

# ГІДРОГЕОЛОГІЯ, ІНЖЕНЕРНА ТА ЕКОЛОГІЧНА ГЕОЛОГІЯ

УДК 556.3:504

О. Щербак, асп.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

## МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ОЦІНКИ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ПІДЗЕМНУ ГІДРОСФЕРУ НА ПРИКЛАДІ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

*(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол. наук, доц. О.Є. Кошляковим)*

*Розглянуто проблему деградації підземних вод під впливом антропогенної діяльності. Зроблено наголос на застосуванні кількісних критеріїв та ГІС-технологій для оцінки просторово-часових особливостей зміни антропогенного впливу на підземну гідросферу. Запропоновано методичний підхід до регіональних оцінок цих змін на прикладі Херсонської області.*

**Вступ.** Антропогенна діяльність на сьогодні стала потужним фактором порушення природного стану геологічного середовища та деградації найбільш уразливих його складових. Високою уразливістю до антропогенного впливу характеризується і підземна гідросфера, а саме її верхня частина – зона активного водообміну. Саме в ній зосереджені ресурси питних підземних вод, стратегічно важливого природного ресурсу людства. Однак, деякі території з часом його втрачають.

До таких регіонів водно-екологічної кризи, на жаль, можна віднести і територію південної частини України, Херсонську область, де під впливом широкомасштабного гідротехнічного будівництва була порушена природна рівновага підземної гідросфери, що поклато початок її деградації.

Актуальним питанням для цього регіону є виявлення та просторово-часова оцінка впливу різних антропогенних факторів на підземні води зони активного водообміну. Адаже на основі таких досліджень має ґрунтуватись подальша водно-екологічна політика області.

**Постановка проблеми.** Для кількісної оцінки антропогенного впливу на підземні води необхідне проведення широко комплексу моніторингових робіт. Такі роботи мають забезпечити вхідною інформацією про зміну стану підземних вод в часі і в просторі, на їх основі можливе подальше моделювання потоків підземних вод в умовах різного антропогенного впливу та прогноз їх можливих змін, обґрунтування захисних заходів для зменшення негативного впливу діяльності на підземні води. Однак, на сьогодні така мережа моніторингу на території Херсонської області майже відсутня. Станом на 2009 р на території області існувало лише 70 спостережних пунктів державного рівня моніторингу за станом підземних вод. Невелика кількість спостережних пунктів, а також частота замірів та опробування, особливо хімічного складу підземних вод, не дозволяє оцінити реальну картину стану підземних вод на території області.

Виходячи з наявної інформації про стан підземних вод Херсонської області, автором було запропоновано методику просторово-часової оцінки антропогенного впливу на підземні води. Така методика не потребує проведення додаткових моніторингових робіт та є ефективною для регіональних оцінок і узагальнень.

**Характеристика території досліджень.** Територія досліджень в адміністративному відношенні відповідає Херсонській області, площею 28,5 тис. км<sup>2</sup> на півдні України. Основу економіки області складає агропромисловий комплекс, розвиток якого на цій території можливий завдяки інтенсивному проведенню зрошувальних меліорацій. Важливе місце також займають нафтопереробна і легка промисловості. Однак, окрім прибутків економіці області, основні види виробництва завдали величезних збитків навколишньому середовищу, в тому числі і підземним водам зони активного водообміну.

У геоструктурному відношенні територія належить до північного крила Причорноморської западини, яка виповнена серією пластів осадових порід, що залягають моноклінально, занурюючись з півночі на південь в напрямку до осі западини. Широко розповсюджені відклади неогену, палеогену і крейди.

Згідно з гідрологічним районуванням, досліджувана територія, в основному, приурочена до Північно-Причорноморського артезіанського басейну пластових вод II порядку [3]. Гідрологічні умови цього басейну можна охарактеризувати як складні. Розповсюдження водоносних горизонтів і слабопроникних шарів є невитриманим, літологічний склад водовміщуючих порід фаціально мінливий. Фактично, зона активного водообміну включає різновікові водоносні горизонти, гідравлічно зв'язані між собою, зі строкатим хімічним складом підземних вод як по вертикалі, так і по площі поширення. Наявність такого гідравлічного зв'язку між водоносними горизонтами є важливим природним фактором, що сприяє активному просуванню забруднюючих речовин від ґрунтових вод у нищезалягаючі водоносні горизонти. Щодо ґрунтових вод, то захисну функцію для них виконують породи зони аерації, які є своєрідним бар'єром на шляху просування забруднюючих речовин з денної поверхні. Зона аерації на цій території в основному складена лесовидними суглинками невитриманої потужності, вертикальна проникність яких значно вища за горизонтальну. Забруднювачі з денної поверхні мігрують по вертикалі і досягають рівня ґрунтових вод. Таким чином, природні геолого-гідрологічні умови території дозволяють забруднюючим речовинам, що потрапили на денну поверхню, активно просуватись до водоносного горизонту, що експлуатується.

Щодо використання водних ресурсів, то підземні води на території Херсонської області відіграють підпорядковану роль порівняно з поверхневими. Наприклад, у 2009 р на поверхневі джерела припадало близько 94,5 % від обсягу відібраної води, тоді як на підземні – лише 5,5 % [4]. Однак, для питного водопостачання підземні води за своєю якістю є стратегічним ресурсом, кількість якого внаслідок антропогенного впливу почала скорочуватись.

Основна частина ресурсів прісних підземних вод зосереджена в основному неогеновому водоносному комплексі – потужній товщі водонасичених тріщинуватих вапняків з прошарками пісків, глин, мергелів сарматського, меотичного та понтичного ярусів. Водоносний комплекс повсюдно поширений на території області і забезпечує 98 % видобутку підземних вод. Потужність водовміщуючих порід збільшується з півночі на південь з 5-10 до 50-60 м на правобережжі та від 5-10 до 200 м на лівобережжі. В цьому ж напрямку зростає і глибина залягання водоносного комплексу від метра до 120-140 м. Щодо гідродинамічних особливостей комплексу, то на півночі він подекуди є безнапірним, з просуванням

на південь – напірний. У покрівлі неогенового водоносного комплексу залягають верхньо-середньопліоценові, нижньочетвертинні та понтичні глини, що в цілому є позитивним фактором з точки зору його захищеності, однак глини по площі не мають повсюдного поширення та характеризуються різною потужністю по вертикалі. Вище по розрізу залягають підземні води у верхньо-середньопліоценових та четвертинних відкладах. Під впливом антропогенних факторів (гідротехнічне будівництво, зрошувальні меліорації та ін.) рівень першого від поверхні водоносного горизонту значно підвищився, тому вертикальний градієнт напору направлений зверху вниз, до водоносного комплексу, що експлуатується.

Нові гідродинамічні умови зони активного водообміну є сприятливими для міграції забруднюючих речовин до продуктивних водоносних горизонтів. Так, за результатами обстежень водозабірних свердловин у 2006-2009 рр на території Херсонської області зроблений висновок про забруднення основного неогенового водоносного комплексу фенолами, нітратами, Ва, Li, Se та ін. При цьому фенольне та нітратне забруднення вже набуло регіональних масштабів [2]. Регіональним можна назвати також процес засолення підземних вод. За даними ДНВП "Геоінформ України", обсяги ресурсів прісних підземних вод Херсонської області (з мінералізацією до 1 г/дм<sup>3</sup>) на сьогоднішній день скоротились приблизно на 20 % порівняно з 1983 р.

Таке погіршення якості підземних вод області відбувається в результаті взаємного впливу природних та антропогенних факторів. Завданням автора було дослідження просторово-часових змін якості підземних вод внаслідок впливу антропогенних чинників та розробка методичного підходу до регіональної оцінки впливу згаданих чинників на підземні води на прикладі Херсонської області.

**Методика та результати дослідження.** Антропогенні фактори можуть викликати забруднення підземних вод або порушення природних гідродинамічних, гідрохімічних умов водоносного горизонту. Під забрудненням підземних вод розуміють зміну їх якості під впливом антропогенної діяльності порівняно з природним станом та нормами якості води, що робить дану воду частково або повністю непридатною для використання за цільовим призначенням [1, с. 9]. Антропогенними факторами, що викликають забруднення підземних вод, є розміщення техногенних джерел забруднення (точкових, лінійних та площинних), які виступають основним "постачальником" забруднюючих речовин. Подальша міграція забруднюючих речовин до водоносного горизонту буде визначатись гідродинамічними та гідрохімічними умовами зони активного водообміну, що можуть бути порушені антропогенними факторами. Так, фактором, що викликає зміну гідродинамічних, а під їх впливом і гідрохімічних, умов водоносного горизонту, пов'язану зі зменшенням прибуткових елементів водного балансу, є відбір підземних вод. У результаті експлуатації підземних вод формуються лійки депресії; це викликає підтягування некондиційних вод із суміжних водоносних горизонтів до горизонту, що експлуатується. З іншого боку, порушення гідродинамічних умов може супроводжуватись і збільшенням прибуткових елементів водного балансу. Серед таких антропогенних факторів на території досліджень можна виділити: гідротехнічне будівництво (спорудження Каховського водосховища, магістральних каналів та ін.), зрошувальні меліорації, скидання стічних вод, втрати води на об'єктах водопостачання та водовідведення. Така діяльність викликала підйом рівня ґрунтових вод, часто до критичних глибин, що значно скоротило час досягнення забруднювачем поверхні підземних вод.

Дане дослідження включало просторово-часовий аналіз впливу трьох основних антропогенних факторів на підземні води:

1. розміщення локальних (точкових) техногенних джерел забруднення;

2. відбір підземних вод;

3. антропогенна діяльність, що супроводжується втратами води (гідротехнічне будівництво, зрошення, скидання стічних вод і т.ін.).

Методика такого аналізу включала: збір вхідної інформації по кожному фактору на досліджувані періоди (1980 і 2010 рр), розробку та відбір критеріїв для кількісної оцінки антропогенного впливу на підземні води в межах одиниці площі, картографічне відображення отриманих результатів. Методика розроблена для регіонального рівня досліджень, одиницею площі для оцінки впливу обрано територію адміністративного району. Для кожного з названих вище факторів отримано такі результати.

1. Розміщення локальних техногенних джерел забруднення. Локальними джерелами забруднення будемо вважати техногенні об'єкти, що займають невелику площу, в межах якої забруднюючі речовини з денної поверхні надходять у підземні води. На території дослідження такі джерела представлені сміттєзвалищами, складами отрутохімікатів і мінеральних добрив, скотомогильниками, полями фільтрації промислових стоків, тваринницькими комплексами, нафтосховищами, складами паливно-мастильних матеріалів та ін. Вхідною інформацією для аналізу впливу цього фактору було просторове розташування перелічених техногенних об'єктів. Звичайно, врахувати всі об'єкти неможливо, тому до уваги брались лише ті, що представлені у переліку небезпечних техногенних об'єктів Херсонської області, складеному ДРГП "Причорноморгеологія" на період 1980 та 2010 рр. За цими даними у середовищі ArcView 3.2a було створено інформаційні шари з точковими об'єктами, що супроводжувались атрибутивними таблицями.

Кожен тип об'єктів по-різному впливає на забруднення підземних вод, ступінь впливу залежить від забруднюючих речовин, що від нього надходять, і характеру їх міграції у даних геолого-гідрологічних умовах. Кількісним критерієм для оцінки впливу локальних джерел забруднення на підземні води було обрано індекс безпеки (за О. Лушиком) як відношення кількості експериментально виявлених у підземних водах токсичних елементів до їх теоретично передбаченої кількості [2]. Цей критерій був розрахований для кожного типу техногенних об'єктів, виходячи з експериментальних даних обстеження водозабірної Херсонської області у 2006-2009 рр. Значення критерію змінюється в межах від 0 до 1. Відповідно, техногенні об'єкти з індексом безпеки рівним 1 створюють найбільш негативний вплив на підземні води. Це, передусім, сміттєзвалища та поля фільтрації неочищених промислових стоків. Для переходу від локального рівня оцінки впливу даного антропогенного фактору на підземні води до просторового, автором був запропонований сумарний індекс безпеки як сума індексів безпеки кожного локального техногенного джерела забруднення, розташованого на одиниці площі. Для даного рівня досліджень сумарний індекс безпеки розраховувався для кожного адміністративного району Херсонської області на два періоди часу. Враховувався також той факт, що після ліквідації деяких небезпечних джерел забруднення їх вплив на підземні води може залишатись достатньо довгий час. Тому сумарні індекси безпеки, що розраховувались на 2010 р, включали індекси безпеки ліквідованих техногенних об'єктів 1980 р.

Для просторового аналізу було побудовано серію карт, на яких кольоровим фоном виділено адміністративні райони з різним ступенем впливу локальних джерел забруднення на підземні води (рис. 1.).

2. Відбір підземних вод. Вхідною інформацією для аналізу даного фактору впливу була кількість відібраної підземної води за рік у межах адміністративного району. Так, за досліджуваній 30-річний період значно скоротилися обсяги водовідбору в Херсонській області. Відбувся перерозподіл за видами використання підземних вод. На сьогодні основна частка видобутої води йде на задовільнення господарсько-питних потреб, тоді як у 80-ті роки основним видом використання було зрошення. Безумовно, такі тенденції є позитивними, однак раціональність використання підземних вод є вкрай нездоровільною. За досліджуваній період збільшилась кількість видобутих підземних вод, що скидаються без ви-

користання (близько 60 % від загального обсягу забраної підземної води).

Розподіл водовідбору по площі області є вкрай нерівномірним. Таким самим є і розподіл наявних прогнозних ресурсів підземних вод. Щоб кількісно оцінити вплив водовідбору на підземну гідросферу, як критерій оцінки впливу обрано коефіцієнт освоєння прогнозних ресурсів підземних вод (відношення кількості видобутої води до величини прогнозних ресурсів, виражене у відсотках). Якщо значення коефіцієнта будуть перевищувати 100 %, то можна говорити про те, що водовідбір на даній території викликає суттєве виснаження підземних вод. Такий коефіцієнт був розрахований для кожного адміністративного району на два періоди часу. Зміна значень коефіцієнта по площі області була представлена графічно (рис. 2.).

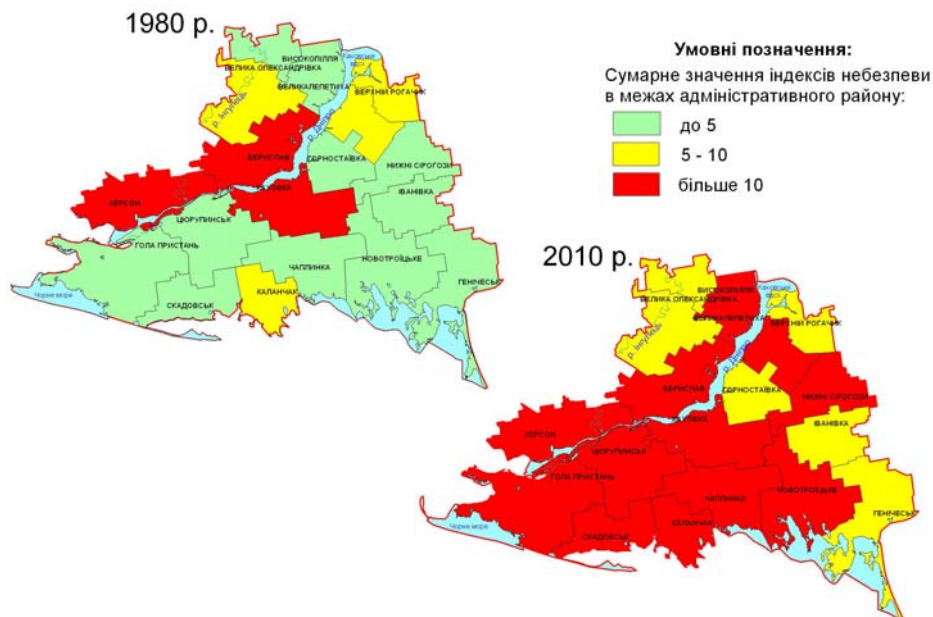


Рис. 1. Просторова оцінка впливу локальних техногенних джерел забруднення на підземні води на території Херсонської обл станом на 1980 та 2010 рр.

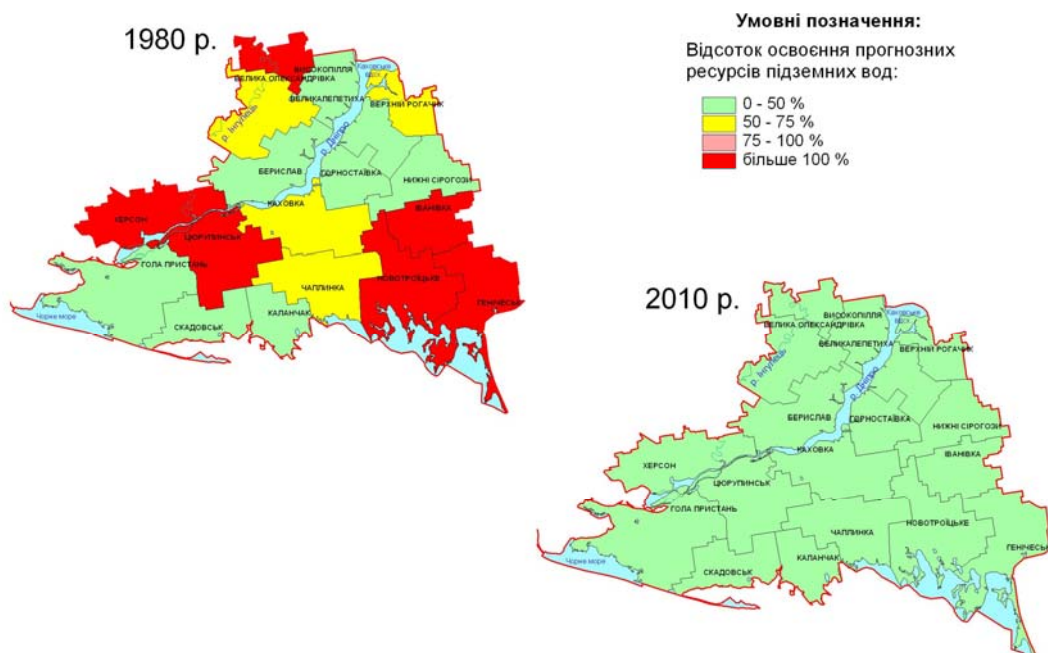


Рис. 2. Просторова оцінка впливу водовідбору на стан підземних вод на території Херсонської обл на період 1980 та 2010 рр.

3. Антропогенна діяльність, що супроводжується втратами води (гідротехнічне будівництво, зрошення, скидання стічних вод і т.ін.). Оскільки точно оцінити обсяги води, що надходять у підземну гідросферу від всіх видів антропогенної діяльності, практично неможливо, то для визначення впливу цього фактору необхідний пошук опосередкованих критеріїв. Наслідком впливу такої антропогенної діяльності є підйом рівня ґрунтових вод. На території Херсонської області, що зазнала інтенсивного впливу іригації та гідротехнічного будівництва, рівень ґрунтових вод на значній площі досяг критичних глибин і тому можна говорити про регіональний розвиток процесу підтоплення. Таким чином, розвиток процесу підтоплення є результатом впливу антропогенної діяльності, що супроводжується втратами води. Кількісна оцінка розвитку процесу підтоплення на території дослідження буде опосередкованим критерієм для оцінки впливу досліджуваного техногенного фактору на підземні води.

Критерієм для оцінки розвитку процесу підтоплення було обрано коефіцієнт ураженості території підтопленням як відношення площі підтоплених земель у ме-

жах адміністративного району до загальної площі району, виражене у відсотках [4]. Розподіл значень критерію по площі наведений на рис. 3.

**Висновки.** Таким чином, за запропонованою методикою виконано оцінку просторово-часового впливу трьох основних антропогенних факторів на підземні води Херсонської області станом на 1980 та 2010 рр. Отримані результати (рис. 1, 2, 3) дають можливість зробити висновок про те, що за 30-річний період значно зріс вплив локальних техногенних джерел забруднення на підземні води, тобто збільшилася кількість забруднюючих речовин, що надходить з денної поверхні. В цих умовах, внаслідок антропогенних видів діяльності, що супроводжуються значними втратами води, відбувається постійне підвищення рівня ґрунтових вод, яке призводить до інтенсивного розвитку процесу підтоплення в часі. Неглибоке залягання рівня ґрунтових вод, особливо на правобережжі Дніпра та на півдні області, сприяє швидшому потраплянню забруднюючих речовин з денної поверхні до підземних вод.

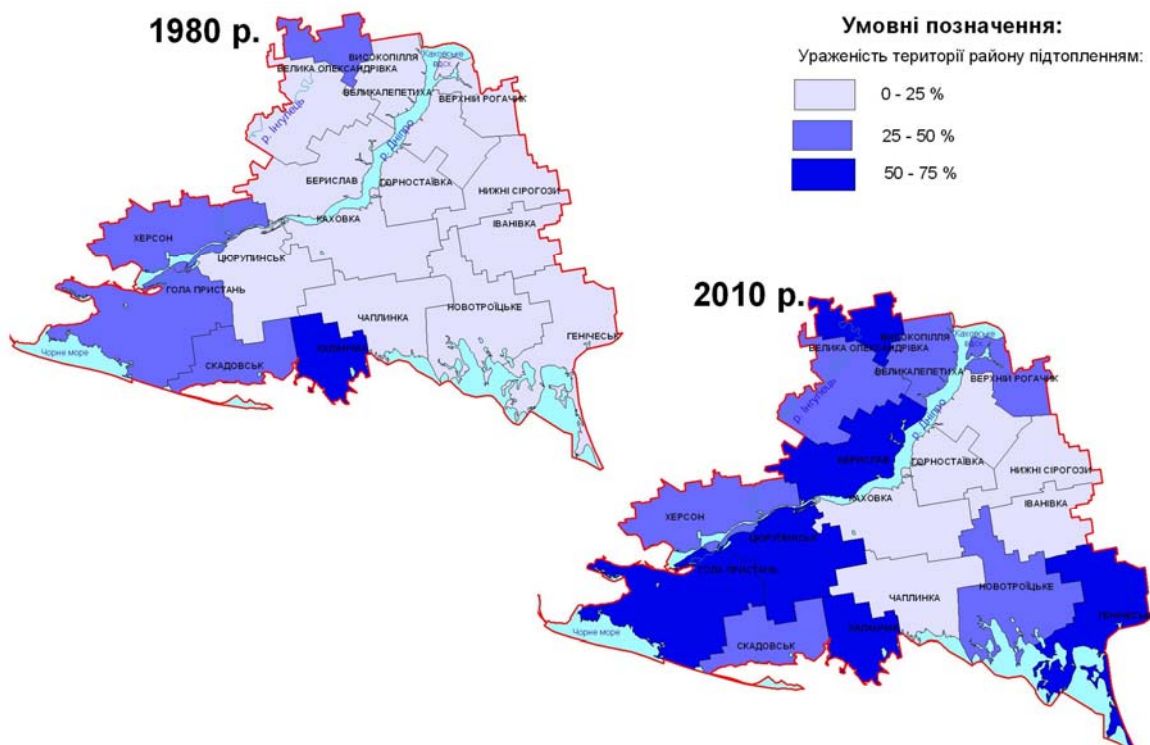


Рис. 3. Просторова оцінка розвитку процесу підтоплення на території Херсонської обл станом на 1980 та 2010 рр.

Однак, за досліджуваний період значно скоротилися обсяги відбору підземних вод. Якщо у 80-ті роки у шести адміністративних районах області (Білозерському, Високопільському, Генічеському, Іванівському, Новотроїцькому та Цюрупинському) внаслідок відбору відбувалось виснаження підземних вод, то на сьогодні ресурси освоюються найбільше у Білозерському районі (на 19%). Зі зменшенням водовідбору розпочався процес відновлення рівня основного неогенового комплексу. Така тенденція є позитивною, адже зменшується перепад гідродинамічних напорів у суміжних водоносних горизонтах, а з ним і швидкість просування забруднюючих речовин зверху вниз до основного експлуатаційного водоносного комплексу. Але подальше нарощування водовідбору має супроводжуватись науковими дослідженнями, оскільки пришвидшить просування забруднювачів та подальше погіршення якості підземних вод.

Наведена методика потребує подальших доопрацювань. Необхідно також виконати оцінку впливу природних факторів на підземну гідросферу та збільшити кількість антропогенних факторів, що оцінюються. Завершальним етапом буде комплексна оцінка впливу природних та антропогенних факторів на стан підземної гідросфери області.

#### Список використаних джерел

1. Гольтберг В. М. Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной среды. / Гольтберг В. М. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 248 с.
2. Звіт про науково-дослідну роботу "Оцінка впливу господарської діяльності на підземні води – джерела централізованого водопостачання в межах Причорноморського артезіанського басейну (Херсонська область)": в 3 кн. / [Луцик О., Петренко С., Парак Т. та ін.]. – Сімферополь, 2010. – Кн. 1. – 2010. – 104 с.
3. Камзіст Ж. С. Гідрогеологія України: навчальний посібник / Камзіст Ж. С., Шевченко О. Л. – К.: Фірма "ІНКІС", 2009. – 614 с.
4. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Херсонській області у 2009 році. [Електронний ресурс]. – Херсон, 2010. – 188 с. – Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua/content/article/7789>.

О. Щербак, асп.  
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев

**МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ  
НА ПОДЗЕМНУЮ ГИДРОСФЕРУ НА ПРИМЕРЕ ХЕРСОНСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Рассмотрена проблема деградации подземных вод под влиянием антропогенной деятельности. Особое внимание уделено применению количественных критериев и ГИС-технологий для оценки пространственно-временных особенностей изменения антропогенного влияния на подземную гидросферу. Предложен методический подход для региональных оценок этих изменений на примере Херсонской области.*

O. Scherbak, asp.  
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv

**METHODOLOGICAL ASPECTS OF ASSESSING ANTHROPOGENIC LOAD  
ON THE UNDERGROUND HYDROSPHERE BY EXAMPLE OF KHERSON REGION**

*In this paper the problem of groundwater degradation under the effect of anthropogenic activities was described. Special attention is paid to the application of quantitative criteria and GIS-technology to study the space-time features of change the anthropogenic load on underground hydrosphere. The methodological approach was proposed to analyze this process in regional scale by example of Kherson region.*