питних і технічних підземних вод до промислового освоєння
11. Умови використання експлуатаційних запасів підземних вод.

Повний текст Інструкції див.: [Про затвердження Інструкції із за... | від 04.02.2000 № 23 \(rada.gov.ua\)](#)

ЛР 3. ПРОЦЕСИ МІГРАЦІЇ ЗАБРУДНЕНЬ (НАФТОПРОДУКТІВ, ПЕСТИЦИДІВ ТА ІН.) У ВОДОНОСНІ ГОРИЗОНТИ. РАДІОАКТИВНЕ ЗАБРУДНЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД

Підземні води (ПВ) – це розчини, які залежно від геохімічних умов містять практично всі елементи періодичної таблиці Менделєєва в кількості, що зумовлена хімічною

активністю водовмісних і водотривких порід, умовами водообміну тощо. Звідси, міграція ПВ – це комплекс складних процесів переміщення розчинених, колоїдних і завислих речовин у малорухливому водному середовищі або з потоком ПВ. Переміщення і трансформацію (обмін і перетворення) компонентів ПВ, що призводять до зміни їхнього складу, називають гідрохімічною міграцією, або міграцією підземних вод. Йдеться не про рух всієї маси води (що ототожнюється з фільтрацією), а взаємне переміщення окремих компонентів ПВ (хімічних, механічних, біологічних), які визначають їхній склад і властивості.

Міграція хімічних елементів у ПВ визначена як властивостями власне елементів (розчинність, здатність утворювати сполуки з іншими елементами, іони, іонні асоціації, комплекси тощо), так і електрохімічними й термодинамічними параметрами природних систем або середовища міграції (окисно-відновний потенціал, концентрація водневих іонів, температура, тиск та ін.). Мінливість цих параметрів у регіональному плані відбувається внаслідок збільшення з глибиною температури й тиску та розшарування підземної гідросфери на зони різного гідродинамічного режиму, що значно зумовлює характер геохімічного середовища.

Теорія міграції ПВ є теоретичною основою гідрогеологічних досліджень, спрямованих на оцінку, прогноз та дослідне вивчення процесів забруднення ПВ.

Нині середовище насичується щораз новими, не властивими йому техногенними ізотопами, штучними сполуками, синтезованими речовинами, які не трансформуються, не руйнуються під дією природних процесів, однак вони й не залучаються до тривалих циклів природного колообігу речовин. На жаль, серед штучних речовин є й такі, що швидко розкладаються до міграційно рухомих форм. Найбільш небезпечні з них ті, що не зв'язуються з часом в природні сполуки, а залишаються стійкими, комфортно почуваються в середовищі, інтенсивно переносяться і переходять у трофічні ланцюги.

Характер розміщення джерел забруднення щодо водоносного горизонту визначає граничні умови, шлях і час пересування забруднень до водоносного горизонту або водозабору. Джерела забруднення можна поділити на: 1) розміщені на поверхні; 2) розміщені нижче водоносного горизонту – під водотривом (високомінералізовані, некондиційні води); 3) розміщені на межі й пов'язані з водним об'єктом (річка, канал), який може (залежно від метеорологічних або техногенних умов) періодично ставати джерелом живлення і осередком розвантаження ПВ. Ці джерела можуть бути: 1) локальні – точкові (свердловина); 2) лінійні (канал, річка); 3) площинні (шламосховище, підземний басейн розсолів, солевідвал тощо).

Поверхневі джерела переважно техногенні, мають досить чіткі межі на плані, розташовані на безпечній віддалі від техногенних контурів розвантаження ПВ, яка суттєво перевищує потужність водоносного комплексу. Це визначає розвиток забруднення в умовах планової фільтрації (міграції). Склад води таких джерел суттєво відрізняється від вихідного складу ПВ. Їхня дія дуже залежить від захисних властивостей природних покривних або техногенних відкладів. Основна маса забруднень проникає переважно на невелику глибину.

Міграція з *підземних басейнів* природних некондиційних (високомінералізованих) вод зумовлена, головню, техногенними чинниками – водовідбором та його інтенсивністю. Підземні джерела некондиційних вод техногенного характеру подібні до поверхневих джерел, однак, як правило, наближені до контурів техногенного розвантаження.

Для з'ясування ступеня захищеності ПВ від забруднення оцінюють вплив різних гідрогеологічних і фізико-хімічних умов та чинників, які впливають на захищеність (вразливість) ПВ. Результатом такої оцінки є розподіл досліджуваної території на райони або зони з різним ступенем захищеності (вразливості) у відносних показниках. Такі райони повинні приблизно відповідати районам або зонам відносної однорідності гідрогеологічних умов і фільтраційно-міграційних параметрів геологічного середовища, що представляють собою найбільш значимі чинники захищеності ПВ: умови інфільтрації, характеристики проникності і ємності зони аерації й насичених порід водоносних горизонтів тощо. Висновки про

ступінь захищеності ПВ потрібно брати до уваги під час розміщення промислових і сільськогосподарських об'єктів.

Підземні води України забруднені *пестицидами*. Масове застосування пестицидів у сільському господарстві, починаючи з 1970-х років, супроводжувалось потужним і щораз більшим впливом на біосферу. До межі 1980–1990 рр. у мінеральних і питних ПВ виявлено 15 % від використовуюваного асортименту пестицидів. Під час досліджень в одній пробі виявляли до 8–10 пестицидів різних класів.

Передусім це стійкі *хлорорганічні пестициди* (ХОП): дихлордифенілтрихлоретан (ДДТ) і його метаболіти, гексахлорциклогексан (ГХЦГ) і його ізомери, альдрин, гептахлор; *фосфорорганічні пестициди*: метафос, карбофос, фосфамід, фозалон; *фторовмісні пестициди*: трефлан та ін.

Справа в тому, що ще з 1960 по 2011 рр. на сільгоспугіддя України надійшло 2 млн 85 тис. тонн пестицидів. Навантаження пестицидів на ґрунти сільгоспугідь перевищило захисні властивості природного середовища, що призвело до потрапляння їх у підземну гідросферу. За останні 10 років середньостатистична концентрація ХОП в основних водоносних горизонтах України становить за сумою ДДТ $3,6 \cdot 10^{-5}$ мг/дм³; за сумою ГХЦГ – $3 \cdot 10^{-5}$ мг/дм³. Водоносний горизонт четвертинних відкладів містить на один–два порядки менше стійких ХОП, ніж глибше розміщені водоносні горизонти крейдових, юрських і тріасових відкладів. Це свідчить про тривалу циркуляцію пестицидів у підземній гідросфері, вертикальній і горизонтальній міграції пестицидів.

Найбільше забруднення пестицидами виявлено у водоносних горизонтах південної і центральної України, набагато менше забруднення виявлено у водоносних горизонтах західного, східного та північного регіонів країни. У воді свердловин одночасно виявлено до восьми сільськогосподарських забруднювачів, сумарний ефект впливу яких на організм людини не вивчений. Головні джерела забруднення ПВ пестицидами – ґрунти сільськогосподарських угідь, території розміщення складів підприємств – виготівників отрутохімікатів, місця захоронення пестицидів, забруднені поверхневі води та ін.

Пестициди стали одним із найважливіших чинників ризику для життя і здоров'я людини, а також усієї живої природи. Надходження пестицидів у ПВ, які використовують для пиття, господарської діяльності, лікувальних цілей, особливо позначається на здоров'ї та тривалості життя людини. У техногенно забруднених регіонах виявлено тісний кореляційний зв'язок між забрудненням ґрунтів і такими видами захворювань, як алергічні, стоматологічні, шлунково-кишкового тракту тощо. Фосфорорганічні сполуки спричиняють порушення функцій серцево-судинної системи, розширення судин, стають причиною головної болі. Хлорорганічні сполуки негативно впливають на центральну нервову систему, верхні дихальні шляхи і роботу печінки.

Вміст пестицидів у ПВ господарсько-питного і культурно-побутового водокористування раніше визначали санепідстанції. Дослідження проводили несистематично, без моніторингу забруднення ПВ пестицидами.

Проблема характерна не тільки для України. Наприклад, у Швейцарії забруднену пестицидами воду використовує 2,7 % населення (близько 170 тис. осіб). У пробах ПВ виявлено підвищену кількість продуктів розпаду хлороталоніну (це фунгіцид для боротьби з грибковими захворюваннями). У 2017 р. для обробітку швейцарських полів використали 45 т хлороталоніну. Ця речовина токсична для людини і тварин: деякі її метаболіти канцерогенні. Тому цей пестицид в ЄС заборонили. Атразин – ще один пестицид, вміст якого перевищує припустимі значення в деяких пробах. Його заборонили ще 7 років тому, однак його сліди досі є у питній воді. Швейцарські вчені наполягають на прийнятті політичних заходів, спрямованих на обмеження або заборону використання продуктів, які забруднюють ПВ. Зокрема, вони вимагають, щоб хімічні речовини, які тривалий час залишаються в ПВ, дозволяли застосовувати тільки в разі дотримання строгих умов або не дозволяли зовсім.

Потрібен контроль і суворя регламентація обсягів того чи іншого класу пестицидних препаратів під час унесення їх на сільгоспугіддя. Потрібен регулярний контроль якості ПВ і моніторинг забруднення пестицидами ПВ та інших об'єктів природного середовища. Результати нових аналізів щодо забруднення об'єктів природного середовища пестицидами треба порівнювати з гранично допустимою концентрацією (ГДК). Якщо рівні забруднення об'єктів природного середовища пестицидами збільшуватимуться (перевищення ГДК), то треба зменшити навантаження пестицидів на сільгоспугіддя і замінити старі пестициди на нові. Також треба сформувати збалансовану систему природокористування в контексті сталого розвитку та впровадити екологічні й інноваційні технології в сільському господарстві за допомогою сучасних механізмів національної екологічної політики.

Радіоактивне забруднення. В Україні основні запаси урану зосереджені в Кіровоградському урановорудному районі, оцінювані запаси становлять понад 100 тис. т., з яких більше половини рентабельні, а також у Центральноукраїнському урановорудному районі. Родовища Побузького урановорудного району відпрацьовані в 1990-х роках. В експлуатації перебувають Ватутінське й Мічуринське родовища, Северинське – у резерві. Деякі родовища перебувають на стадії розвідки.

Нині руду видобувають методом підземного вилуговування, який МАГАТЕ визнає як найбільш екологічно чистий та безпечний спосіб розробки родовищ. Цей метод відрізняється від традиційних способів високим рівнем ресурсозберігання і економічністю, дає змогу знизити забруднення навколишнього середовища й негативні екологічні наслідки. Після видобування таким способом не залишається відвалів і покинутих шахт.

Однак видобуток розпочали з кінця 1940-х років без дотримання вимог екологічної безпеки. У процесі переробки уранових руд утворюються відходи (так звані хвости) з підвищеним вмістом радіонуклідів природного походження, які за допомогою пульпопроводу розміщуються у спеціально обладнаному хвостосховищі. Під час експлуатації шахт великі об'єми забрудненої води відкачували з шахт та скидали до річок та озер, що призводило до поширення забруднювачів у довкіллі.

Загальна площа хвостосховищ України уранового виробництва становить близько 250 млн м². У цих сховищах накопичено близько 37 млн т відходів.

Головними чинниками забруднення навколишнього середовища підприємствами уранодобувної та переробної промисловості є такі процеси: 1) ексгаляція радону з поверхні хвостосховищ; 2) перенесення радіонуклідів з пилом на значні відстані (до 650 м) від основного джерела; 3) викиди радіоактивних речовин (РАВ) з шахт, скиди забрудненої шахтної води та змив радіоактивних речовин поверхневими водами з забруднених майданчиків у природні води.

Результати прогнозів свідчать про можливість у майбутньому значного радіоактивного забруднення водоносного горизонту в алювіальних відкладах, що призведе до неможливості використання води з цього горизонту для питних і господарських цілей. Отже, довгострокові стратегії реабілітації хвостосховища повинні передбачати обмеження на водокористування з горизонту в алювіальних відкладах у зоні впливу хвостосховища. Важливо, що суттєвим джерелом міграції є не тільки зосереджені в хвостосховищі відходи, а й забруднені породи водоносного горизонту під чашею хвостосховища. Тому вилучення й перепроховання хвостів не дасть значного ефекту з погляду зменшення виносу радіонуклідів. Рациональним підходом може бути консервування хвостів шляхом створення ґрунтового екрану, який мінімізує інфільтрацію атмосферних опадів в тіло хвостосховища, і, відповідно, мінімізує забруднення ПВ.

Умови формування високих концентрацій радіонуклідів у ПВ зони ЧАЕС пов'язані з двома чинниками: 1) надходженням у водоносний горизонт радіоактивно забруднених водних мас; 2) формуванням у ПВ умов, що забезпечують зниження сорбційних властивостей

ґрунтів, при цьому, як наслідок, відбувається підвищення міграційної спроможності радіонуклідів у довкіллі.

Наприклад, у районі об'єкта "Укриття" (ЧАЕС) концентрації ^{90}Sr у пробах ПВ коливаються в широких межах: від 1–2 до 400–3800 Бк/л. Виявлено два механізми формування високої міграційної здатності ^{90}Sr у ПВ. Перший пов'язаний із впливом іонів кальцію на сорбційні властивості ^{90}Sr ґрунтами. Другий механізм відбувається за умов сильнолужного середовища ($\text{pH} > 9,5$). Суттєвим джерелом забруднення ПВ є процес інфільтрації атмосферних опадів через радіоактивно забруднені ґрунти зони аерації у водоносний горизонт. Одним із заходів, який може привести до значного зменшення радіоактивного забруднення ПВ, є регулювання поверхневого стоку атмосферних опадів.

ЛР 4. НЕГАТИВНА ДІЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД НА МЕТАЛ І БЕТОН

Підземні води (ПВ) – не тільки найцінніше джерело водопостачання, а й чинник, який значно ускладнює будівництво. Особливо складним є проведення земляних і гірських робіт в умовах припливу ПВ, що затоплюють котловани, кар'єри, траншеї. Підземні води погіршують механічні властивості пухких, особливо глинистих порід, можуть бути агресивним середовищем для металевих і бетонних споруд, сприяють розвитку несприятливих геологічних процесів (підтоплення, зсуви, прориви пливунних пісків та ін.). Тому в процесі інженерно-геологічних досліджень вивченню ПВ приділяють особливу увагу.

Агресивні води – це води, здатні руйнувати матеріали підземних конструкцій та комунікацій. Їхні агресивні властивості зумовлені хімічним складом, що залежить від умов їхнього формування та господарської діяльності людини. У північних та північно-західних регіонах України слабомінералізовані ґрунтові води мають зв'язок з болотними, що насичує їх розчинними органічними кислотами і зумовлює загально-кислотний тип агресивності. Такі води спричинюють корозію металу будівельних конструкцій. Агресивні ПВ Волинської височини частково мають вилугувальний тип агресивності – можуть розчиняти карбонат кальцію в цементі. Південніше, до лінії Балта–Кременчук–Зміїв мають обмежене поширення агресивні ПВ заболочених заплав і окремих районів, що межують із соляними родовищами Закарпатської області. На півдні України – води з сульфатним типом агресивності й високою мінералізацією (до 10 г/л; на узбережжі морів і лиманів – 23 г/л). Унаслідок обмінних реакцій у порах бетону утворюються гіпс та гідросульфат-алюмінат, які містять, відповідно, 2 та 30–32 молекули кристалізаційної води. Це зумовлює різке збільшення об'єму бетону, що призводить до його розтріскування. Агресивність можуть спричинювати промислові або стічні (техногенні) води. Агресивні властивості та динаміка розвитку ПВ є важливим показником, який враховують у будівництві, застосовуючи різноманітні методи захисту підземних конструкцій: гідроізоляцію фундаментів; використання бетонів підвищеної щільності з сульфатостійких цементів та ін.

Отже, води певного хімічного складу можуть завдавати руйнівальної дії на бетонні й металеві конструкції, фільтри свердловин, насоси тощо. Підземна вода, що руйнує бетон і метал, вважається агресивною. Агресивна дія вод на бетон виявляється в розчиненні його основного компонента – карбонату кальцію, а також в утворенні солей $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ та сульфоалюмінату кальцію (так звана цементна бацила), що спричиняє спучування й крихкість бетону.

Залежно від наявності у ПВ тих або інших компонентів розрізняють кілька видів агресивності підземних вод до бетону (див. таблицю).

Загальнокислотна агресія зумовлена наявністю у воді в дисоційованому стані водневих H^+ та гідроксильних іонів OH^- . Один грам чистої води за $T = 22^\circ\text{C}$ містить 10^{-7} грам-іонів H^+ і стільки ж OH^- . Вираз $\lg[\text{H}^+]$ позначають як pH , який і є мірою агресивності води

(кислотний показник). За цим показником підземні води і поділяють на дуже кислі (рН < 5), нейтральні (рН = 7) лужні ($7 < \text{pH} \leq 9$), та сильно лужні (рН > 9).

Види агресивності підземних вод стосовно бетону

<i>Вид агресивності</i>	<i>Ознаки агресивності</i>
Сульфатна	Підвищений вміст іона SO_4^{2-}
Магnezіальна	Підвищений вміст іона Mg^{2+}
Загалькислотна	Низькі значення рН (рН < 5 для бетону марки W ₄)
Вуглекислотна	Наявність агресивної вуглекислоти $\text{CO}_2 > 10$ мг/л
Вилуговувальна	Низький вміст іона HCO_3^-

Ступінь агресивного впливу ПВ на арматури залізобетонних конструкцій оцінюється за сумарним вмістом у них сульфатів і хлоридів.

Загалом за ступенем впливу на будівельні конструкції ПВ поділяють на неагресивні, слабоагресивні, середньоагресивні й сильноагресивні. У нормативах, крім хімічного складу води, беруть до уваги коефіцієнт фільтрації порід, товщину конструкцій і марку бетону за водонепроникністю.

Заходи боротьби з агресивністю ПВ можуть бути різними: застосування сульфатостійких цементів, гідроізоляція підземних частин споруд, дренаж тощо.

Підземні води також агресивно можуть впливати на метали (корозія металів), особливо залізо. Прикладом може бути окиснювання (роз'їдання) металевих поверхонь з утворенням іржі під дією кисню, розчиненого у воді.

Підземні води мають корозійні властивості за наявності в них агресивної вуглекислоти, мінеральних і органічних кислот, солей важких металів, сірководню, хлористих і деяких інших солей. М'яка вода (з загальною твердістю до 3,0 мг-екв/л) діє значно агресивніше, ніж тверда. Найбільшого роз'їдання можуть зазнавати металеві конструкції під впливом сильно кислих (рН < 4,5) і сильно лужних вод (рН > 9,0). Корозії сприяє підвищення температури ПВ, збільшення швидкості їх руху, електричні струми.

Опрацювати статтю: www.sworld.com.ua/konfer34/411.pdf

ЛР 5. ВОДОЗАБОРИ ПІДЗЕМНИХ ВОД

Водозабір – це 1) вилучення води з водойми або водотоку для задоволення господарських чи побутових потреб;

2) комплекс гідротехнічних споруд і обладнання, призначених для: вилучення води з відкритої водойми, водотоку або підземного джерела, підйому рівня води на задану висоту, регулювання рівня, скидання паводкових вод і приймання води у відповідні пристрої з подачею її у водоводи для транспортування й використання.

За методом розкриття і захоплення водоносного пласта водозабори ПВ поділяють на:

- 1) вертикальні (трубчасті і шахтні колодязі);
- 2) горизонтальні (траншейні та безтраншейні водозбори, променеві);
- 3) комбіновані (з елементами вертикальних і горизонтальних водоприймальних частин);
- 4) каптажні.

Тип і склад водозаборів ПВ визначений:

- 1) умовами залягання водоносних горизонтів;
- 2) їхньою потужністю;
- 3) водністю;
- 4) глибиною залягання;

- 5) геологічною будовою водоносних горизонтів;
- 6) гідравлічними характеристиками підземного потоку;
- 7) показниками якості води та ін.

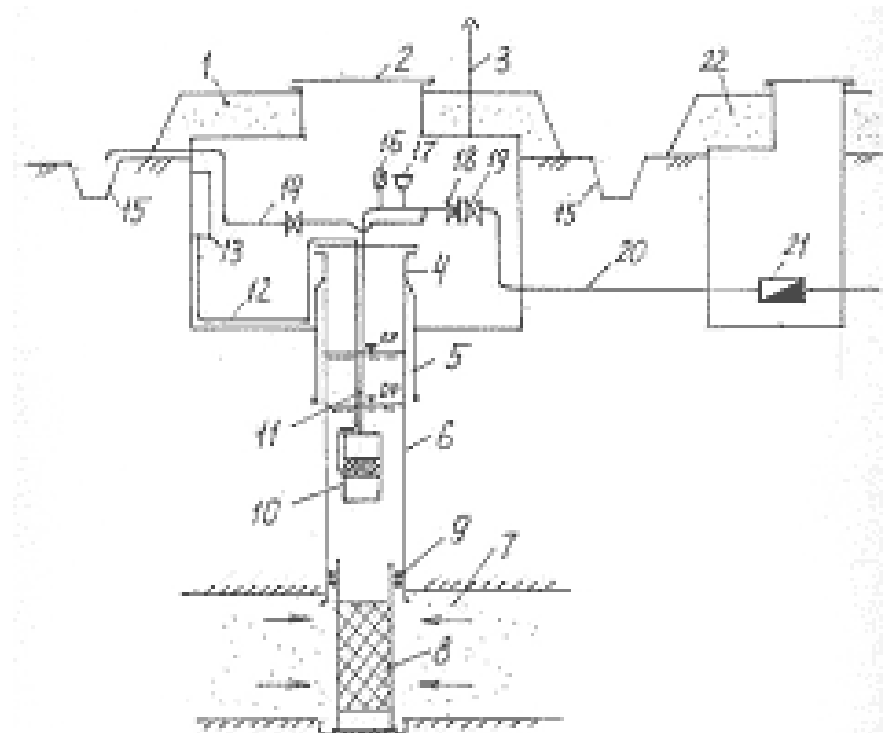
Переважну більшість вод підземних джерел водопостачання розбирають через **вертикальні** водозабори (в Україні діє понад 100 тис. водозабірних свердловин і 12,5 млн шахтних колодязів). Найбільш технічно досконалим видом вертикального водозабору є водозабірною свердловина (буровий трубчастий колодязь). Їх використовують для забирання води з напірних та безнапірних водоносних пластів потужністю $>5-6$ м. Глибина водозабірних свердловин коливається в межах 10–1000 м (частіше 100–200 м) і залежить від глибини залягання експлуатаційного водоносного пласта. Діаметр свердловин на воду становить 100–1000 мм і залежить від продуктивності, призначення і способу буріння свердловини. Водозабірні свердловини поділяють за господарським призначенням, типом водоприймальної частини, способом буріння тощо.

Для забору напірних та безнапірних підземних вод, що глибоко залягають, влаштовують **бурові колодязі**, що мають вид вертикальних циліндричних свердловин. Стінки свердловини закріплюють обсадною трубою 1 з чавуну або сталі та опускають до верхньої межі водоносного шару. В обсадну трубу опускають трубу меншого діаметра до нижньої межі водоносного шару. В нижній частині цієї труби за допомогою спеціальних замків 2 встановлюють сальники 3 та фільтри 4 (див. рисунок). Фільтри можуть бути дірчасті, сітчасті, дратвові, гравійні.

Якщо водоносні породи залягають на великій глибині, то буровий колодязь обладнують декількома обсадними трубами різних діаметрів, тампонуєчи кільцевий зазор між кінцями труб цементним розчином.

Рівень води в колодязі до забору є статичним. При відборі води з колодязя рівень її знижується, та коли кількість води стає рівною кількості води, що надходить від ґрунту, вода в колодязі встановлюється на певному рівні, який зветься динамічним.

Кількість води, яку можна зібрати при зниженні динамічного рівня на 1 м, є дебітом колодязя (свердловини).



Технологічна схема водозабірної свердловини:

1 – насосна станція над свердловиною; 2 – монтажний люк; 3 – вентиляційна труба; 4 – оголовок, перекритий фланцем з отвором для рівнеміра; 5 – захисна колона обсадних труб; 6 – експлуатаційна колона обсадних труб; 7 – експлуатаційний водоносний пласт; 8 – фільтр; 9 – сальник; 10 – заглибний насос з електродвигуном; 11 – водопідйомні труби; 12 – струмопідвідний кабель; 13 – пульт керування насосом (станція автоматичного керування); 14 – трубопровід для скидання води при промивці свердловини; 15 – водовідвідна канава; 16 – манометр; 17 – вантуз; 18 – зворотний клапан; 19 – засувка; 20 – напірний трубопровід; 21 – витратомір; 22 – оглядовий колодезь.

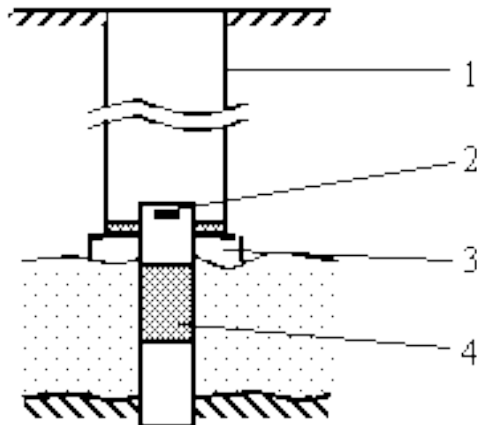
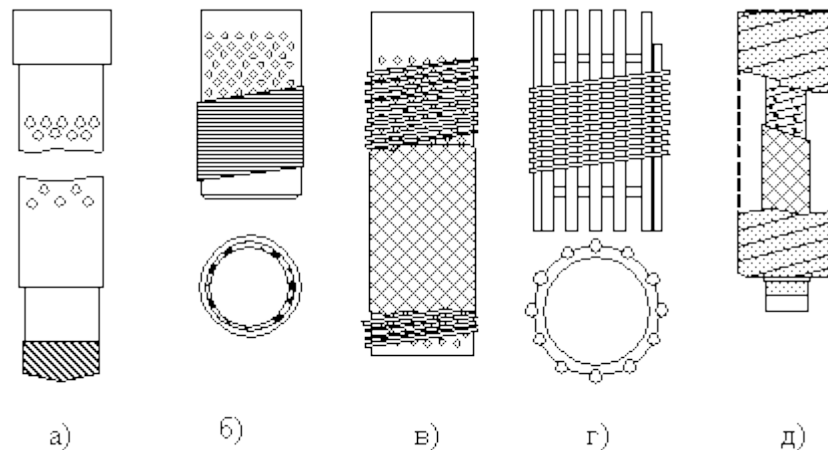


Схема влаштування бурового колодезя: 1 – обсадна труба; 2 – замок для кріплення фільтра; 3 – сальник; 4 – фільтр.



Типи фільтрів: а – дірчастий, б – дротовий, в – сітчастий, г – каркасно-стержневий, д – гравійний.

Спосіб одержання води з трубчатих колодезів залежить від глибини залягання водоносного шару. Вода може самозливатися під природним тиском в шарі або забиратися насосами, гідролеваторами, ерліфтами.

Від самозливних колодезів води забирається трубопроводами до резервуара, з якого її перекачують насосами.

При заборі води зі свердловин насосами її динамічний рівень розташовується на глибині більше 10 м, електродвигуни, що приводять її в дію, можуть встановлюватися на поверхні землі, маючи вертикальний трансмісійний вал для приводу насоса, або

розташовуються безпосередньо в свердловині. Насоси подають воду до резервуара, з якого насоси другого підйому подають її до водоспоживачів.

Для колодязів з невеликим дебітом ($10\text{--}15\text{ м}^3/\text{год}$) використовують ерліфти, де вода змішується з повітрям, за рахунок чого щільність води зменшується і вона піднімається на поверхню, попадає в повітровідділювач, після чого через вентиляційний канал повітря виходить назовні, а вода подається в резервуар.

При використанні ежекторів вода може забиратися за схемами **а** і **б**, друга найліпша. У ній використовують двоступеневий насос. Відбір корисних витрат води із невеликим тиском виконується від першої ступені, а витрати води, що ежектують, – від останньої ступені з невеликим тиском, за рахунок чого збільшується висота підйому води з колодязя.

Шахтні колодязі використовують для прийняття невеликої кількості води від безнапірних водоносних шарів, що залягають на невеликій глибині (не більше 20 м). Найчастіше вони використовуються для водопостачання сільської місцевості. Можуть бути залізобетонними, бетонними, цегляними та дерев'яними.

В стінках колодязя в межах водоносного шару є отвори, за рахунок яких збільшується кількість води. Діаметр шахтного колодязя не перевищує 3–4 м. При влаштуванні декількох колодязів їх об'єднують сифонними трубами або трубами, в яких вода рухається самостійно. Стінки колодязя виводять не менш ніж на 0,7 м вище поверхні землі. Навколо колодязя у поверхні землі влаштовують глиняний замок на глибині 1,5–2,0 м, а в радіусі близько 2 м – відсіпку. На дні колодязя влаштовується фільтр у вигляді шару гравію. Принципова схема шахтного колодязя, який забирає воду з безнапірного водоносного шару, наведена нижче.

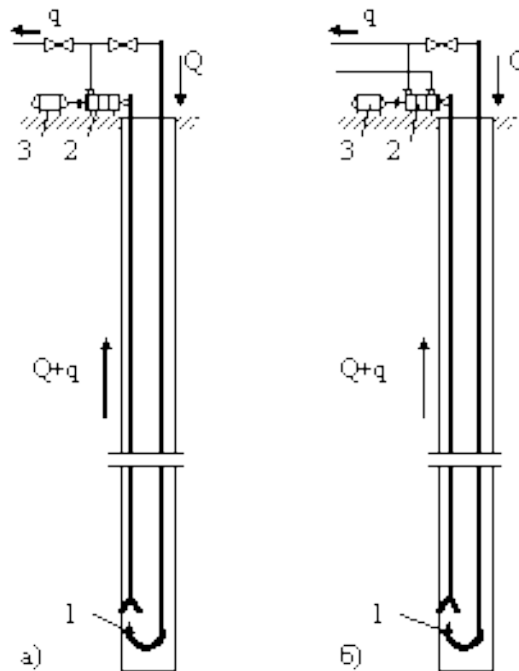


Схема забору підземних вод за допомогою ежектора: а) із одноступеневим насосом, б) із двоступеневим насосом, 1 – ежектор, 2 – насос, 3 – електродвигуни.

У разі *горизонтального* водозабору водоносний пласт розкривається виробкою, витягнутою в горизонтальному напрямі (дренажні труби, галереї). Горизонтальні водозабори, зазвичай, застосовують у разі неглибокого залягання водоносного пласта (<6–7 м) і відносно невеликої його потужності або у випадку каптування (захоплення) води з водоносного

горизонту на гірських схилах, де зручно влаштувати самопливний водовідлив з котловану виробки.

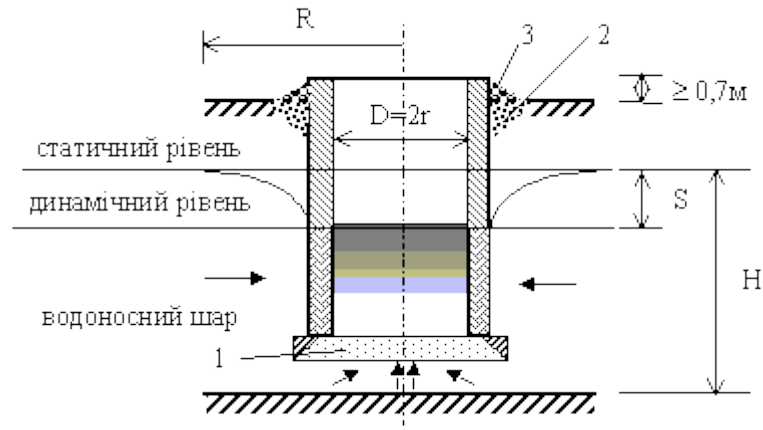
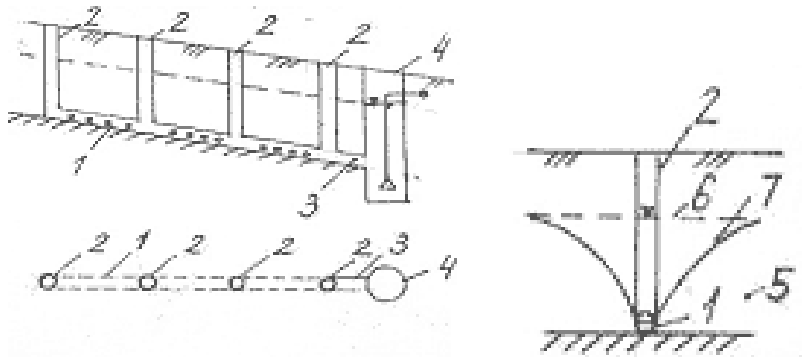


Схема влаштування шахтного колодязя: 1 – фільтр; 2 – глиняний замок; 3 – відсіпка.

Різновидом горизонтальних водозаборів є **променеві водозабори**, які складаються з системи горизонтальних свердловин, що радіально під'єднані до збірного шахтного колодязя. Променеві водозабори доцільно застосовувати для забирання підруслових інфільтраційних вод і в деяких випадках для каптування водоносних пластів, розташованих на глибині до 50 м від поверхні. Орієнтовним критерієм доцільності використання променевих водозаборів є значення добутку $k_{\phi}m$ (де k_{ϕ} – коефіцієнт фільтрації водоносної породи, м/доб, m – потужність водоносного пласта, м). За $< 0,02$ застосування променевих водозаборів вигідніше, ніж вертикальних.



Принципова схема горизонтального водозбору:

1 – водоприймальна (водозбірна) частина; 2 – оглядові колодязі; 3 – водопровідна частина; 4 – збірний колодязь (камера); 5 – водоносний пласт; 6 – лінія статичного рівня; 7 – депресійна лінійка.

У разі влаштування горизонтального водозбору водоносний пласт розкривають горизонтальною виробкою (траншеєю, штольнею), у яку вкладають різні пристрої для приймання води з водоносного пласта (кам'яно-щебеневу призму, дренажні труби, галерею). Горизонтальні водозбори найефективніші за умов, коли необхідно перехопити широкий потік ПВ за невеликої його потужності (8–10 м). За глибини залягання підшви експлуатаційного водоносного пласта до 8 м застосовують траншейні горизонтальні водозбори, які облаштовують відкритим способом, а за більшої глибини залягання підшви експлуатаційного водоносного пласта – безтраншейні.

Залежно від облаштування водоприймальної частини горизонтальні водозбори бувають кам'яно-щебеневі, трубчасті, галерейні, штольневі.

Водоприймальна частина призначена для захоплення води з водоносного пласта, оглядові колодязі – для вентиляції, систематичного спостереження за роботою водоприймальної частини та своєчасного її очищення, збірна камера – для осадження зерен піску, які вимиваються з ґрунту, а також для спостереження за загальним дебітом водозабору та регулюванням певною мірою подачі води у труби, по яких її відводять споживачам.

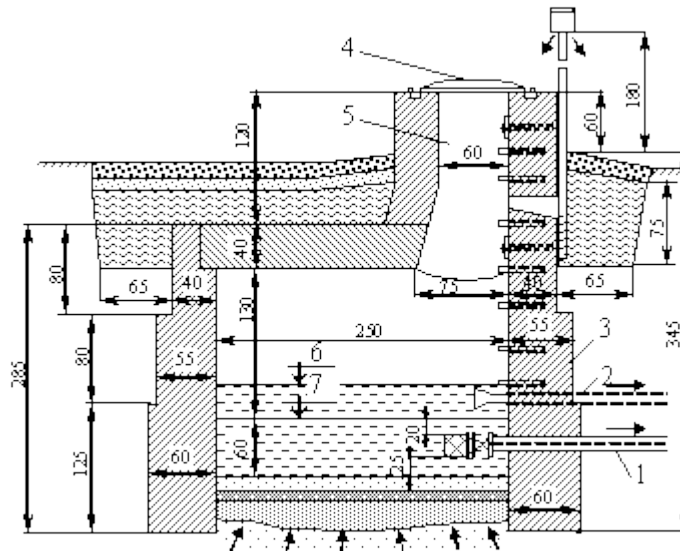
Комбіновані водозбори – це горизонтальні галереї з низкою вертикальних свердловин або шахтні колодязі з трубчастими горизонтальними водозаборами. Застосовують їх у випадку необхідності експлуатації неглибоко розташованих малопотужних водоносних пластів при одночасному використанні глибоко розташованих водоносних горизонтів, якщо ці пласти не забезпечують розрахункової продуктивності водозабору.

Каптажні водозбори (каптажі) застосовують для використання природних виходів підземних вод на денну поверхню (гірських джерел).

Джерела можуть бути двох типів – напірні та безнапірні. Споруди для приймання вод звуться каптажними, а процес збору джерельних вод – каптажем джерел. Для каптажу джерельних вод, що підіймаються, влаштовують колодязі, резервуари або шахти.

Зібрана вода відводиться по трубі 1 до насосної станції. Для усунення підпору влаштовують переливну трубу 2 (див. рисунок).

Каптаж безнапірних джерел виконується шляхом влаштування приймальних камер, які розміщують у місці найбільш інтенсивного виходу джерельних вод.



Каптажний колодязь:

1 – труба для забору води, 2 – переливна труба, 3 – колодязь, 4 – кришка, 5 – горловина, 6 – максимальний рівень води; 7 – робочий рівень води.

Всі типи водозборів ПВ у разі їхнього розташування поблизу поверхневих джерел водопостачання і за певних гідрогеологічних умов можуть слугувати для забирання води, що інфільтрується з цих джерел (такі водозбори називають **інфільтраційними**).

На 18–19 % працюючих водозборів ПВ після введення в експлуатацію визначено погіршення якості ПВ. У деяких випадках збільшення мінералізації та окремих компонентів хімічного складу припинялося на рівні, що не перевищував значення, нормовані державним стандартом "Вода питна". В інших зазначені показники стабілізувались на рівні, що перевищував допустимі норми. Є також досить багато об'єктів, у воді яких зміни якості, зокрема

мінералізації і твердості, відбувається стабільно протягом десятків років, незалежно від природних чинників і режиму експлуатації водозаборів.

Причини погіршення якості ПВ можуть бути різні. Проте уявлення багатьох дослідників щодо викидів у різні сфери навколишнього природного середовища відходів виробництва, функціонування шламонакопичувачів, відстійників, полів фільтрації, звалищ, різних видів промислового природокористування як основних причин погіршення якості підземних та ґрунтових вод, зокрема, за даними експлуатації крупних водозаборів ПВ, не завжди підтверджується. Можливо, цей факт зумовлений ефективністю державної політики стосовно вибору місць здійснення геологорозвідувальних робіт з метою розвідки експлуатаційних запасів підземних питних вод, а також заходами із захисту водозаборів під час їхньої експлуатації.

Наймасштабнішими причинами погіршення якості ПВ під час експлуатації водозаборів є геохімічні зміни у техногенній зоні аерації, де відновлювальна обстановка у разі зменшення рівня ПВ змінюється на окислювальну і, навпаки, у разі відновлення рівня ПВ окислювальна змінюється на відновлювальну.

Буріння свердловин на воду і будівництво інших водозабірних споруд. Буріння експлуатаційних свердловин на воду здійснюється за наявності висновків територіальних геологічних організацій стосовно цільового водоносного горизонту і режиму експлуатації свердловини, який має унеможливити виснаження та забруднення ПВ.

Вибір ділянки для буріння експлуатаційної свердловини на воду здійснюється комісією у складі представників територіальної геологічної організації, органів санітарного нагляду, органів охорони НПС, землекористувача та місцевого самоврядування, про що складається відповідний акт. Залежно від умов ділянки до комісії можуть бути включені голова міської або сільської ради, начальник відділу земельних ресурсів, головний районний архітектор, головний районний санітарний лікар, екологічний інспектор, начальник відділу райпожебезпеки, начальник управління з експлуатації газового господарства, начальник управління водокомунального господарства, начальник електромереж.

Проект на буріння експлуатаційних свердловин на воду складається спеціалізованою організацією і погоджується із державними регіональними геологічними підприємствами. Дозвіл на буріння таких свердловин надається територіальними органами Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України.

Конструкція свердловин повинна унеможливлювати перетікання ПВ по стволу між водоносними горизонтами, а також надходження забруднених вод у цільовий водоносний горизонт із поверхні. Промивні рідини, які використовуються при проходці свердловин, не повинні містити забруднювальних речовин.

Після буріння експлуатаційної свердловини на воду для задоволення господарсько-питних чи бальнеологічних потреб повинна бути установлена зона санітарної охорони, проект якої затверджується органом місцевого самоврядування.

Орлов В. С., Назаров С. М., Орлова А. М. Водозабірні споруди : навч. посібник. – Рівне : НУВГП, 2010. – 167 с. <https://ep3.nuwm.edu.ua/2713/1/2.%20Vodozab.%20spor%20zah.pdf>

ЛР 6. НАСЛІДКИ СПОЖИВАННЯ ЛЮДИНОЮ ЗАБРУДНЕНОЇ ВОДИ

Під забрудненням підземних вод (ПВ) розуміють зміну природних показників їхньої якості під впливом зовнішніх чинників, що призводить до перевищення вмісту у водах нормованих компонентів, появи в них компонентів неприродного походження або прояву динамічних тенденцій змін складу і властивостей ПВ у часі.

Хімічні речовини у воді поділяють на класи небезпеки:

I клас – надзвичайно небезпечні;

II клас – високонебезпечні;

III клас – небезпечні;

IV – помірно небезпечні.

Зачислення шкідливих речовин до класу безпеки залежить від їхньої: 1) токсичності, 2) кумулятивності, 3) здатності викликати віддалені ефекти, 4) від виду лімітувального показника шкідливості.

Забруднення ПВ відбувається внаслідок просочування вглиб гірських порід з поверхні землі рідких відходів виробництва та забруднених атмосферних опадів. У підземні водоносні горизонти поліюанти надходять такими шляхами:

1) фільтрація рідких стоків підприємств та атмосферних опадів, що промивають тверді відходи;

2) фільтрація з полів, зрошуваних забрудненими стічними водами та оброблюваних отрутохімікатами і хімічними добривами;

3) проникнення через колодязі, свердловини та карстові порожнини;

4) бічна та вертикальна фільтрація забруднених річкових і озерних вод;

5) інфільтрація забруднених атмосферних опадів.

Розрізняють **три стадії забруднення** природних вод.

Початкова стадія. Концентрація поліюантів у воді вища за фонову, проте менша за ГДК. Властивості води в межах норми. Фіксовані зміни не є перешкодою для використання води для господарсько-питних потреб, проте свідчать про наявність джерела забруднення.

Небезпечна стадія. Концентрація поліюантів досягає ГДК або трохи перевищує її. Площа забрудненої ділянки для ПВ становить 0,02–0,50 км².

Дуже небезпечна стадія. Вміст поліюантів значно (на порядок) перевищує ГДК. Площа забрудненої ділянки для ПВ становить 0,5–1,0 км² і більше.

Головні види забруднення вод: хімічне, бактеріальне, теплове і радіоактивне.

Хімічне – виявляється у збільшенні загальної мінералізації й концентрації макро- та мікрокомпонентів, появі у водах невластивих їм мінеральних сполук. Часто супроводжується появою запаху, забарвлення та підвищення температури.

Бактеріальне (мікробне) – поява у воді патогенних організмів, зокрема, бактерій групи кишкової палички. Бактерії живуть від 30 до 400 діб, тому таке забруднення локалізується на порівняно невеликій ділянці і є тимчасовим.

Теплове – виявляється у підвищенні температури води. Його супроводжує зміна хімічного та газового складу води, зменшення кількості кисню, “цвітіння” води, збільшення вмісту в ній мікроорганізмів.

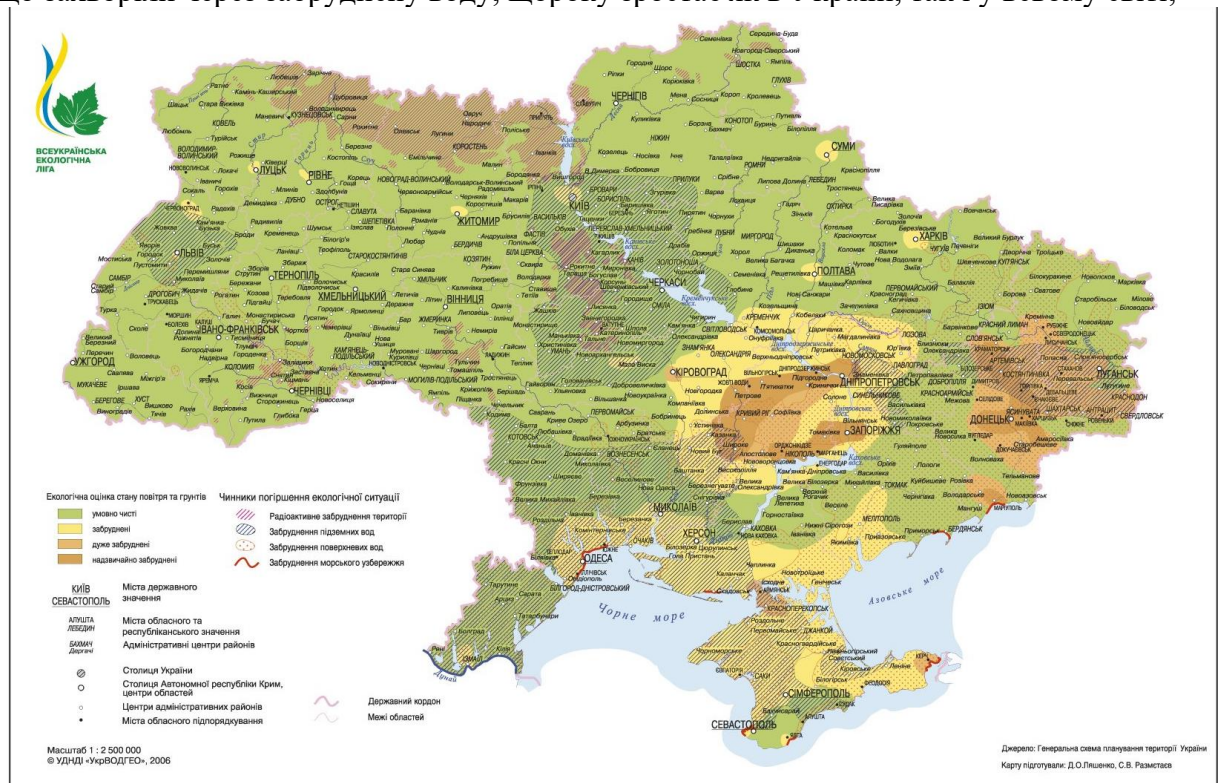
Радіоактивне – пов'язане з підвищенням у воді вмісту радіоактивних речовин. Через те, що час напіврозпаду різних радіонуклідів триває від кількох годин до тисяч років, радіоактивне забруднення води є дуже стійким і може зберігатися тривалий час. Багато радіонуклідів сорбується гірськими породами і тому локалізується.

У країнах на зразок Швейцарії, Норвегії і Люксембургу можна пити воду з-під крану і не переживати з приводу її якості. В Україні цей трюк як мінімум небезпечний і навіть пахне екстримом. Згідно з даними ООН, у 2006 р. наша країна була на 95 місці рейтингу по чистоті питної води (див. карту).

Значна кількість хвороб людини пов'язана з незадовільною якістю питної води і порушенням санітарно-гігієнічних норм водопостачання. Вживання недоброякісної питної води (2,0–2,5 л на добу однією людиною) суттєво погіршує здоров'я, зумовлюючи виникнення специфічних хвороб.

Питна вода та її якість істотно впливають на всі фізіологічні та біохімічні процеси, що відбуваються в організмі людини, на стан її здоров'я. Отже, можна стверджувати, що якісні характеристики води, рівень її забруднення впливає на стан захворюваності населення.

Інфекційні та кишкові захворювання. Споживання забрудненої води викликає спалахи гепатиту, дизентерії і холери. На жаль, цей перелік не є вичерпним, кількість людей, що захворіли через забруднену воду, щороку зростає як в Україні, так і у всьому світі;



Екологічна ситуація та стан питних вод України

Руйнування шкірного та волоссяного покриву. Навіть коли ви не п'єте воду з-під крану, немає ніяких гарантій безпеки. Приймаючи душ, миючи посуд, перучи білизну у брудній воді, ви наражаєте себе і близьких на серйозну небезпеку;

Стоматологічні проблеми. Споживання і користування забрудненою водою призводить до руйнування емалі зубів, провокує карієс, інші хвороби зубів;

Важкі захворювання, генетичні мутації. Накопичення в організмі людини певних елементів (хлору, хрому, свинцю, кадмію, заліза) провокує безліч хвороб, викликає безпліддя й імпотенцію у чоловіків. Ті ж хімічні елементи та їхні сполуки можуть призводити до втрати сну, нервових розладів, провокувати онкологічні захворювання. Є дані, що в деяких країнах споживання забрудненої води призвело до генетичних мутацій серед тварин і людей;

Паразити. Забруднена вода є джерелом зараження людини різноманітними паразитами. Зрозуміло, що в такому випадку мова йде про значне погіршення здоров'я великої кількості людей.

Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) приділяє особливе значення вивченню хвороб, які пов'язані з використанням або вживанням неякісної води та відсутністю відповідних умов санітарії. За даними ВООЗ, 25 % населення постійно ризикує захворіти хворобами, пов'язаними із споживанням недоброякісної питної води. До таких хвороб належать інфекційні захворювання (вірусний гепатит А, черевний тиф, дизентерія, холера, ротавірусні інфекції, лептоспіроз тощо) і хвороби, що пов'язані з хімічним забрудненням води (водно-нітратна метгемоглобінемія, флюорози, отруєння токсинами синьо-зелених водоростей тощо). На жаль, всі перелічені хвороби трапляються і в Україні. Щороку

Міністерство охорони здоров'я повідомляє про спалахи тих чи інших захворювань, пов'язаних з водою.

Водно-нітратна метгемоглобінемія.

В Україні 5,7 млн. городян та 11,7 млн. сільського населення споживають воду із колодязів та індивідуальних свердловин, що живляться ґрунтовими водами. У переважній більшості ці водні джерела знаходяться у незадовільному стані. В останні роки спостерігається зростання антропогенного забруднення ґрунтових вод нітратами, які без очищення споживає населення у сільській місцевості.

Вживання води з наднормативним вмістом нітратів небезпечно для здоров'я населення. З ним безпосередньо пов'язане захворювання "водно-нітратна метгемоглобінемія" у дітей до 1 року життя, летальні випадки від якої реєструють щораз частіше.

Симптоми хвороби у немовлят виявляються у вигляді посиніння ділянок навколо рота, рук і на стопах, тому цю хворобу ще називають "блакитний синдром немовлят".

У дітей, що вражені цією хворобою, можуть бути блювота і пронос. У екстремальних випадках відмічається збільшення слиноутворення. Гостре нітратне отруєння у дітей у 7—8% випадків закінчується летально. Випадки метгематоглобінемії трапляються найчастіше в сільських регіонах, де використовується вода з колодязів.

Групи підвищеного ризику становлять: немовлята віком до одного року, що знаходяться на штучному вигодуванні; сільське населення, що споживає воду або продукти з перевищеним вмістом нітратів; чутливі до нітратів особи похилого віку, хворі на анемію, з захворюваннями дихальної системи, хворобами серцево-судинної системи.

У дітей перших місяців життя отруєння нітратами можливе через споживання овочевих і фруктових соків, молочних сумішей, що готуються на воді, забрудненій нітратами. Особливо небезпечна хронічна дія нітратів для дітей. Шляхи запобігання: вживання чистої від нітратів питної води.

ЛР 7. САНІТАРНА ОХОРОНА У СФЕРІ ПИТНОЇ ВОДИ ТА ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ. РОЗРАХУНОК ЗОН САНІТАРНОЇ ОХОРОНИ ВОДОЗАБОРІВ ПІДЗЕМНИХ ВОД

Санітарній охороні підлягають джерела мінеральних вод та об'єкти централізованого питного водопостачання незалежно від їхнього типу, форми власності й підпорядкування з метою охорони та збереження природних показників хімічного складу і властивостей води у місцях її забору, запобігання забрудненню, засміченню та виснаженню водних об'єктів.

У Водному кодексі України є спеціальний розділ VII, який називається "Санітарна охорона у сфері питної води та питного водопостачання".

Зони санітарної охорони (ЗСО) встановлюють відповідно до Закону України від 10.02.2002 р. № 2918-III "Про питну воду та питне водопостачання" та постанови Кабінету Міністрів України від 18.12.1998 р. № 2024 "Про правовий режим зон санітарної охорони водних об'єктів" (остання редакція від 17.09.2020 р.).

Зони санітарної охорони встановлюються з метою забезпечення охорони водних об'єктів у районах забору води для централізованого водопостачання населення, лікувальних та оздоровчих потреб. ЗСО водних об'єктів створюються на всіх господарсько-питних водопроводах незалежно від їхньої підпорядкованості або типу джерела водопостачання.

Залежно від типу джерела водопостачання (поверхневий, підземний), ступеня його захищеності і ризику мікробного та хімічного забруднення, особливостей санітарних, гідрогеологічних і гідрологічних умов, а також характеру забруднювальних речовин встановлюються межі ЗСО та їх окремих поясів.

ЗСО підземних водних об'єктів входять до складу водоохоронних зон і поділяються на три пояси особливої режиму:

перший пояс (пояс суворого режиму) охоплює територію розташування водозаборів, ділянок розташування всіх водогінних споруд – майданчика водопровідних споруд і водопідвідного каналу;

другий і третій пояси (обмежень і спостережень) охоплюють територію, яка призначена для охорони джерел водопостачання від забруднення.

Усі водозабори повинні мати обладнання для систематичного контролю відповідності об'єму фактичної подачі води проектній потужності водозабору та дозволу на спеціальне водокористування.

Межа першого поясу ЗСО встановлюється на відстані не менше 30 м від водозабору – у разі використання захищених підземних вод і не менше 50 м – у разі використання недостатньо захищених ПВ. У разі використання групи підземних водозаборів межа першого поясу повинна знаходитись, відповідно, на відстані не менше 30 або 50 м від крайніх свердловин (колодязів) водозабору.

Другий пояс ЗСО призначений для захисту водозабору від мікробного забруднення, його визначають гідродинамічними розрахунками, виходячи з умови, що розрахунковий час просування цього забруднення по пласту ПВ від межі другого поясу є достатнім для втрати мікроорганізмами життєздатності й вірулентності патогенних мікроорганізмів (від лат. *virulentus* – отруйний) – ступінь хвороботворності (патогенності) заданого інфекційного агента (вірусу, бактерії або іншого мікроорганізму). Цей час вважають основним параметром, який визначає відстань межі другого поясу до водозабору. Його значення приймається рівним 400 діб для ґрунтових вод і 200 діб для напірних і безнапірних міжпластових вод.

Межу третього поясу ЗСО визначають гідрогеологічними розрахунками, виходячи з умови, що хімічні забруднювачі, які знаходяться за межами цього поясу, не досягнуть водозабору, мігруючи з ПВ поза область живлення, або досягнуть водозабору, проте не раніше розрахункового часу тривалості його роботи, який приймається не менше як 25 років.

Організація ЗСО здійснюється за проектом, який містить: 1) визначення меж поясів зони; 2) заходи, спрямовані на поліпшення санітарного стану ЗСО шляхом усунення наявного і попередження можливого забруднення джерела водопостачання та погіршення якості води.

Встановлення меж ЗСО джерел та об'єктів централізованого водопостачання здійснюється у порядку розроблення проекту землеустрою систем водопостачання. Для діючого водозабору, який працює без зазначеної зони, її розрахунок і проект організації розробляють спеціально.

Межі ЗСО водних об'єктів встановлюються органами місцевого самоврядування на їх території за погодженням з державними органами земельних ресурсів, санітарно-епідеміологічного нагляду, охорони навколишнього природного середовища, водного господарства та геології. У разі розташування ЗСО на територіях двох і більше областей їхні межі встановлюються Кабінетом Міністрів України за поданням Мінрегіону та за погодженням з МОЗ, Міндовкіллям, Держгеокадастром, Держводагентством, Держгеонадрами та відповідними органами місцевого самоврядування.

У межах ЗСО джерел питної води та об'єктів централізованого питного водопостачання господарська та інша діяльність обмежується. Забороняється розміщення, будівництво, введення в дію, експлуатація й реконструкція підприємств, споруд та інших об'єктів, на яких не забезпечено в повному обсязі дотримання всіх вимог і виконання заходів, передбачених у проектах ЗСО, проектах на будівництво та реконструкцію, інших проектах.

Правовий режим першого поясу ЗСО

Для підземних джерел водопостачання здійснюється:

- 1) планування, огороження, озеленення та монтування охоронної сигналізації;

2) каналізування будівель з відведенням стічних вод у найближчу систему побутової чи промислової каналізації або на місцеві очисні споруди, розміщені на території другого поясу ЗСО;

3) відведення стічних вод за межі цього поясу.

Заборонено:

1) перебування сторонніх осіб, розміщення житлових та господарських будівель, застосування пестицидів, органічних і мінеральних добрив, прокладення трубопроводів, видобування гравію чи піску та проведення інших будівельно-монтажних робіт, безпосередньо не пов'язаних з будівництвом, реконструкцією та експлуатацією водопровідних споруд та мереж;

2) скидання будь-яких стічних вод та випасання худоби;

3) проведення головної рубки лісу.

Правовий режим другого поясу ЗСО

Для підземних джерел водопостачання здійснюється:

1) регулювання відведення територій під забудову населених пунктів, спорудження лікувально-профілактичних та оздоровчих закладів, промислових і сільськогосподарських об'єктів, а також внесення можливих змін у технологію виробництва промислових підприємств, пов'язаного з ризиком забруднення ПВ стічними водами;

2) благоустрій промислових і сільськогосподарських об'єктів, населених пунктів та окремих будівель, їх централізоване водопостачання, каналізування, відведення забруднених поверхневих вод тощо;

3) виявлення, тампонування (або відновлення) всіх старих, недіючих, дефектних або неправильно експлуатованих свердловин та шахтних колодязів, які створюють небезпеку забруднення використовуваного водоносного горизонту;

4) регулювання будівництва нових свердловин.

Заборонено:

1) забруднення територій покидьками, сміттям, гноєм, відходами промислового виробництва й іншими відходами;

2) розміщення складів паливно-мастильних матеріалів, пестицидів та мінеральних добрив, накопичувачів, шламосховищ та інших об'єктів, які створюють небезпеку хімічного забруднення джерел водопостачання;

3) розміщення кладовищ, скотомогильників, полів асенізації, наземних полів фільтрації, гноєсховищ, силосних траншей, тваринницьких і птахівничих підприємств та інших сільськогосподарських об'єктів, які створюють небезпеку мікробного забруднення джерел водопостачання;

4) зберігання і застосування мінеральних добрив та пестицидів;

5) закачування відпрацьованих (зворотних) вод у підземні горизонти, підземне складування твердих відходів та розробка надр землі;

6) проведення головної рубки лісу.

Правовий режим третього поясу ЗСО

Для підземних джерел водопостачання здійснюється:

1) виявлення, тампонування (або відновлення) старих, недіючих, свердловин та таких, які неправильно експлуатуються, що створюють небезпеку забруднення використовуваного водоносного горизонту;

2) буріння нових свердловин та проведення будь-якого нового будівництва за обов'язковим погодженням з органами державної санітарно-епідеміологічної служби та геології на місцях.

Заборонено:

1) закачування відпрацьованих (зворотних) вод у підземні горизонти з метою їх захоронення, підземного складування твердих відходів і розробки надр землі, що може призвести до забруднення водоносного горизонту;

2) розміщення складів паливно-мастильних матеріалів, а також складів пестицидів і мінеральних добрив, накопичувачів промислових стічних вод, нафтопроводів та продуктопроводів, що створюють небезпеку хімічного забруднення ПВ.

Режим ЗСО джерел та об'єктів централізованого питного водопостачання визначає Кабінет Міністрів України. Забезпечення дотримання режиму поясів особливого режиму санітарної охорони джерел і об'єктів централізованого питного водопостачання покладається:

у межах I поясу ЗСО – на підприємства питного водопостачання;

у межах II і III поясів – на місцеві органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування відповідно до їхніх повноважень, а також підприємства, установи, організації та громадян, які є власниками або користувачами земельних ділянок у межах цих зон.

Ширину ЗСО в метрах для підземного джерела можна визначити так:

$$R = \sqrt{\frac{Q_{\text{вод}} T_p}{\pi m n}},$$

де R – відстань від межі зони, якщо нема побутового потоку підземних вод, м; $Q_{\text{вод}}$ – продуктивність водозабору, м³/добу; T_p – розрахунковий час просування забруднень до водозабору, доби; m – потужність водоносного пласта, м; n – активна поруватість.

Межі першого поясу для **водопровідних споруд** встановлюють такі:

– від стін резервуарів чистої води, фільтрів (крім напірних, контактних прояснювачів) – не менше 30 м;

– від стін інших споруд і стовбурів водонапірних башт – не менше 15 м.

Санітарно-захисна смуга цих споруд має ширину не менш як 100 м. Ширину санітарно-захисної смуги водоводів встановлюють 50 м у мокрих ґрунтах, 10 м – у сухих за діаметра до 1000 мм.

Вплив потенційних джерел – забруднювачів ПВ, які розташовані в межах другого і третього поясів ЗСО і які з технічних причин не можуть бути винесені за межі цих зон (нафтопроводи, продуктопроводи, поля фільтрації, скотомогильники тощо), – визначається по кожному такому об'єкту окремо на підставі результатів вивчення міграції забруднювальних речовин у докілья.

За значного техногенного навантаження в межах другого і третього поясів ЗСО з метою контролю за експлуатацією джерел питного водопостачання та прийняттям водогосподарських рішень здійснюються постійні моніторингові дослідження. І взагалі з метою збирання, оброблення, збереження й аналізу інформації про якість питної води, стан об'єктів централізованого питного водопостачання, прогнозування його змін та розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття відповідних рішень у цій сфері проводиться державний моніторинг.

Методика розрахунку ЗСО водозабірних споруд

Отже, ЗСО водозабору складається з трьох поясів. Перший – пояс суворого режиму, він встановлюється на відстані не менше 30 м від водозабірної споруди при використанні напірних водоносних горизонтів і не менше 50 м при експлуатації ґрунтових.

Другий і третій – пояса обмежень, вони призначені для захисту водоносних горизонтів від мікробного (другий пояс) і хімічного (третій пояс) забруднення. Оскільки другий пояс знаходиться в межах третього, він служить також і для захисту від хімічного забруднення.

Межі цих поясів встановлюються гідродинамічним розрахунком. При розрахунках, межами поясів є ізохрони, тобто лінії або сукупності точок, з яких забруднені води досягають водозабору за певний розрахунковий період часу. Різниця в розрахунку II і III поясів полягає саме в величині цього розрахункового періоду часу.

Розміри другого поясу визначають виходячи з умов, що якщо за його межами через зону аерації або безпосередньо до водоносного горизонту поступає мікробне забруднення, воно не досягає водозабірної споруди. Ця умова виконується в тих випадках, коли час руху води від межі другого поясу до водозабірної споруди буде перевищувати час виживання патогенних мікроорганізмів (див. таблицю).

Час виживання патогенних мікроорганізмів залежно від гідрогеологічних умов

Гідрогеологічні умови	Час, доби	
	У межах I, II кліматич. поясів	У межах III, IV кліматич. поясів
1. Грунтові води:		
а) при наявності гідравлічного зв'язку з водою	400	400
б) при відсутності цього зв'язку	400	200
2. Міжпластові води:		
а) - // - // -	200	200
б) - // - // -	200	100

Межу третього поясу визначають виходячи з наступних умов: якщо за його межами у водоносний пласт надійдуть забруднюючі речовини, вони або не досягнуть водозабірної споруди, або досягнуть її не раніше розрахункового часу, що має складати (або перевищувати) час експлуатації водозабору, що зазвичай приймають 25 років ($\sim 10^4$ діб). Залежно від конкретних гідрогеологічних умов та наявності вихідної інформації розрахунок третього поясу ЗСО можна виконувати графічним, графоаналітичним, аналітичним методами й методом математичного моделювання.

Розрахунок часу вертикального проникнення забруднених вод

При розрахунку другого поясу ЗСО необхідно враховувати час інфільтрації забруднених вод, якщо ЗСО визначають для першого або другого водоносного горизонту, тобто таких, що залягають на невеликій глибині. Повний час, який необхідно брати до розрахунку, включає час інфільтрації та час, за який забруднюючі речовини досягнуть водозабору, якщо рухаються в горизонтальному напрямку:

$$T = t_{\text{верт}} + t_{\text{гориз}}$$

Для ґрунтових вод час вертикального проникнення забруднених вод з поверхні землі через зону аерації товщиною m з коефіцієнтом фільтрації K і ефективною пористістю за формулами:

$$t \approx \frac{m \cdot n}{\sqrt[3]{W^2 \cdot K}} \quad \text{при незначних величинах інфільтрації } (W < K), \text{ і}$$

$t \approx \frac{m \cdot n}{K}$ при просочуванні з повним насиченням пір (інтенсивна інфільтрація, витоки та т.н. ($W > K$)).

При проектуванні ЗСО для міжпластових водоносних горизонтів враховують час міграції через шари слабопроникних порід, що розділяють, наприклад, забруднені ґрунтові води й міжпластовий водоносний горизонт, що експлуатується:

$$t = \frac{n \cdot m^2}{K \cdot \Delta H}$$

де n – ефективна пористість слабопроникних порід, частки од.;

m – товщина слабопроникних порід, м;

K – коефіцієнт фільтрації слабопроникних порід, м/добу;

ΔH – різниця рівня ґрунтових вод і п'єзометричного рівня напірних вод в абсолютних позначках, м.

Як правило, час вертикального проникнення враховують при розрахунку другого поясу ЗСО, якщо водоносний горизонт, що експлуатують, є незахищеним або слабо захищеним. Якщо час вертикального проникнення забруднених вод значно більший, ніж час виживання патогенних мікроорганізмів, другий пояс окремо не розраховують і встановлюють в межах першого.

Розрахунок ЗСО для ізолюваного, необмеженого пласта без урахування руху підземних вод

Розглянемо спрощені умови залягання водоносного горизонту, що експлуатують. Припустимо, що природний потік підземних вод у пласті відсутній, пласт надійно ізолюваний водотривкими шарами, має постійну товщину й необмежений в горизонтальному напрямку. В такому випадку область захвату підземних вод навколо свердловинного водозабору набуде форми циліндру, а в плані – пояси ЗСО матимуть форму кола. Радіус кола можна оцінити виходячи з умов, що у відповідному циліндричному елементі пласта має міститись повний об'єм води, яку витягують водозабором за розрахунковий період часу t :

$$V = Q \cdot t$$

З іншого боку необхідний об'єм порожніх водовмісних порід у даному елементі пласта має складати:

$$V = \pi R^2 \cdot m \cdot n$$

Відповідно, шуканий радіус циліндричного елемента становить:

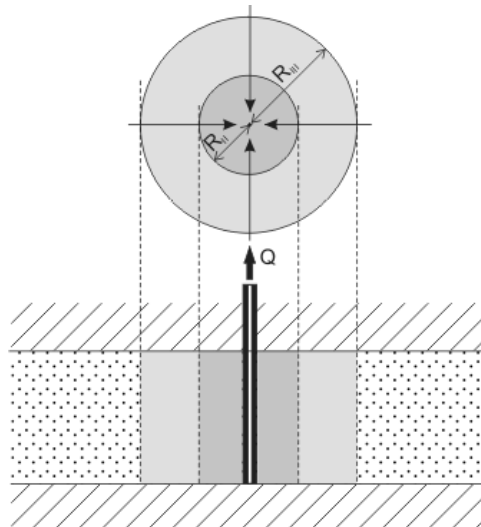
$$R = \sqrt{\frac{Q \cdot t}{\pi \cdot n \cdot m}}$$

де Q – дебіт свердловини, м³/добу

t – розрахунковий час, необхідний для обґрунтування меж поясу, діб

n – активна пористість порід водоносного горизонту, частки од.

m – товщина водоносного горизонту, м



Область захоплення свердловинного водозабору без урахування руху підземних вод

Розрахунок ЗСО для ізолюваного, необмеженого пласта з урахуванням руху підземних вод

У випадку врахування руху підземних вод область зони захвату набуває форми еліпсоїду, витягнутого вгору за потоком, оскільки тут складаються градієнти природного потоку підземних вод і депресійної лійки. При цьому вся область фільтрації в горизонті, що експлуатують, розбивається на наступні елементи:

- область живлення водозабору, що обмежена нейтральною лінією току з водорозділовою точкою N, що видалена на відстань X_b по осі X від водозабору. Частишки води, що знаходяться за нейтральною лінією, не зможуть потрапити до водозабору;
- область захвату, яка формується за час роботи водозабору. Всі частки води всередині цієї області до кінця розрахункового періоду часу надійдуть до водозабору.

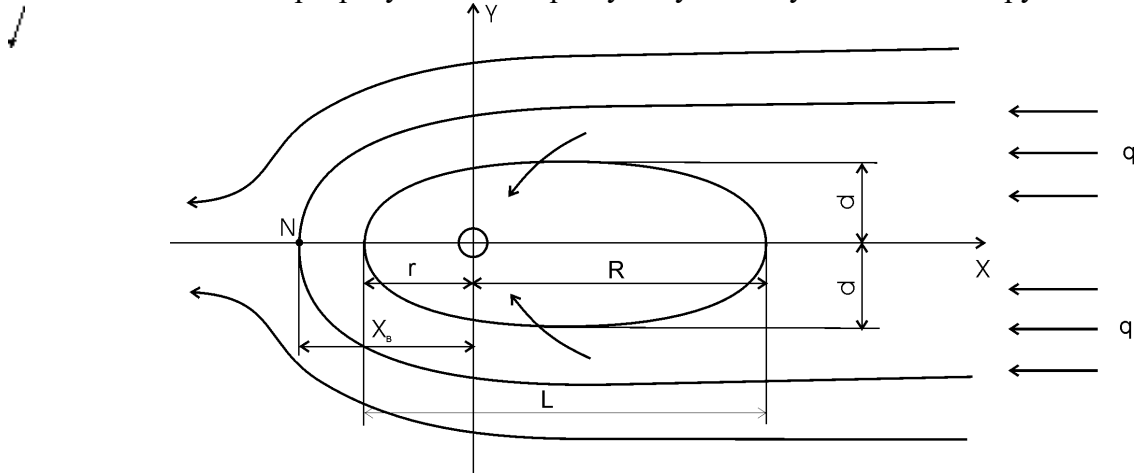


Схема зони санітарної охорони водозабору

Розрахунок поясів другого й третього поясів ЗСО зводиться до розрахунку радіусів r , R та напівширини d отриманих еліпсів.

Алгоритм розрахунку:

1. Визначають відстань X_b по осі X від водозабору до водорозділової точки N, що знаходиться на нейтральній лінії току:

$$X_b = \frac{Q}{2\pi q}; \quad q = K \cdot i \cdot m$$

де Q – дебіт свердловини, м³/добу

q – питома витрата потоку підземних вод, м²/добу;

K – коефіцієнт фільтрації водоносного горизонту, м/добу;

i – уклон потоку підземних вод, частки од.;

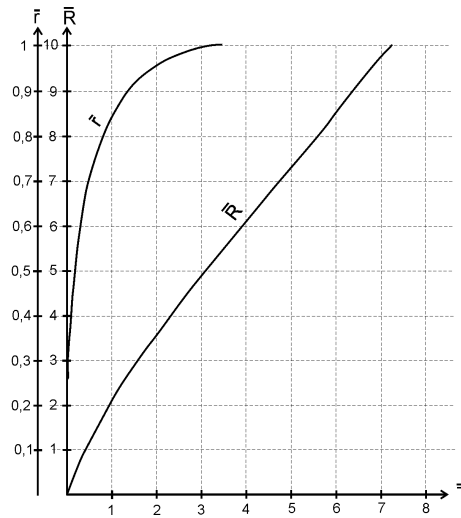
m – товщина водоносного горизонту, м.

2. Визначають розрахунковий параметр \bar{T} :

$$\bar{T} = \frac{q \cdot t}{X_b \cdot m \cdot n}$$

де t – час, необхідний для обґрунтування меж поясу, діб.

Залежно від отриманого параметра \bar{T} , за графіком визначають значення розрахункових радіусів \bar{r} і \bar{R} . За умови $\bar{T} > 8$ величину \bar{r} приймають за 1, а \bar{R} приблизно можна прийняти рівним $\bar{T} + 3$.



Графік для визначення довжини ЗСО

3. Визначають радіуси й довжину поясу ЗСО, використовуючи наступні відношення:

$$R = \bar{R} \cdot X_e, \quad r = \bar{r} \cdot X_e;$$

$$L = R + r,$$

де r – довжина поясу вниз за потоком, м;

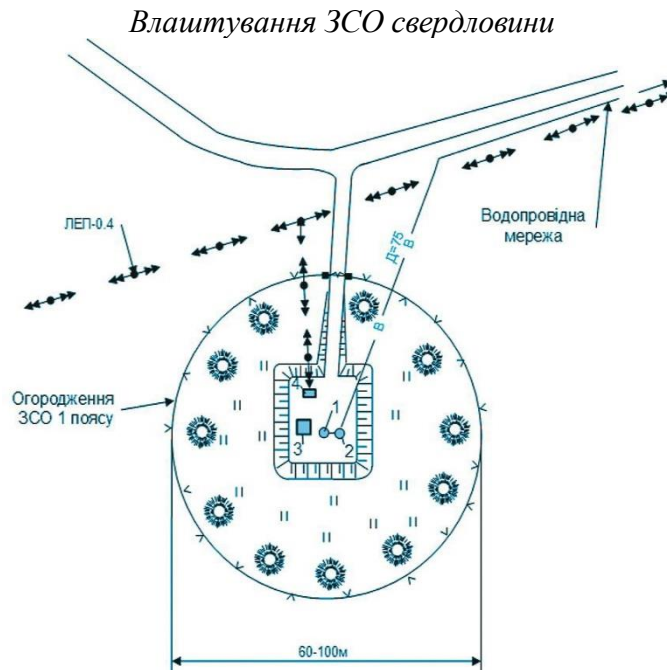
R – довжина поясу вверх за потоком, м.

Напівширину отриманого поясу можна обчислити за формулою:

$$d = \frac{2tQ}{\pi mnL},$$

де L – довжина поясу, м.

На місцевості пояс ЗСО встановлюється у вигляді прямокутника, у який вписаний розрахований еліпс.



- 1 – свердловина; 2 – колодязь з арматурою; 3 – павільйон з апаратурою керування;
4 – трансформаторна підстанція.

ЛР 8. ОБЛІК ПІДЗЕМНИХ ВОД (форма 7-ГР “Підземні води”, форма 2-ТП “Водгосп”)

Державний облік підземних вод (ПВ) на рівні водокористувачів полягає у щорічній звітності за формою 7-ГР (підземні води) та формою 2-ТП ”Водгосп”.

Форма звітності 7-ГР (підземні води) (річна) “Звітний баланс використання підземних вод за 20__ рік”. [Інструкція із заповнення форми зв... | від 14.03.2016 № 97 \(rada.gov.ua\)](#)

Міністерство екології та природних ресурсів України (нині Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України) затвердило Інструкцію із заповнення цієї форми звітності 14.03.2016 р. Її запроваджено з метою здійснення обліку запасів і ресурсів ПВ, отримання систематизованої інформації про їхню кількість, якість, ступінь геологічної й техніко-економічної вивченості і промислового освоєння, а також відомостей про видобуток і втрати ПВ для прийняття управлінських рішень щодо забезпеченості економіки країни достовірними й вірогідними їх запасами.

Форму 7-ГР до 20 січня наступного за звітним року до Держгеонадр подають користувачі надр, що здійснюють користування надрами на підставі та в межах ділянки (родовища) надр, визначеної (визначеного) спеціальним дозволом на користування надрами. Форму заповняють суб’єкти господарювання незалежно від організаційно-правової форми, які здійснюють господарську діяльність з геологічного вивчення, у т. ч. дослідно-промислового розробку та видобування ПВ, які провадяться на ділянках надр у межах території України та її континентального шельфу і виключної (морської) економічної зони на підставі спеціальних дозволів на користування надрами.

Форма 7-ГР подається в паперовому й електронному вигляді.

Ґрунтується на таких нормативних актах:

- 1) [Кодекс України про надра](#);
- 2) [Водний кодекс України](#);
- 3) [Положення про Державну службу геології та надр України](#);
- 4) [постанова КМУ від 2.03.1993 № 150 “Про Державний фонд родовищ корисних копалин України”](#);
- 5) [Порядок державного обліку родовищ, запасів і проявів корисних копалин](#) (постанова Кабміну України);
- 6) [Класифікація запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр](#) (постанова Кабміну України);
- 7) [Інструкція із застосування Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ питних і технічних ПВ](#);
- 8) [Інструкція із застосування Класифікації запасів і ресурсів КК державного фонду надр до родовищ мінеральних підземних вод](#);
- 9) [Інструкція про зміст, оформлення та порядок подання до ДКЗ України матеріалів геолого-економічної оцінки родовищ мінеральних ПВ](#);
- 10) [Інструкція про зміст, оформлення та порядок подання до ДКЗ України матеріалів геолого-економічної оцінки родовищ питних і технічних ПВ](#);
- 11) [Інструкція із застосування Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ теплоенергетичних ПВ](#);
- 12) [Інструкція про зміст, оформлення та порядок подання до ДКЗ України матеріалів попередньої геолого-економічної оцінки родовищ ПВ](#);
- 13) [Інструкція із застосування Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ промислових ПВ](#);

14) [Державні санітарні норми та правила “Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною” \(ДСанПіН 2.2.4-171-10\).](#)

Форма 7-ГР заповнюється на підставі таких первинних документів:

- 1) спеціальний дозвіл на користування надрами;
- 2) паспорт артезіанської свердловини;
- 3) облікова картка артезіанської свердловини;
- 4) журнал вимірювання динамічного рівня ПВ;
- 5) журнал обліку відбирання ПВ;
- 6) щоквартальний хімічний аналіз ПВ.

Держгеонадра України здійснює контроль за своєчасним поданням користувачами надр форми 7-ГР, перевіряє відповідність зазначених відомостей вимогам відповідної Інструкції та інших нормативно-правових актів, надає методичну допомогу з питань складання форми 7-ГР, вживає заходи для інформаційно-технічного забезпечення, інформаційно-аналітичного супроводу робіт щодо звітності про стан запасів корисних копалин, їх зміни та ведення електронної бази державного балансу запасів корисних копалин.

Порядок заповнення форми 7-ГР

У графах форми 7-ГР (<https://geoinf.kiev.ua/wp/wp-content/uploads/2015/02/7gr.pdf>) відображають таке:

- графа 1 – номер за порядком;
- графа 2 – у чисельнику – назва родовища, ділянки або водозабору; у знаменнику – місце розташування свердловини, номер спеціального дозволу на користування надрами, дата видачі, термін дії;
- графа 3 – у чисельнику – відомчий номер свердловини; у знаменнику – номер свердловини за паспортом артезіанської свердловини;
- графа 4 – у чисельнику – рік буріння свердловини; у знаменнику – рік початку експлуатації свердловини;
- графа 5 – геологічний індекс водоносного горизонту (визначається в інтервалі установки фільтрової частини свердловини);
- графа 6 – у чисельнику – глибина свердловини від поверхні землі, м; у знаменнику – абсолютна позначка гирла свердловини, м;
- графа 7 – дебіт (продуктивність) свердловини – фактичний видобуток за одиницю часу, м³/год;
- графа 8 – у чисельнику – кількість видобутої води зі свердловини за звітний рік, тис. куб. м; у знаменнику – кількість годин роботи насосного обладнання у звітному році;
- графи 9–15 – використання ПВ за потребами:*
 - графа 9 – господарсько-питне водопостачання (ГПВ);
 - графа 10 – виробничо-технічне водопостачання (ВТВ);
 - графа 11 – комерційно-торговельне використання (розлив у пляшки);
 - графа 12 – використання ПВ для зрошування сільськогосподарських земель (зрошування);
 - графа 13 – використання для бальнеологічних цілей (Б);
 - графа 14 – лікувальні ПВ (ЛПВ);
 - графа 15 – скид ПВ без використання;
 - графи 16–18 – заміри статичного рівня ПВ у свердловині слід виконувати згідно з умовами спеціального водокористування. Якщо кількість замірів перевищує один раз за квартал, то необхідно додатково надати інформацію про кількість замірів, де вказати дату заміру і глибину до води. Точність замірів $\pm 0,01$ м;
 - графи 19–25 – контроль за якістю ПВ виконується по кожній свердловині згідно з умовами спеціального водокористування. Хімічний склад води визначається відповідно до затверджених державних санітарних правил і норм. Обов’язково визначати такі компоненти:

аніони – хлориди, сульфати, гідрокарбонати; катіони – Ca^{2+} , Mg^{2+} , сума Na^+ і K^+ . Хімічні елементи, вміст яких $< 1,0 \text{ мг/дм}^3$, показують до третього знака після коми;

графа 26 – хімічні речовини, вміст яких перевищує ГДК для питних вод; для мінеральних та промислових ПВ – спеціальні компоненти, які характерні для цього типу води; вміст мікрокомпонентів, токсичних мікроелементів 1-го та 2-го класів небезпеки, радіонуклідів, пестицидів, органічних сполук – відповідно до затверджених державних санітарних правил і норм;

графи 27–29 – дані наводять тільки для теплоенергетичних вод;

графа 30 – технічний стан свердловини (діюча, у ремонті, затампонована, спостережна).

Форма звітності 2ТП-водгосп (річна) “Звіт про використання води за 20__ рік”.

Державний облік водокористування ведеться з метою забезпечення складання ДВК за розділом “Водокористування”, а також систематизації даних про забір і використання поверхневих і підземних вод, скидання зворотних вод та забруднювальних речовин, наявність систем оборотного водопостачання та їхню потужність, про діючі системи очищення стічних вод та їхню ефективність.

У 2015 р. Міністерство екології та природних ресурсів України затвердило “Порядок ведення державного обліку водокористування” і відповідну форму звітності (редакція від 29.03.2022 р.). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0382-15/conv#Text>

Форму 2ТП-водгосп (Звіт) заповнюють водокористувачі ***і поверхневих, і підземних вод.***

Під час державного обліку водокористування систематизуються дані про водокористувачів, які здійснюють діяльність, пов’язану із забором та/або використанням води, скиданням зворотних (стічних) вод та забруднювальних речовин, та:

– здійснюють забір води із поверхневих та **підземних** водних об’єктів в обсязі від 5 метрів кубічних води на добу;

– забирають воду з водопровідних мереж або інших систем водопостачання в обсязі від 5 метрів кубічних води на добу (у середньому протягом календарного року) і передають зворотні (стічні) води до систем водовідведення;

– забирають воду для зрошення в обсязі від 5 метрів кубічних води на добу (у середньому протягом зрошувального періоду);

– мають сезонний режим роботи та забирають воду в обсязі від 5 метрів кубічних води на добу (у середньому протягом періоду його роботи у межах календарного року);

– мають оборотні системи водопостачання загальною потужністю 1000 метрів кубічних води на добу і більше незалежно від кількості забраної (отриманої) води;

– використовують воду для виробництва напоїв незалежно від кількості води;

– здійснюють скид (незалежно від об’єму) зворотних (стічних) вод безпосередньо у водні об’єкти та **підземні** горизонти;

– віднесені до галузі гідроенергетики;

– користуються водними об’єктами для рибогосподарських потреб (крім суден флоту рибної промисловості).

Організація ведення державного обліку водокористування здійснюється Держводагентством. Звітним періодом є календарний рік. Водокористувачі не пізніше 01 лютого наступного за звітним року подають Звіти до організацій, що належать до сфери управління Держводагентства.

Інформація, що міститься у Звіті, – це первинні дані про водокористувача та його водогосподарську діяльність.

Звіт складають на підставі даних первинного обліку водокористування згідно з показниками засобів вимірювальної техніки, результатів вимірювань показників якості води (не

менше ніж один раз на квартал), які подаються до організацій, що належать до сфери управління Держводагентства, разом зі Звітом. За відсутності засобів вимірювальної техніки Звіт складається за технологічними даними (з використанням побічних методів обліку).

Повний текст інструкції щодо заповнення таблиць Звіту див. тут:

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0382-15/conv#Text>