

КОНСТРУКТИВНА ГЕОГРАФІЯ ТА ГЕОЕКОЛОГІЯ

УДК 556.3 (477.43)

Олександра МОРОЗ, Мирослав СИВИЙ

**ПРО ПРИРОДНУ ЗАХИЩЕНІСТЬ ПІДЗЕМНИХ ВОД
ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Забруднення та виснаження поверхневих вод, зростання чисельності водокористувачів зумовлюють необхідність розширення використання підземних вод. Практично повсюдне поширення, значні ресурси, висока якість, економічність видобування, відсутність потреби в доочистці дозволяють залучати їх для централізованого питного водопостачання та у технологічні цикли підприємств різних галузей. Підземні води – ресурс практично не вичерпний, якщо не міняється екосистема їх формування. Серед основних показників екологічної стійкості територій виділяється, зокрема, і захищеність підземних вод від забруднення, під якою розуміємо ступінь захисту водоносного горизонту від поверхневих забруднювачів. Загалом захищеність визначається трьома групами чинників: природними, техногенними і фізико-хімічними.

Основними природними чинниками є: наявність у розрізі слабопроникних порід; глибина залягання підземних вод; літологічні і фільтраційні характеристики перекриваючих порід; сорбційні властивості порід та ін.

До техногенних чинників відносять насамперед умови знаходження на поверхні забруднювачів (шламосховища, поля фільтрації, зрошення стічними водами тощо) і характер проникнення їх у підземні води.

Фізико-хімічні чинники – це специфічні властивості забруднюючих речовин, їх міграційна здатність, хімічна стійкість, взаємодія з гірськими породами і підземними водами [2].

Врахування усіх чинників захищеності підземних вод вимагає детального вивчення фільтрації забруднюючих речовин, їх фізико-хімічних особливостей та техногенних умов території.

При регіональних дослідженнях можна обмежитись вивченням лише природних чинників захищеності. У практиці гідрологічних побудов використовується якісна оцінка захищеності підземних (грунтових) вод за сумою балів на основі трьох показників [2, 3, 4]:

- глибини залягання рівня ґрунтових вод (Н);
- потужності слабопроникних відкладів у зоні аерації (m);
- літології цих відкладів, які об'єднуються у групи: а) супіски, глинисті піски, легкі суглинки (коефіцієнти фільтрації (K_{ϕ}) - 0,1-0,01м/добу); б) важкі суглинки, піщані глини (K_{ϕ} - 0,01-0,001 м/добу); в) глини (K_{ϕ} - <0,001 м/добу). А.Я.Смирнова [4], окрім того, відносить до першої групи слаботріщинуваті крейду, мергель, опоку; до третьої – монолітні крейду, мергель і опоку; до другої – поєднання порід першої і третьої груп.

Кожному показнику (Н, m з врахуванням груп а, б і в) присвоюється певна кількість балів, а за сукупністю показників визначається сума балів, властива конкретним умовам зони аерації, яка перекриває ґрунтові води і характеризує їх захищеність. Різним категоріям захищеності відповідають свої суми балів; більша сума балів характеризує кращі умови захищеності підземних вод. За показником захищеності (Е) В.М.Гольдберг [2] пропонує виділяти шість категорій захищеності ґрунтових вод. Найнесприятливіші умови захищеності відповідають категорії I ($E \leq 5$), найсприятливіші – категорії VI ($E > 25$).

Інформація про захищеність ґрунтових вод дозволяє:

- планувати оптимальне розташування промислових об'єктів, сховищ небезпечних речовин, відстійників тощо з метою уникнення чи мінімізації їх негативного впливу на горизонти підземних вод;

- диференціювати обсяги природоохоронної діяльності підприємств на територіях з різною захищеністю;
- обґрунтовувати розміри природоохоронних зон навколо гідротехнічних споруд;
- об'єктивно оцінювати ресурси підземних вод, придатних для використання у конкретних галузях господарства.

Роботи, присвячені оцінці природної захищеності ґрунтових вод – нечисленні. В опублікованих працях (Н.В.Роговська, 1967; Е.О.Чабан, 1972; В.М.Гольдберг, 1975; Ф.М.Бочевєр, М.М.Лапшин, А.Є.Орадовська, 1979; А.Я.Смирнова, Л.В.Умнякова, В.М.Гольдберг, 1986 та ін.) розглядаються методичні проблеми оцінки захищеності ґрунтових вод, оцінюється природна захищеність вод окремих регіонів. Цікаві узагальнення під час розробки методичного забезпечення побудови гідрогеологічного блоку Урядової інформаційно-аналітичної системи надзвичайних ситуацій викладено у роботі [7]. В основу дослідження покладено поділ території України на ландшафтно-гідрогеологічні комплекси – базу для визначення рівня ризику настання надзвичайних ситуацій під впливом забруднення підземних вод. В усіх перерахованих роботах аналізуються якісні характеристики захищеності підземних вод, кількісне оцінювання рекомендується лише для локальних ділянок і потребує проведення додаткових спеціальних досліджень.

В основу визначення захищеності ґрунтових вод Тернопільщини покладена методика В.М. Гольдберга, доповнена авторським варіантом обрахунку впливу карсту. При цьому провідне значення надавалося глибині залягання водоносних горизонтів, потужності і складу зон аерації (зокрема, водотривів), ступеню закарстованості території. При побудові схем, складанні зведених таблиць оцінок захищеності ґрунтових вод у районних центрах області використані фондові матеріали МП “Тернопільводпроект”, Тернопільської обласної санітарно-епідеміологічної станції, Державного управління екології та природних ресурсів у Тернопільській області, літературні джерела.

Зона аерації на теренах області складена відкладами антропогенової, неогенової, крейдової, юрської, девонської, силурійської систем. Потужність фільтраційної товщі міняється від 0,3 до 70-120 м, що поряд з літологічною різноманітністю порід створює різні умови захищеності ґрунтових вод.

За даними пробурених свердловин, антропогенові відклади представлені переважно лесами з прошарками палеоґрунтів і внизу переходять у глини вапняковисті, інколи з уламками вапняків. Спорадично поширені розрізи, верхні частини яких складені суглинками і супісками; зустрічаються проверстки піску, у Подністров’ї – гравійно-галечникові відклади. Потужність антропогенових порід змінюється від 1-2 до 34 м (в середньому 7-10 м).

Неогенові відклади складені переважно вапняками з проверстками глин, глинистими вапняками з проверстками вапняків, рідше – пісків. Розрізи, у верхній частині яких залягають піски, супіски, трапляються рідко.

Крейдова система представлена у північних районах області писальною крейдою зі стяжіннями кременів, у північно-західних – крейдоподібними вапняками, у західних – мергелями, мергелистими пісковиками, у Подністров’ї – конгломератами, кварцово-глауконітовими пісками, пісковиками, вапняками, опоками, спонголітами тощо. На північному заході потужність відкладів сягає 80-130 м, у напрямку на південний схід вона суттєво зменшується.

Юрські відклади виявлено у південно-західній частині області на вододілі Стрипи – Золотої Липи. Представлені вони тріщинуватими вапняками, пісковиками, конгломератами, глинами. Глибина залягання зростає з півдня (13-100 м) на північний захід (169-226 м).

Девонські відклади у центральній та південній частинах області залягають неглибоко і перекриваються лише породами неогену та антропогену. Складені перешаруванням червоноколірних алевролітів, аргілітів і пісковиків.

Вздовж східної периферії області неглибоко залягають і розкриваються ріками породи

силурийської системи. Перекриваються вони крейдовими, неогеновими та антропогеновими відкладами і представлені перешаруванням вапняків, доломітів, мергелів, аргілітів та алевролітів.

Можливості інфільтрації забруднених вод з поверхні у водоносні горизонти пов'язані з літологічними особливостями зони аерації, потужністю слабкопроникних відкладів, ступенем закарстованості поверхні, рельєфом місцевості. Проникність порід навіть у межах одного генетичного горизонту може значно змінюватись. Дуже чітко це проявляється у породах антропогену, зокрема ґрунтах. Більшість ґрунтів до глибини 0,5-0,7м складені добре проникними породами з K_f 4,5-0,2 м/добу, поступово цей показник знижується і у глеевих середньо- і важкопроникних ґрунтах сягає 0,0027-0,0011 м/добу. У лесах є прошарки викопних ґрунтів, які відносимо до середньо- і важкопроникних.

Підземні води області приурочені до відкладів антропогенової (алювіальні та елювіально-делювіальні водоносні горизонти (ВГ)), неогенової (сарматський і тортонський ВГ), крейдової (сенон-туронський, сеноманський ВГ), юрської, девонської і силурийської систем. Несуцільні водотриви, карстові явища зумовлюють гідравлічний зв'язок між окремими горизонтами.

Антропогеновий і неогеновий водоносний горизонти не вирізняються значними ресурсами і живлять в основному криниці. У Зборівському, Чортківському, Гусятинському районах тортонські відклади містять самостійний водоносний горизонт, який поряд з силурийським використовується для промислового та господарського водопостачання. Крейдові відклади обводнені майже на всій площі розповсюдження (на північний захід від лінії Шумськ-Бучач). На південному заході вони перекривають юрський ВГ і знаходяться з ним у гідравлічному зв'язку. Девонські відклади занурюються у південно-західному напрямку і ВГ у них поступово переходить у напірний. На сході області неглибоко залягає силурийський ВГ, на півночі він покривається обводненими породами крейди, на півдні – неогену.

Аналіз гідрогеологічних розрізів показує, що глибина залягання ґрунтових вод на території області міняється у широких межах: від 0,3 м біля урізу води в ріках до 113 м (с.Лазарівка Монастириського району) на вододілах і визначається загалом такими чинниками як характер рельєфу, кліматичні умови, геологічні та карстові особливості місцевості.

Так, у Малому Поліссі на заплаві р.Іква дзеркало ґрунтових вод встановлене на глибині 0,3-5м і не опускається нижче 10м, що підтверджується відносно вирівняним рельєфом і поширенням заболочених ділянок. На вододілах в районах сіл Града, Будки рівень вод знижується до 20-30, інколи 37м. Для Кременецького горбогір'я характерне глибоке залягання ґрунтових вод (>40м, що пояснюється тріщинуватістю порід і значною розчленованістю рельєфу). Заплави рр. Вілія і Горинь та їх допливів поблизу границь області також досить заболочені і води залягають тут на глибинах 3-5м, на гіпсометрично вищих ділянках – до 20-30м.

У центральній та південній частинах області простягання гідроізобат близьке до меридіонального і загалом повторює ізогіпси рельєфу. Широка заболочена заплава і водосховища р.Серет зумовлюють високий (0,2-8м) рівень ґрунтових вод. До 8-10м від поверхні залягають ґрунтові води у заплавах рр. Золота Липа, Стрипа, Гнізна, тоді як на вододілах їх дзеркало опускається на глибини 25-35м (до 56м біля с. Воробіївка Зборівського району).

На південь від смт.Микулинці потужність зони аерації зростає завдяки значній закарстованості та глибокому розчленуванню території. Неширокі заплави з рівнем вод 1-7м швидко переходять у тераси і вододіли; у Подністров'ї, де ерозійні врізи русел рік досягають 90-120 м, глибина залягання ґрунтових вод на вододілах перевищує 60-70м (Борщівський, Заліщицький, Бучацький райони).

Особливістю Тернопільської області є значне поширення карстових явищ поверхневого і похованого типу, що через порушення зони аерації, гідравлічний зв'язок з ріками і сусідніми водоносними горизонтами негативно впливає на захищеність підземних вод. Закарстовані породи відносяться до силурійської, девонської, крейдової, неогенових систем [5], частина тріщин залікована кальцитом, піритом, бітумом, глиноземом та ін. А.Д.Кучерук (1976) за ступенем закарстованості виділив чотири групи ділянок, навів схему їх поширення і охарактеризував фільтраційні властивості.

Різні форми та етапи карстування території потребують диференційованого підходу до визначення його впливу на гідрогеологічні характеристики відкладів. Пропонується наступний спосіб врахування закарстованості порід при оцінці захищеності підземних вод.

Кількісна чи якісна характеристики захищеності водоносного горизонту ґрунтуються на оцінці часу проникнення інфільтрату у водоносну товщу. Врахування карстопроявів вимагає оцінки впливу карсту на час фільтрації забрудника. При оцінці необхідно насамперед врахувати відсоток закарстованості ділянки та тип карсту. Маючи відсоток поширення кожного типу карсту, обраховуємо середню захищеність по кожній свердловині $E_{сер}$:

$$E_{сер} = \frac{E_0 \cdot K_{к0} + E_{1сер} \cdot K_{к1} + \dots + E_{4сер} \cdot K_{к4}}{100\%}; \quad \sum_{n=0}^4 K_{кn} = 100\%; \quad [1]$$

де $E_1 \dots E_n$ - захищеність ділянок різних етапів карстування (в балах);

E_0 - захищеність в точці, що не є закарстованою (в балах);

$K_{к1} \dots K_{кn}$ - коефіцієнти поширення ділянок різних етапів карстування, %;

$K_{к0}$ - коефіцієнти поширення непорушених ділянок, %.

Захищеність в балах визначаємо, враховуючи час фільтрації у водоносний горизонт:

$$t_{\phi} = \frac{H}{K_{\phi}}, \quad [2] \text{ де } t_{\phi} - \text{час фільтрації; } K_{\phi} - \text{коефіцієнт фільтрації (м/добу); } H - \text{глибина}$$

залягання водоносного горизонту.

$$K_{кn} \equiv \frac{S_n}{S_0} \cdot 100\%, \quad [3] \text{ де } S_0 - \text{загальна площа території, що досліджується; } S_n - \text{площа}$$

карстопроявів певного типу на досліджуваній території.

В основу розподілу балів за часом фільтрації речовин взято категорії захищеності за кількісною оцінкою В.М.Гольдберга з уточненнями [2].

Таблиця 1

Градація часу фільтрації забрудників через карстопрояви

| Категорії захищеності | | | | | | | |
|-----------------------|------|-------------------|------|-------------------|------|-------------------|------|
| I | | II | | III | | IV | |
| t_{ϕ} , доби | бали | t_{ϕ} , доби | бали | t_{ϕ} , доби | бали | t_{ϕ} , доби | бали |
| 1-2 | 1 | 11-15 | 6 | 51-57 | 11 | 101-115 | 16 |
| 3-4 | 2 | 16-22 | 7 | 58-66 | 12 | 116-132 | 17 |
| 5-6 | 3 | 23-30 | 8 | 67-76 | 13 | 133-152 | 18 |
| 7-8 | 4 | 31-40 | 9 | 77-88 | 14 | 153-175 | 19 |
| 9-10 | 5 | 41-50 | 10 | 89-100 | 15 | 176-200 | 20 |

Кучерук А.Д. при аналізі закарстованості західної частини Поділля склав схему закарстованості, взяту нами за основу при підрахунках. Він виділяє чотири ступені закарстованості і подає ряд коефіцієнтів фільтрації, притаманних кожному. Відповідно, визначаємо середню захищеність ділянки, переводячи час фільтрації (формула 2) у бали (таблиця 1). Наприклад, захищеність однієї з свердловин Кременця без врахування закарстованості – 36 балів (E_0). Оскільки місто знаходиться на сильно закарстованій

території (3-й тип) з K_{ϕ} 4,6; 23; 28 м/добу [5], то час проникнення забрудника у водоносний горизонт на глибину 72 м становитиме відповідно 15,7; 3,1; 2,6 доби (а це 6; 2 і 1 бали за табл. 1). Середню захищеність обрахуємо, виходячи із $K_{\kappa 0}$ 60% і $K_{\kappa 3}$ 30% :

$$E_{\text{сер}} = \frac{E_0 \cdot K_{\kappa 0} + 0 + 0 + E_{\text{сер3}} \cdot K_{\kappa 3} + 0}{100} = \frac{36 \cdot 0.6 + \frac{1+2+6}{3} \cdot 0.3}{100} = 22 \text{ бали, що відповідає}$$

IV категорії, тобто захищеність знизилась на дві позиції.

Різноманітність геологічних і геоморфологічних умов є причиною значної мінливості захищеності підземних вод області (рис.1). На заплавах, невисоких терасах, вздовж водосховищ підземні води мають I чи II категорію захищеності. Більшу частину території Тернопілля можна назвати умовно захищеною чи захищеною – це вододіли з потужною зоною аерації, порушеною поверхневим карстом, та площі некарстовані, проте з порівняно неглибоким (30-40 м на схилах і вододілах) рівнем вод. Якщо на півночі області забруднення потрапляє в основному внаслідок вертикальної інфільтрації, то на півдні, в умовах поширеного карсту й активного зв'язку річкових вод з підземними (коефіцієнт зв'язку тут сягає 0,75-0,93) є висока ймовірність горизонтального лінійного забруднення.

Невелику частину ґрунтових вод можна назвати добре і дуже добре захищеними. Є вони не лише на територіях суцільних водотривів, а й , що важливо, на ділянках розвитку карсту, де через різні обставини (закальматованість тріщин, неглибоке карстування) швидкість фільтрації є обмежена. Локальними зонами підвищеного ризику є ділянки інтенсивного розвитку поверхневого карсту з дуже високими швидкостями руху вод.

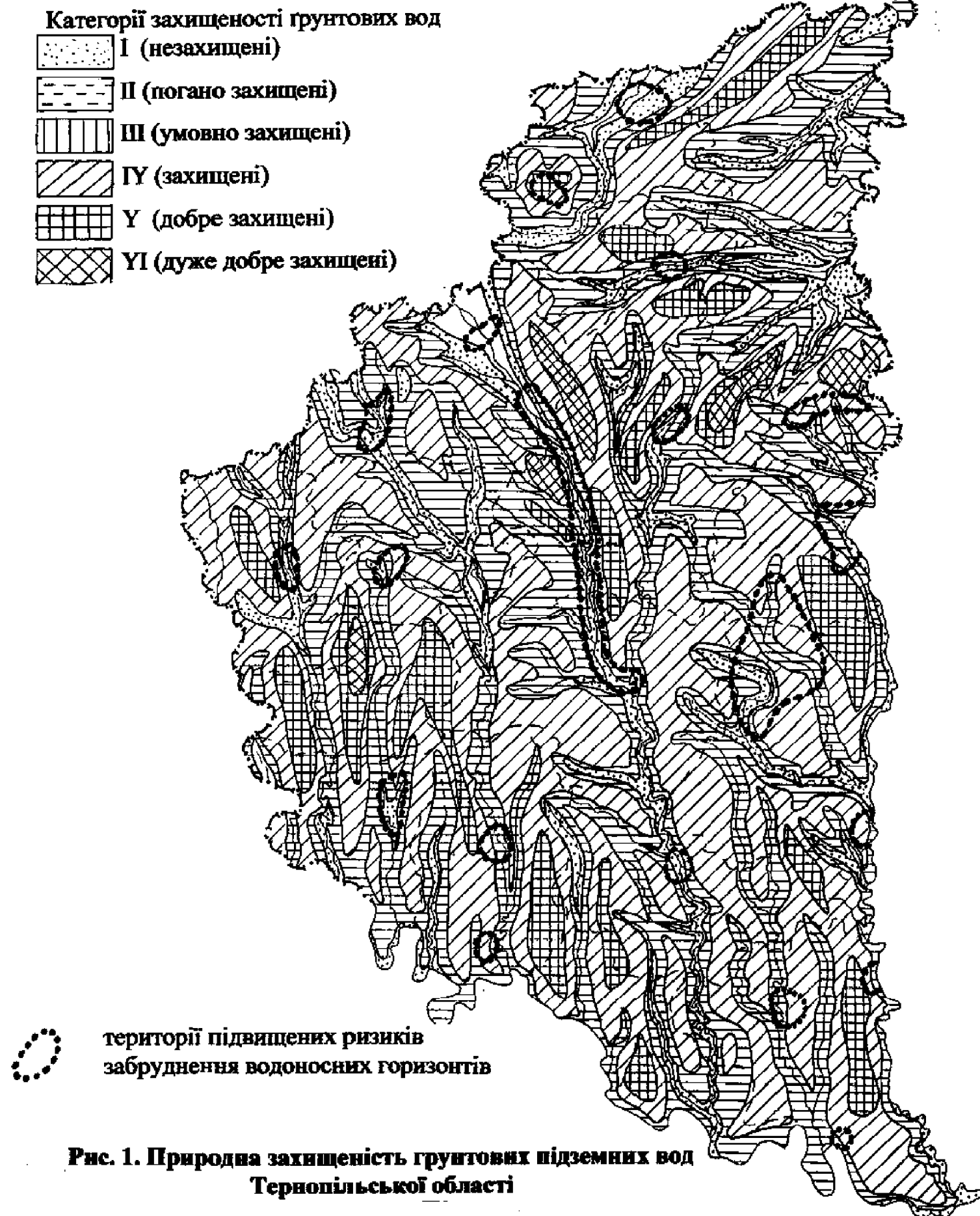
Аналіз умов захищеності підземних вод районних центрів області проводився для усіх водоносних горизонтів. Найменш захищеними є води неогену, особливо у понижених ділянках, біля рік (I-II категорії). Крейдений горизонт можна вважати захищеним у Бережанах, Бучачі, Збаражі, Кременці, Тернополі, Шумську. Водоносні товщі, що залягають нижче, не зазнають значного впливу карсту і тріщинуватості тому є добре і дуже добре захищеними.

При виборі водоносного горизонту для експлуатації необхідно враховувати не лише його захищеність, а й наявність на даній території об'єктів-забруднювачів. За інформацією Управління екобезпеки та санепідемстанції області, в області зафіксовано 187 об'єктів, що викидають стічні води у поверхневі водойми. Протягом 2002 р. у басейн Дністра 15 підприємств скинули 2370,27 т забруднюючих речовин; у басейн Дніпра від 5-ти підприємств надійшло 626,94 т.

Стан і функціонування водогонів області не відповідає вимогам водного та інших природоохоронних законодавств, що підтверджене обласною прокуратурою. Порушення зон санітарної охорони і окремих поясів особливого режиму (випас худоби, розорювання земель із застосуванням міндобрив), фізична зношеність обладнання, часті (від 42 до 200 у кожному районі) прориви водогонів спричиняють забруднення підземних вод.

Складною є проблема із сміттєзвалищами. Понад 90% сільських сміттєзвалищ не паспортизовані, у деяких селах територія для них взагалі не виділена. Згідно актів обстеження стан міських сміттєзвалищ теж незадовільний. У с.Малашівці територія рекультивованої частини сміттєзвалища повністю розрита, що при незначних атмосферних опадах може сприяти попаданню фільтру у підземний водоносний горизонт міського водозабору. На сміттєзвалищах є і такі природні об'єкти, як джерела (сmt. Мельниця-Подільська, сmt. Хоростків, м. Козова), потічки (сmt. Хоростків), стояння ґрунтових вод (цукровий завод – філія “Поділля”), ріка (м. Козова – р. Стрипа). Джерелами небезпеки можуть бути і очисні споруди, хоча частина з них не функціонує або працює не на повну потужність.

Більшість названих об'єктів розташовані на території з погано або умовно захищеними



підземними водами, що вимагає особливого контролю за їх технічним станом і роботою.

Заходи, що зазвичай проводяться для охорони підземних вод, поділяють на технічні, технологічні, профілактичні і захисні. Для Тернопільської області можна рекомендувати наступне:

- припинити захоронення відходів у “небезпечні” для підземних вод місця (у с.Малашівка, смт. Мельниця-Подільська, Хоростків, Козова);

- вдосконалити систему захоронень відходів, облік їх надходження; встановити контрольні водозабори на можливому шляху перенесення забруднених вод;
- оновити систему водозаборів, їх охоронних зон, санітарних зон довкола очисних споруд;
- посилити моніторинг викидів забруднених вод у поверхневі водойми області природоохоронними організаціями.

Висновки:

1. В господарсько-промисловому використанні у Тернопільській області домінують підземні води неогенової, крейдової, юрської, девонської, силурійської систем.
2. Між водоносними горизонтами часто існує гідравлічний зв'язок, що зумовлює їх спільне використання і підвищує ризики перетоку забрудників з одного горизонту в інший.
3. Специфічною рисою підземних вод Тернопільської області є помітна амплітуда глибин їх залягання в долинах рік та на вододілах завдяки глибокому ерозійному врізу (особливо у Придністров'ї).
4. Більшу частину території області можна вважати умовно захищеною чи захищеною (III – IV категорії); низька захищеність ґрунтових вод спостерігається на заплавах, невисоких терасах вздовж водойм (I – II категорії).
5. Закарстованість значних територій, вимагає врахування цього чинника при оцінюванні захищеності підземних вод, що призводить до зменшення категорій захищеності у середньому на 1-2 позиції. Тому ділянки Подністров'я, на 60% охоплені поверхневим карстом, віднесено до IV категорії, хоч води залягають тут досить глибоко і мають значні тріщинуваті водотриви.
6. Для мінімізації екологічних ризиків при будівництві та експлуатації небезпечних для підземних водоносних горизонтів об'єктів необхідне обов'язкове врахування їх природної захищеності.

Література:

1. Баби́нец А.Е., Боровский Б.В., Шесто́палов В.М. и др. Формирование эксплуатационных ресурсов подземных вод платформенных структур Украины. - К.:Наук.думка, 1979.–216с.
2. Гольдберг В.М. Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной среды. -Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 247с.
3. Гольдберг В.М. Методы оценки защищенности подземных вод от загрязнения.// Изучение условий защищенности подземных вод: Сб. науч. трудов/ ВНИИ гидрогеол. и инжен. геол.(ред. Кузнецова В.И.). -М., ВСЕГИНГЕО, 1986. – 137с.
4. Грунтовые воды и их естественная защищенность на территории Воронежской области/ Смирнова А.Я., Умнякова Я. В., Гольдберг В.М.. – Воронеж: Изд-во Воронежского университета, 1986 – 107с.
5. Кучерук А.Д. Карст Подолья. -К.: Наук. думка, 1976. – 200с.
6. Підземні води західних областей України. Відп. ред. Штогрин О.Д. і Гавриленко К.С.. – К.: Наук. думка, 1968. – 316с.
7. Рубан А.С. Ландшафтні гідрогеологічні комплекси як основа визначення величин ризику виникнення надзвичайних ситуацій унаслідок забруднення підземних вод.// Мінеральні ресурси України, 2004. – №2. – С.29 – 32.

Summary:

Olexandra MOROZ, Myroslav SYVYJ. ABOUT THE NATURAL PROTECTION OF UNDERGROUND WATER IN TERNOPIIL REGION.

Condition and factors of underground waters' natural protection in Ternopil region were analysed. The methodology of taking into consideration the stage of karst in the territory at definition of the category of underground waters protection was proposed.