

УДК 551.49

DOI: <http://doi.org/10.17721/1728-2713.99.10>

Н. Люта, канд. геол.-мінералог. наук,
E-mail: nlyuta@ur.net,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
ННІ "Інститут геології", вул. Васильківська, 90, м. Київ, 03022, Україна;
І. Саніна,
E-mail: ekogeol@ukr.net,
ВП УкрГРІ ДП "Українська геологічна компанія",
вул. Автозаводська, 78-А, м. Київ, 04114, Київ, Україна

УМОВИ ФОРМУВАННЯ ЯКІСНОГО СТАНУ ВОДОНОСНИХ ГОРИЗОНТІВ У БАСЕЙНІ РІЧКИ ПІВДЕННИЙ БУГ

(представлено членом редакційної колегії д-ром геол. наук, проф. О. Є. Кошляковим)

Україна впроваджує правила інтегрованого управління водними ресурсами, передбачені Водною рамковою директивою ЄС, за басейновим принципом. Річкові басейни розглядаються як цілісні багатокomпонентні системи, для них розробляються плани управління, що містять аналіз існуючого стану водних ресурсів і заходи з поліпшення стану поверхневих і підземних вод. Отже, особливого значення набуває об'єктивне оцінювання поточного стану підземних вод і врахування умов їхнього формування. Метою статті є аналіз природних і антропогенних умов формування підземних вод у межах басейну Південного Бугу. Басейн Південного Бугу площею 63 700 км² є єдиним річковим басейном I порядку, цілком розташованим у межах України, на території семи адміністративних областей. Зважаючи на різноманітність структурно-геологічних і фізико-географічних умов різних частин басейну, ресурси підземних вод розподілені нерівномірно. У статті проаналізовано природні умови формування ресурсів підземних вод, їхня захищеність від забруднення, зміни якості підземних вод основних водонесних горизонтів у процесі експлуатації водозаборів. Стисло охарактеризовано антропогенне навантаження, оцінено існуючий стан підземних вод і його зміни у просторі й часі. Установлено пріоритетність природних чинників у формуванні якісного стану підземних вод.

Ключові слова: Південний Буг, басейн, водонесні горизонти, стан підземних вод, мінералізація.

Постановка проблеми. Приймаючи європейський вектор розвитку, Україна уклала Угоду про асоціацію нашої країни з ЄС і підписала низку документів, серед яких виняткове значення має Водна рамкова директива ЄС (ВРД), оскільки водні ресурси в європейському законодавстві є однією з найбільш жорстко регульованих сфер. Основним принципом ВРД є басейновий, який передбачає визнання річкового басейну як цілісного багатокomпонентного об'єкта, для якого розробляється план управління, що містить аналіз існуючого стану водних ресурсів і заходи з поліпшення стану поверхневих і підземних вод. У цьому контексті особливого значення набуває об'єктивне оцінювання поточного стану підземних вод і врахування умов їхнього формування, природних і антропогенних чинників, що обумовлюють зміни їхнього стану.

Аналіз публікацій за темою досліджень. Розроблення Плану управління річковим басейном Південного Бугу, аналіз стану та визначення першочергових заходів було виконане колективом авторів (Афанасьєв та ін., 2014) за підтримки Шведського агентства міжнародного розвитку (SIDA) та Шведського агентства з охорони довкілля (SEPA) у 2014 році, але перелік зазначених питань стосувався виключно поверхневої гідросфери. Низка питань є спільними для поверхневих і підземних вод, тому результати зазначеної роботи були враховані у процесі підготовки цієї статті. Чинники формування якісного стану підземних вод досліджувалися у низці публікацій, однак головна увага при цьому приділялася висвітленню результатів прецизійних досліджень у межах впливу порівняно обмежених за площею територій або окремих водозаборів (Кошлякова, 2014; Колябіна та ін., 2021).

Метою цієї статті є аналіз природних і антропогенних умов формування підземних вод у межах басейну Південного Бугу, який буде використаний у процесі організації та проведення моніторингу підземних вод за басейновим принципом.

Аналіз природних умов формування ресурсів підземних вод. Басейн Південного Бугу площею 63 700 км² – це єдиний річковий басейн I порядку, цілком розташований у межах України, на території семи

адміністративних областей. Найбільші частини площі басейну припадають на Вінницьку (25,7 %), Кіровоградську (24,2 %), Миколаївську (23,2 %) і Черкаську (13,2 %) області, значно менші частини розташовані у межах Одеської, Хмельницької та Київської областей.

Велика площа басейну обумовлює його неоднорідні природні умови. Геологічна будова території басейну Південного Бугу визначається його розташуванням у межах Східноєвропейської платформи, де основними геологічними структурами першого порядку є Український щит, Волино-Подільська плита та Південноукраїнська монокліналь. Відповідно до структурно-геологічної будови на території басейну Південного Бугу виділяють три гідрогеологічні регіони першого порядку із притаманними їм регіональними закономірностями формування гідрогеологічних умов: Волино-Подільський артезіанський басейн (ВПАБ), Гідрогеологічну область Українського щита (ГОУЩ) та Причорноморський артезіанський басейн (ПРАБ).

Геоморфологічно басейн приурочений до трьох областей: верхня частина лежить на Подільській височині, середня – на Придніпровській височині, нижня – на Причорноморській низовині. У межах Подільської та Придніпровської височин рельєф рівнинний – це сильно розчленоване плато із глибоко врізаними (до 150 м) річковими долинами. Причорноморська низовина вирізняється пласким рельєфом із середнім ступенем розчленованості річковими долинами (Афанасьєв та ін., 2014).

Територія басейну Південного Бугу лежить у межах лісостепової і степової фізико-географічних зон. У верхів'ї та середній частині басейну клімат помірно континентальний. Клімат південних районів перебуває під впливом Чорного моря і в нижній течії річки повільно переходить у посушливий. Значна протяжність території басейну з північного заходу на південний схід обумовлює суттєві відмінності у розподілі температури повітря – середня річна температура змінюється від 7,1 до 10,0 °С. Річна норма опадів у лісостеповій частині басейну становить у середньому 669 мм, у степовій – 470–540 мм (Афанасьєв та ін., 2014). Отже, північна і центральна частини басейну

© Люта Н., Саніна І., 2022

належать до зони нестійкого зволоження, а південна – до недостатнього зволоження, що визначає відповідні умови інфільтраційного живлення підземних вод.

Зважаючи на різноманіття структурно-геологічних та фізико-географічних умов різних частин басейну, ресурси підземних вод у його межах розподілені нерівномірно. Сприятливими умовами формування ресурсів підземних вод характеризується північно-західна частина території у межах ВПАБ, що обумовлено геолого-структурною будовою і кліматичними чинниками. Північна, центральна і східна частини території, приурочені до ГОУЩ, мають обмежені ресурси. У південній частині, у межах ПраБ, умови формування ресурсів підземних

вод складні, що пояснюється як кліматичними чинниками, так і фаціальною та літологічною мінливістю водовмісних порід, які обумовлюють строкатість якісного складу підземних вод.

Захищеність підземних вод. Важливою умовою формування хорошого якісного стану підземних вод є їхня захищеність від забруднення з поверхні, яка оцінюється за потужністю і літологічним складом зони аерації. За цими показниками перші від поверхні водоносні горизонти на території басейну Південного Бугу є незахищеними і різняться лише часом проникнення забруднення через зону аерації. У північній частині басейну цей час становить 50–250 діб, а у південній – понад 3000 діб (рис. 1).

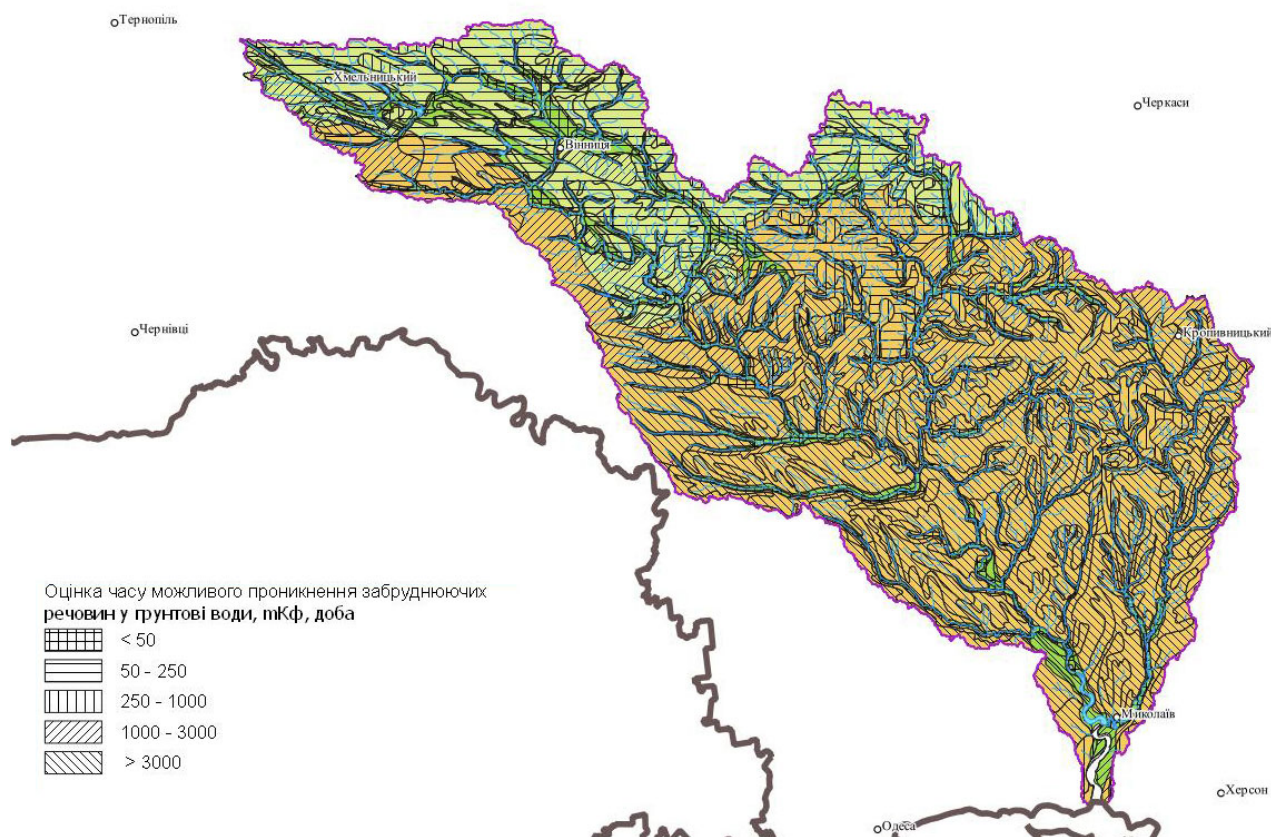


Рис. 1. Оцінка часу можливого проникнення забруднюючих речовин у ґрунтові води

Неоднакові умови захищеності властиві й напірним водоносним горизонтам. На рис. 2 представлено результати оцінювання захищеності перших від поверхні напірних водоносних горизонтів, які використовуються для централізованого водопостачання. Загалом у басейні Південного Бугу переважають захищені водоносні горизонти (37 %), умовно захищені становлять близько 35 %, а незахищені – 28 % від його загальної площі.

Слід зауважити, що умови захищеності перших від поверхні основних напірних водоносних горизонтів у межах різних гідрогеологічних регіонів басейну Південного Бугу різняться. Наприклад, у межах ВПАБ переважають захищені водоносні горизонти у породах неогену, крейди та докембрію, у їхній покрівлі залягають слабопроникні глинисті породи потужністю понад 10 м. Частка захищених, неуразливих до забруднення водоносних горизонтів тут становить 68 %. У річкових долинах поширені умовно захищені водоносні горизонти (16 % території), у покрівлі яких залягають слабопроникні відклади потужністю від

3 до 10 м, а також незахищені (16 %), потужність слабопроникних відкладів у покрівлі яких менша ніж 3 м (рис. 2, 3).

Схожі умови властиві території в межах ПраБ. Тут переважають захищені водоносні горизонти у відкладах неогену та крейди, площа яких становить 47 % від площі ПраБ, що лежить у басейні Південного Бугу. У долині Південного Бугу з притоками, де водотривки розмиті, водоносні горизонти в неогенових відкладах незахищені – їхня площа становить 31 %. На схилах річкових долин потужність слабопроникних відкладів коливається від 3 до 10 м, тому тут горизонти умовно захищені (22 %).

У ГОУЩ умови захищеності дещо гірші. Тут переважають умовно захищені водоносні горизонти (38 %). Площа незахищених, найбільш уразливих до забруднення, становить 28 %. Захищені водоносні горизонти тяжіють до вододілів, де поширені слабопроникні глинисті породи, і становлять 33 % від загальної площі цього гідрогеологічного регіону.

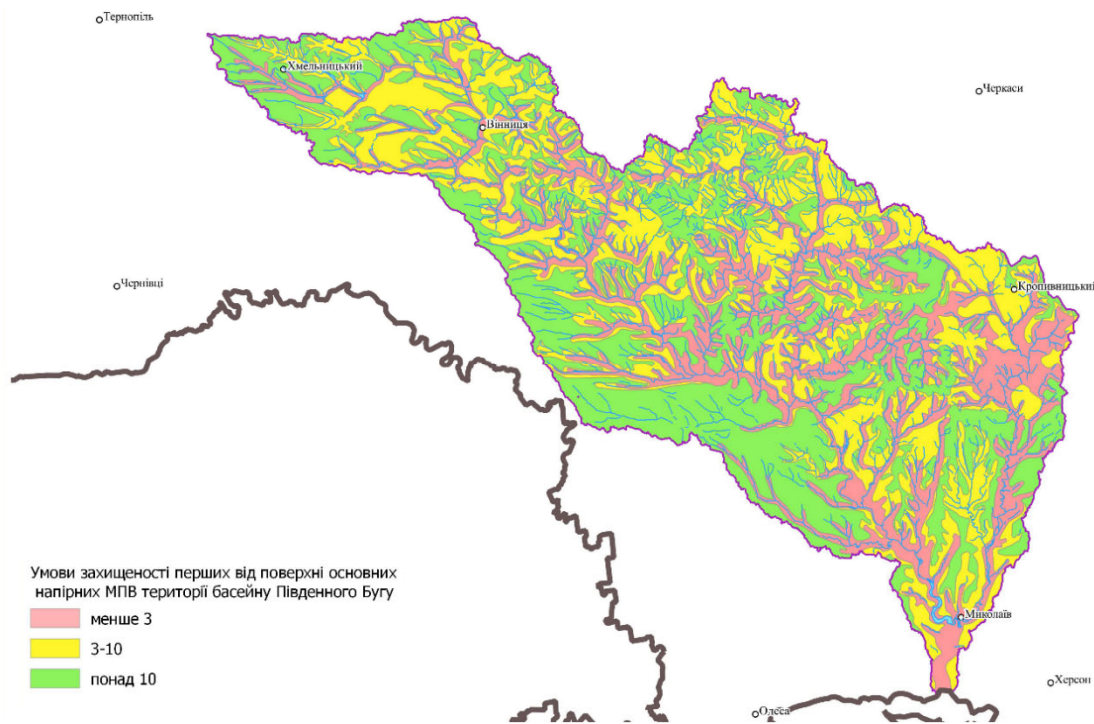


Рис. 2. Умови захищеності перших від поверхні основних водоносних горизонтів

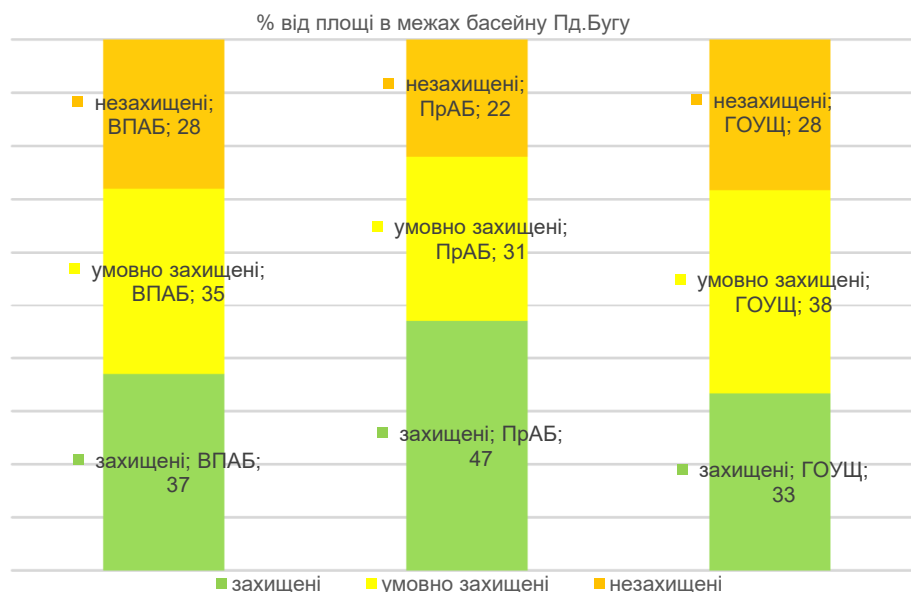


Рис. 3. Захищеність перших від поверхні водоносних горизонтів у межах різних гідрогеологічних регіонів у басейні Південного Бугу

Антропогенне навантаження на підземні води. У долині Південного Бугу з притоками розташовані крупні населені пункти: Хмельницький, Вінниця, Миколаїв, Кропивницький, Ладижин, Гайворон, Вознесенськ, Нова Одеса, Южноукраїнськ та ін. Закономірно, що основний обсяг промислового виробництва тут тягнє безпосередньо до річки та її приток.

За даними Регіональних доповідей про стан навколишнього природного середовища Хмельницької, Київської, Черкаської, Вінницької, Кіровоградської, Одеської та Миколаївської областей за 2018–2020 роки, у межах басейну Південного Бугу розміщені 83 крупні підприємства, які здійснюють значне навантаження на довкілля. Серед них 1 АЕС, 2 ТЕС, 4 ТЕЦ, 22 комунальні підприємства, 5 об'єктів газової, 11 – харчової, 3 – будівельної, 3 –

машинобудівної промисловості тощо. До основних галузей промислового виробництва у басейні Південного Бугу належать енергетика, газова, гірничодобувна, гірничозбагачувальна, металургійна, машинобудівна, фармацевтична, харчова промисловість, комунальне та сільське господарство. Максимальне навантаження зафіксоване в межах адміністративних областей з високим рівнем розвитку промисловості. Найбільша кількість твердих відходів утворюється в Миколаївській, Київській, Вінницькій областях. Щодо стічних вод, то їхня максимальна кількість припадає на Київську й Одеську області, викидів в атмосферу – на Вінницьку, Київську, Одеську. За переліченими показниками максимальне сукупне навантаження від точкових джерел властиве Київській та Хмельницькій областям, дещо менше – Миколаївській та

Вінницькій, найменше – Черкаській, Кіровоградській та Одеській. Порівняно з іншими регіонами України, антропогенне навантаження на досліджуваній території є середнім. Наприклад, одним із показників антропогенного впливу на довкілля є рівень забруднення донних відкладів річок басейну Південного Бугу, який, за даними регіональних досліджень, є невисоким. Середній вміст забруднювальних речовин – важких металів у донних відкладах досліджуваної території – переважно не перевищує фоновий більше ніж у два рази (Lyuta, 2021).

На території басейну Південного Бугу переважають землі сільськогосподарського використання, де інтенсивно застосовуються добрива та засоби захисту рослин. Таке забруднення є розосередженим (дифузним). Щороку на поля території басейну Південного Бугу вносять понад 9500 тис. ц мінеральних добрив у перерахунок на 100 % поживних речовин, близько 9 тис. т пестицидів. Площі, на які вносяться засоби хімізації, зважаючи на структуру земельного фонду басейну, де частка ріллі сягає 70 %, значні. Циркуляція токсичних речовин, що надходять із засобами хімізації у ґрунт, призводить до забруднення порід зони аерації та підземних вод.

Максимальне навантаження від дифузних джерел забруднення за кількістю внесених добрив і засобів хімізації на площі сільськогосподарського призначення спостерігається у Київській області, дещо менше – у Черкаській, ще менше у Вінницькій, Хмельницькій областях; мінімальне – у Кіровоградській, Миколаївській, Одеській.

Основною проблемою якості підземних вод є забруднення ґрунтових вод нітратами в межах агроландшафтів, яка є особливо гострою, зважаючи на недостатню захищеність низки основних водоносних горизонтів.

Оцінюючи антропогенне навантаження в басейні, слід згадати, що в 2000 році у межиріччі річок Південного Бугу і Синюхи територія п'яти сіл – Болеславчик, Чаусове-1, Чаусове-2, Мічуріне та Підгір'я Первомайського району Миколаївської області – Указом Президента України була оголошена зоною надзвичайної екологічної ситуації. Підставою для цього було масове захворювання значної кількості мешканців району на токсикодермію нез'ясованої етіології. Проведений комплекс досліджень засвідчив, що, найімовірніше, захворювання було пов'язане з короткотерміновим впливом додаткового негативного чинника (згодом – потрапляння у верхню частину геологічного середовища компонентів ракетного палива) на тлі високого рівня нітратного забруднення ґрунтових вод, які

використовувалися місцевим населенням для індивідуального водопостачання (Lyuta, 2003).

Слід зазначити, що забруднення підземних вод компонентами добрив та отрутохімікатів є надзвичайно важливою проблемою, зважаючи на зростаючу потребу в продовольстві й інтенсивний розвиток сільськогосподарського виробництва на території басейну Південного Бугу, що обумовлює неминуче зростання антропогенного навантаження від згаданих дифузних джерел забруднення у майбутньому.

Стан підземних вод та оцінювання його змін. Враховуючи складність і неоднорідність природних фізико-географічних умов і геологічної будови, а також антропогенного навантаження на території басейну Південного Бугу, очевидно, що якісний стан водоносних горизонтів відзначається значним різноманіттям. Крім того, зазначаються різні тенденції змін якості підземних вод у процесі експлуатації водозаборів.

Перші від поверхні водоносні горизонти приурочені до болотних, алювіальних, водно-льодовикових, а також еолово-делювіальних відкладів четвертинного віку. Живляться перші від поверхні водоносні горизонти на всій площі свого поширення, їхній кількісний стан ґрунтових вод визначається природними чинниками: атмосферними опадами та поверхневими водами. Антропогенний вплив на їхній кількісний стан зазвичай мінімальний, оскільки вони експлуатуються окремими індивідуальними водоспоживачами в сільській місцевості. Винятком є лише окремі випадки цільового осушення боліт.

Водночас якісний стан ґрунтових вод зазнає відчутних змін. Оскільки вони є незахищеними за природними показниками, то зазнають впливу від антропогенних джерел забруднення. Вплив точкових джерел забруднення на ґрунтові води виявляється у формуванні локальних аномалій, хімічний склад яких визначається специфікою джерел забруднення. Однак набагато більш характерний вплив дифузних джерел забруднення, що призводить до масштабного погіршення якості ґрунтових вод, – у межах агроландшафтів зазначається повсюдне забруднення нітратами, подекуди фіксуються аномалії пестицидів та нафтопродуктів.

Крім того, досить складною є природна гідрохімічна обстановка, тому якісний склад ґрунтових вод відзначається підвищеним вмістом хімічних елементів і сполук як природного, так і антропогенного походження (табл. 1).

Таблиця 1

Показники та речовини, вміст яких перевищує нормативні показники у ґрунтових водах басейну Південного Бугу

№	Водоносні горизонти	Показники та речовини, вміст яких перевищує нормативні показники	
		Природного походження	Антропогенного походження
1	У болотних четвертинних відкладах	Залізо та органічні речовини	Сполуки азоту
2	В алювіальних четвертинних відкладах	Мінералізація	Сполуки азоту
3	У водно-льодовикових та еолово-делювіальних четвертинних відкладах	Мінералізація, сульфати, хлориди, натрій	Сполуки азоту
4	В еолово-делювіальних четвертинних відкладах	Мінералізація, сульфати, хлориди, натрій	Сполуки азоту

Стан підземних вод міжпластових водоносних горизонтів. Гідрогеохімічні характеристики підземних вод значною мірою обумовлені гідродинамічними умовами, тому кількісний і якісний стан підземних вод є взаємопов'язаними. У межах басейну Південного Бугу підземні води широко використовуються для господарсько-питних потреб, хоча, як і скрізь в Україні, тут спостерігається стійка тенденція до зменшення водоспоживання впродовж останніх десятиріч. На території басейну на родовищах підземних вод видобувається 36,028 тис. м³/д підземних вод. Також тут працює близько 500 водозаборів підземних вод із продуктивністю понад 10 м³/д із

сумарним водовідбором підземних вод 79,598 тис. м³/д. Разом з тим ступінь використання прогнозних ресурсів підземних вод (ПРПВ) у різних частинах території басейну відрізняється, у південній частині басейну він суттєво вищий. Загалом у басейні Південного Бугу видобувається 115,84 тис. м³/д води, що становить лише 6,14 % від загальної суми ПРПВ. Видобуток із затверджених експлуатаційних запасів підземних вод становить 36,273 тис. м³/д, видобуток водозаборів, які працюють на незатверджених запасах, – 79,598 тис. м³/д, що, відповідно, дорівнює 1,92 і 4,22 % від загальної суми ПРПВ (Стан підземних вод, 2021) (рис. 4).

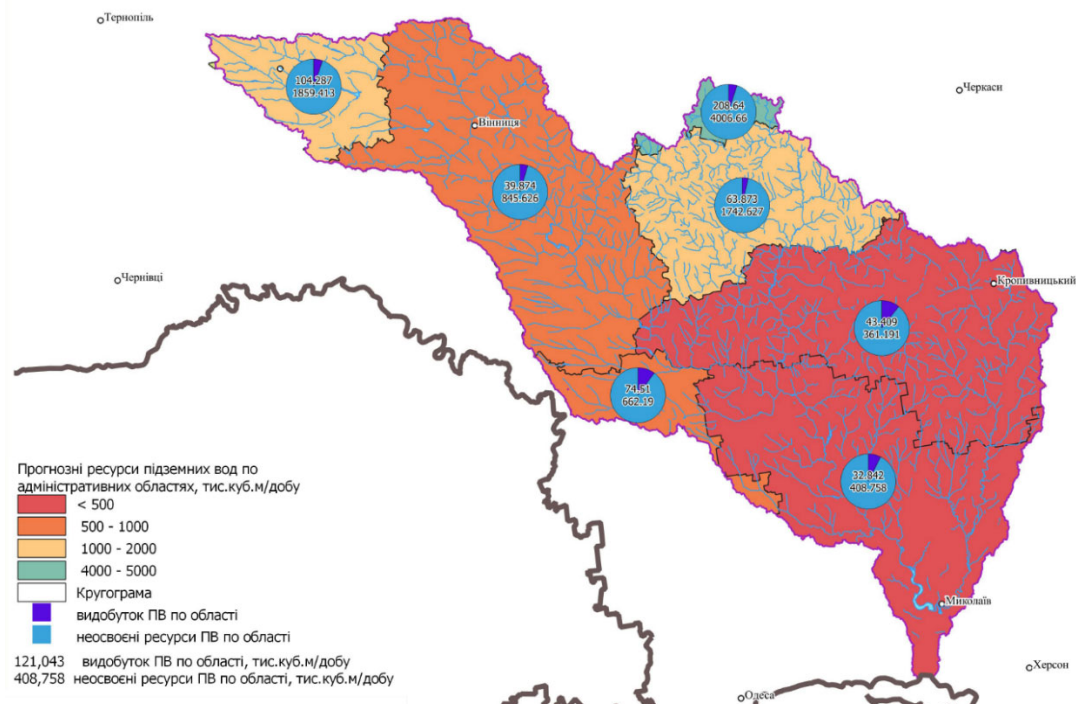


Рис. 4. Прогнозні ресурси підземних вод та їхнє використання (по адміністративних областях), тис. м³/д

Хімічний склад міжпластових водоносних горизонтів, що використовуються для централізованого водопостачання, у межах басейну Південного Бугу відзначається значним розмаїттям. Про це свідчать дані "Державного балансу корисних копалин України. Питні підземні води" за 2016 і 2020 рр. (Державний баланс, 2017, 2021), які містять інформацію про початкові (на час початку експлуатації водозабору) мінералізацію та макрокомпонентний склад підземних вод, а також ті самі дані станом на поточний рік, що дає змогу приблизно оцінити спрямованість і характер змін якості підземних вод.

У межах **Хмельницької області** водозабори експлуатують водоносні горизонти у неогенових, крейдових, вендських і протерозойських породах. Переважаючий склад води гідрокарбонатний магнієво-кальцієвий, мінералізація 0,5–0,7 г/дм³. При цьому в більшості водозаборів, дані про які наявні у "Державному балансі", зміни якості підземних вод не зафіксовані. Лише у воді окремих водозаборів, що експлуатують водоносні горизонти у вендських і протерозойських породах, відзначено незначне підвищення у хімічному складі ролі сульфатів і натрію.

На території **Київської області** водозабори експлуатують водоносний горизонт у тріщинуватій зоні порід архею-протерозою, хімічний склад води гідрокарбонатний магнієво-кальцієвий, мінералізація 0,3–0,5 г/дм³, зміни якості води не зафіксовані.

У межах **Вінницької області** водозабори експлуатують водоносні горизонти у сарматських вапняках N_{1s} і у тріщинуватих гранітах архею і протерозою. Макрокомпонентний склад води в **неогенових відкладах** на початку експлуатації водозаборів майже скрізь у межах області був гідрокарбонатний магнієво-кальцієвий, мінералізація становила від 0,2 до 0,8 г/дм³. За період експлуатації, який коливається від 30 до 80, і навіть 120 років, відзначено збільшення мінералізації за рахунок вмісту хлоридів і сульфатів. Наприклад, на водозаборі у м. Бар мінералізація води з 1940 року збільшилася удвічі – з 0,45 до 0,93 г/дм³.

Хімічний склад води водоносного горизонту зони тріщинуватості **кристалічних порід** також переважно гідрокарбонатний магнієво-кальцієвий, лише на території м. Вінниця у воді водозаборів, експлуатація яких розпочалася у 2009 р., початковий хімічний склад був хлоридно-гідрокарбонатний магнієво-кальцієвий. Упродовж експлуатації водозаборів у більшості з них спостерігалися незначні зміни хімічного складу, що проявилися у збільшенні ролі хлоридів, сульфатів, натрію, магнію і, подекуди, у незначному підвищенні мінералізації.

У межах **Черкаської області** водозабори експлуатують МПВ у тріщинуватій зоні **кристалічних порід** (гранітів, мігматитів, гнейсів) архею-протерозою. Води практично повсюдно гідрокарбонатні кальцієво-магнієві, з мінералізацією 0,3–0,7 г/дм³. Лише в межах найбільш віддаленого від р. Південний Буг Катеринопільського району (нині Звенигородського) у воді окремих водозаборів мінералізація вища – 0,7–1,5 г/дм³, а у межах Маньківського району (нині Уманського) трапляється вода хлоридно-сульфатного магнієво-кальцієвого складу з мінералізацією до 0,9 г/дм³.

На території **Кіровоградської області** експлуатаційні водозабори видобувають воду з різновікових утворень – четвертинних, буцацьких і сеноманських пісків, а також гранітів і гнейсів архею-протерозою. Хімічний склад підземних вод строкатий: водоносний горизонт у четвертинних відкладах характеризується сульфатно-гідрокарбонатним кальцієво-магнієво-натрієвим складом; у буцацьких пісках – гідрокарбонатним натрієво-кальцієво-магнієвим складом; у сеноманських пісках – гідрокарбонатно-сульфатним натрієво-кальцієво-магнієвим складом; у тріщинуватій зоні кристалічних порід – переважно гідрокарбонатним натрієво-кальцієвим і кальцієво-магнієво-натрієвим складом.

Зміни якості води впродовж експлуатації водозаборів у межах Кіровоградської та Черкаської областей не розглядаються через відсутність відповідної інформації у "Державному балансі".

У воді водозаборів на території **Одеської області**, які експлуатують водоносні горизонти у **неогенових вапняках**, за період експлуатації як із 70-х, так і з 90-х років минулого сторіччя №152 відзначено зміни первинного гідрокарбонатного кальцієво-магнієвого і магнієвого хімічного складу на гідрокарбонатний натрієво-магнієвий, практично без змін загальної мінералізації.

У пониззі Південного Бугу, в межах **Миколаївської області**, природний макрокомпонентний склад підземних вод стає ще більш неоднорідним. У складі підземних вод різновікових утворень збільшується роль хлоридіону. Так, у воді водоносного горизонту в четвертинних гравійних відкладах макрокомпонентний склад води сульфатно-хлоридно-гідрокарбонатний натрієво-магнієво-кальцієвий. Водоносний горизонт у сарматських вапняках характеризується переважно хлоридно-натрієвим, хлоридно-сульфатним магнієво-натрієвим складом, а в еоценових пісках – гідрокарбонатно-хлоридним натрієвим. Макрокомпонентний склад водоносного горизонту у крейдяних відкладах верхньої крейди хлоридно-гідрокарбонатний натрієвий. Водоносний горизонт у тріщинуватих гнейсах архею-протерозою має хлоридно-сульфатно-гідрокарбонатний кальцієво-магнієво-натрієвий склад. Мінералізація змінюється у широких межах, при цьому як мінімальна, так і максимальна мінералізація підземних вод зафіксована у водоносному горизонті у сарматських вапняках, максимум відзначено на Миколаївському родовищі (ділянка Сандора, св. №5) – 3,8–4,9 на початку експлуатації у 2001 році і до 5,3 г/дм³ у поточному періоді. Загалом зміни якості підземних вод у процесі експлуатації тут зафіксовані у воді двох третин водозаборів, вони виявилися переважно у незначному

збільшенні загальної мінералізації за рахунок хлоридів, натрію та сульфатів.

Отже, аналіз даних "Державного балансу корисних копалин України. Питні підземні води" за 2016–2020 рр. засвідчив значне розмаїття природного макрокомпонентного складу підземних вод. У північній частині території басейну хімічний склад води основних водоносних горизонтів гідрокарбонатний магнієво-кальцієвий. У центральній частині території басейну до перелічених компонентів додаються сульфати і натрій, а у південній – хлориди. У напрямку з півночі на південь загалом збільшується мінералізація підземних вод.

Так, основний і найбільш поширений у басейні Південного Бугу водоносний горизонт у тріщинуватій зоні кристалічних порід архею-протерозою на півночі характеризується мінералізацією 0,3–0,5 г/дм³, а на півдні території басейну – 0,6–1,5 г/дм³. Отже, хімічний склад підземних вод у тріщинуватій зоні порід архею-протерозою підпорядковується природній горизонтальній гідрогеохімічній зональності, що засвідчує тісний зв'язок цього водоносного горизонту з поверхневими і ґрунтовими водами.

Аналіз якості підземних вод також засвідчує, що 122 водозабори у 3 областях (Миколаївська, Одеська та Кіровоградська) у басейні Південного Бугу працюють у складних гідрогеохімічних умовах. Найбільш крупні водозабори наведено на рис. 5. При цьому на більшості з них невідповідність до нормативів за показником мінералізації обумовлена природними чинниками, пов'язаними зі складом водовмісних порід і специфічними гідрогеохімічними умовами формування підземних вод, і підтверджується відсутністю кореляції підвищеного вмісту компонентів хімічного складу з антропогенним навантаженням.

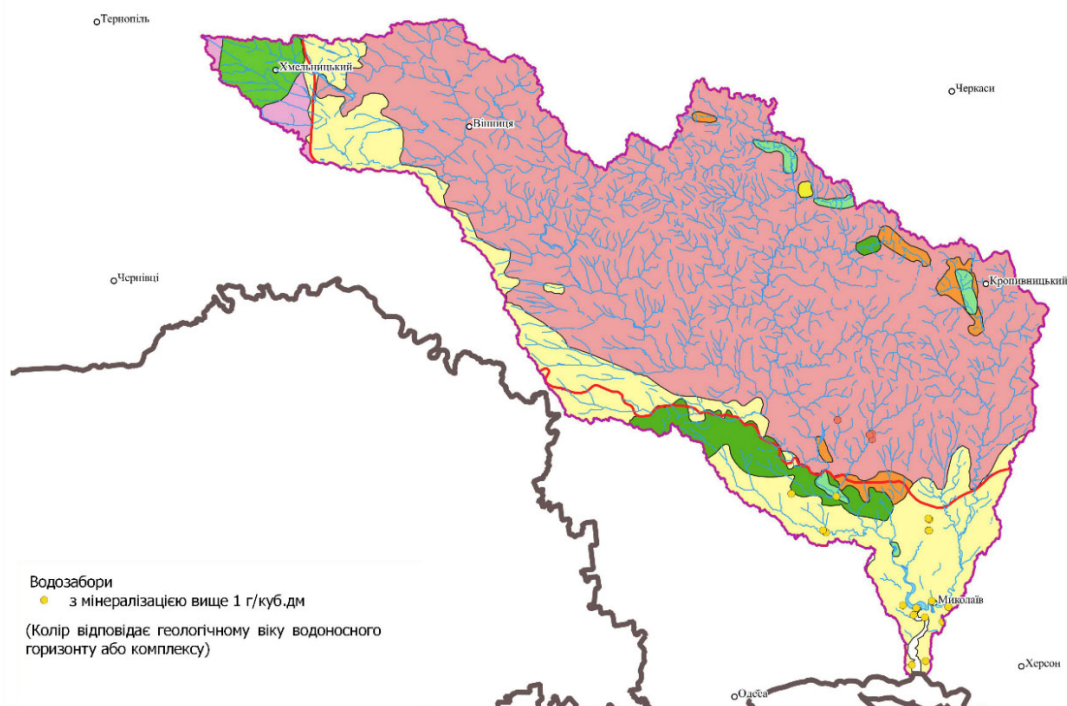


Рис. 5. Крупні водозабори підземних вод, що працюють у складних гідрогеохімічних умовах

Всього у басейні Південного Бугу видобувається 12 402 м³/д води із мінералізацією, що перевищує 1 г/дм³, у тому числі у межах Причорноморського артезіанського басейну – 9 926 м³/д, а в межах гідрогеологічної області Українського щита – 2 476 м³/д. Максимальний водовідбір води із підвищеною мінералізацією здійснюється із

відкладів неогену – 8 956 м³/д, із водоносного горизонту в зоні тріщинуватості порід архею-протерозою – 2 732 м³/д, із відкладів четвертинної системи – 587 м³/д, із відкладів палеогену – 127 м³/д.

Абсолютна більшість таких водозаборів розміщена в Миколаївській області, переважно в межах Причорноморського

артезіанського басейну, де водовмісні породи представлені неогеновими вапняками, меншою мірою – відкладами палеогену і четвертинної системи, а також у межах гідрогеологічної області Українського щита, у тріщинуватих породах архео-протерозою. Мінералізація води цих водозаборів нерідко перевищує $1,5 \text{ г/дм}^3$, сягаючи подекуди $3,5\text{--}4,0 \text{ г/дм}^3$, і обумовлена підвищеним вмістом натрію, сульфатів і хлоридів. Перевищення нормативних показників потребує обов'язкової водопідготовки перед подаванням води споживачам для питних цілей.

Порівняння початкових і поточних мінералізацій та хімічного складу підземних вод експлуатаційних водозаборів дозволяє дійти висновків щодо просторово-часових тенденцій змін якості води. Найменше зміни цих показників виявилися у північній частині басейну, що пояснюється комплексом природних і антропогенних чинників. У середній і південній частинах басейну зміни якості виявилися у незначному збільшенні мінералізації за рахунок підвищення ролі у хімічному складі води хлоридів, натрію, сульфатів. Джерела цих сполук можуть бути як антропогенними, так і природними, що має бути уточнено спеціальними дослідженнями у процесі моніторингу.

Висновки

1. Територія басейну Південного Бугу відзначається складними і неоднорідними природними й антропогенними умовами формування підземних вод, що визначає регіональні відмінності їхнього кількісного та якісного стану.

2. Незважаючи на тривалий антропогенний вплив, визначальними чинниками формування кількісного та якісного стану (у частині дослідженого макрокомпонентного складу) міжпластових водоносних горизонтів є природні. Це підтверджується меншими показниками мінералізації і стабільністю показників хімічного складу підземних вод експлуатаційних водозаборів у північній частині басейну, розташованій у межах ВПАБ.

3. Найбільш поширений на території басейну водоносний горизонт у тріщинуватій зоні порід архео-протерозою відзначається чіткою горизонтальною гідрохімічною зональністю, що переконливо засвідчує його зв'язок із ґрунтовими водами, а отже – недостатньою (умовною) захищеністю від забруднення з поверхні.

4. Антропогенний вплив від точкових джерел забруднення має локальний характер у межах населених пунктів і стосується переважно перших від поверхні водоносних горизонтів. Водночас вплив дифузних джерел виявляється у

повсюдному забрудненні ґрунтових вод сполуками азоту, подекуди – пестицидами і нафтопродуктами.

5. Установлені особливості формування підземних вод основних водоносних горизонтів, зазначені зміни якості води під час експлуатації водозаборів, розміщених у басейні Південного Бугу, обумовлюють необхідність детального вивчення хімічного складу води у процесі моніторингу.

Список використаних джерел

- Державний баланс корисних копалин України. (2017). Питні підземні води". ДНВП "Геоінформ України".
- Державний баланс корисних копалин України. (2021). Питні підземні води". ДНВП "Геоінформ України".
- Колябіна, І.Л., Шестопапов, В.М., Кастельцева, Н.Б. (2021). Механізми формування хімічного складу питних підземних вод Київського родовища (на прикладі водозабору "Оболонь"). *Геологічний журнал*, 2, 24–46.
- Кошлякова, Т.О. (2011). Зміни хімічного складу питних підземних вод м. Києва в процесі експлуатації. *Зб. наук. пр. ІГН НАН України*, 4, 84–89.
- Люта, Н.Г. (2003). Розроблення системи моніторингу геохімічного стану ландшафтів України для його оцінки та підготовки першочергових заходів у разі виникнення екологічно небезпечних ситуацій. *Звіт УкрДГРІ*. К. С. 63–73, 102–124.
- Стан підземних вод. (2021). Щорічник. Київ: Державна служба геології та надр України, ДНВП "Державний інформаційний геологічний фонд України", 124 с.
- Lyuta, N. (2021). Regional features of heavy metals distribution in bottom sediments and surface water within river basins in Ukraine. *Abstract of 20-th International Conference Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects, Kiev, 2021, Ukraine*.

References

- Kolyabina, I.L., Shestopalov, V.M., Kasteltseva, N.B. (2021) Chemical composition of drinking groundwater of Kyiv deposit formation mechanisms (on the example of Obolon water intake). *Geological Journal*, 2, 24–46. [in Ukrainian]
- Koshlyakova, T.O. (2011) Changes in the chemical composition of drinking groundwater in Kyiv during operation. *Coll. Science. etc. IGS NAS of Ukraine*, 4, 84–89. [in Ukrainian]
- Lyuta, N. (2021). Regional features of heavy metals distribution in bottom sediments and surface water within river basins in Ukraine. *Abstract of 20-th International Conference Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects, Kiev, 2021, Ukraine*.
- Lyuta, N.G. (2003). Development of system for monitoring the geochemical condition of the landscapes of Ukraine for its assessment and preparation of priority measures in case of environmentally hazardous situations. *UkrSGRI Report*. K. P. 63–73, 102–124. [in Ukrainian]
- State balance of minerals of Ukraine. (2017). Drinking groundwater. SSPE "Geoinform of Ukraine". [in Ukrainian]
- State balance of minerals of Ukraine. (2021). Drinking groundwater. SSPE "Geoinform of Ukraine". [in Ukrainian]
- State of groundwater. (2021). Yearbook – Kyiv: State Service of Geology and Subsoil of Ukraine, State Information Geological Fund of Ukraine, 124 p. [in Ukrainian]

Надійшла до редколегії 03.03.22

N. Lyuta, PhD (Geol.),
E-mail: nlyuta@ukr.net,
Taras Shevchenko National University of Kyiv,
Institute of Geology, 90 Vasykivska Str., Kyiv, 03022, Ukraine;
I. Sanina,
E-mail: ekogeol@ukr.net,
SD UkrGRI SE "Ukrainian geological company",
78-A Avtozavodska Str., Kyiv, 04114, Ukraine

CONDITIONS FOR THE FORMATION OF AQUIFERS QUALITATIVE STATE IN THE SOUTHERN BUG RIVER BASIN

Ukraine implements the principles of integrated water resources management according to the basin principle as stipulated by the EU Water Framework Directive. River basins are considered as integral multi-component systems and management plans are developed for them, which contain analysis of water resources existing state and measures for achievement of good condition of surface and groundwaters. Therefore, an objective assessment of the current state of groundwater and consideration of the conditions of its formation becomes particularly important. The purpose of this article is the analysis of natural and anthropogenic conditions of groundwater formation within the Southern Bug basin. Southern Bug basin with the area of 63 700 km² is the only river basin of the I order, which is completely located within Ukraine, on the territory of seven administrative regions. Due to the diversity of structural-geological and physical-geographical conditions of different parts of the basin, groundwater resources are distributed unevenly. The natural conditions of groundwater resources formation, their protection from pollution are analyzed and anthropogenic pressure is briefly characterized. The existing state of groundwater and its changes in space and time are evaluated. Changes in the quality of groundwater of the principle aquifers during the water intakes operation have been analyzed. The priority of natural factors in the formation of groundwater qualitative state has been established. The research results will be used during groundwater monitoring in the territory of the Southern Bug basin.

Keywords: Southern Bug, basin, aquifers, groundwater status, salinity.