

В. ШЕСТОПАЛОВ, В. ЛЯЛКО, В. ГУДЗЕНКО,  
М. ДРОБНОХОД, М. ОГНЯНИК, Ю. РУДЕНКО, А. СИТНИКОВ,  
О. СКАЛЬСЬКИЙ, А. СУХОРЕБРИЙ, Є. ЯКОВЛЄВ

## ПІДЗЕМНІ ВОДИ ЯК СТРАТЕГІЧНИЙ РЕСУРС

---

*Прісна вода на нашій планеті становить усього близько одного відсотка обсягу запасів гідросфери і є одним із найцінніших природних ресурсів. Стрімке зростання населення Землі, потужний техногенний прес на довкілля спричинили різке загострення проблеми якісної питної води. А тим часом від її розв'язання чималою мірою залежить подальший розвиток нашої цивілізації. Саме на цьому наголошувалося у рішеннях міжнародних конференцій, що відбулися у Ріо-де-Жанейро (1992), Нью-Йорку (1997) та Йоганнесбурзі (2003).*

*Проблема забезпечення питною водою є однією з найактуальніших і для України. Враховуючи незадовільну якість води у поверхневих водостоках, істотні затрати на її очищення і неможливість ефективного захисту від техногенних забруднень, стратегічного значення набувають пошук і використання підземних прісних вод для потреб населення.*

### НАУКОВІ ЗАСАДИ

#### ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД

Україна належить до держав, які мало забезпечені водними ресурсами (менше 1000 м<sup>3</sup>/рік на одного мешканця, тоді як ООН вважає достатнім цей показник на рівні 10–15 тис. м<sup>3</sup>/рік). До того ж поверхневі

води країни здебільшого забруднені, що скоріш нагадують техногенні стоки. Тому першочергову увагу слід приділити широкому використанню для питного водопостачання України прісних підземних вод.

Надійно захищені від забруднення, підземні води є стратегічним ресурсом, оскільки

- 
- © ШЕСТОПАЛОВ В'ячеслав Михайлович. Академік НАН України. Директор Науково-інженерного центру радіогідроекологічних полігонних досліджень при Президії НАН України.  
ЛЯЛКО Вадим Іванович. Член-кореспондент НАН України. Директор Центру аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України.  
ГУДЗЕНКО Вадим Вікторович. Кандидат геолого-мінералогічних наук. Старший науковий співробітник відділу гідрологічних проблем Інституту геологічних наук НАН України.  
ДРОБНОХОД Микола Іванович. Доктор геолого-мінералогічних наук. Віце-президент Міжрегіональної академії управління персоналом.  
ОГНЯНИК Микола Степанович. Доктор геолого-мінералогічних наук. Завідувач відділу охорони підземних вод Інституту геологічних наук НАН України.  
РУДЕНКО Юрій Федорович. Кандидат геолого-мінералогічних наук. Заступник директора Науково-інженерного центру радіогідроекологічних полігонних досліджень при Президії НАН України.  
СИТНИКОВ Анатолій Борисович. Доктор геолого-мінералогічних наук. Завідувач відділу техногенної гідрології Інституту геологічних наук НАН України.  
СКАЛЬСЬКИЙ Олександр Сергійович. Кандидат геолого-мінералогічних наук. Старший науковий співробітник відділу моніторингу геологічного середовища того ж інституту.  
СУХОРЕБРИЙ Арнольд Олексійович. Доктор геологічних наук. Старший науковий співробітник відділу гідрологічних проблем того ж інституту.  
ЯКОВЛЄВ Євген Олександрович. Доктор технічних наук. Завідувач відділу природних ресурсів Українського інституту досліджень навколишнього середовища і ресурсів Ради національної безпеки і оборони України (Київ). 2005.

ки за деяких надзвичайних ситуацій вони стають єдиним надійним джерелом питного водопостачання населення, отже, забезпечують одну з основних умов життя людей. Окрім того, у сучасному тривожному світі зростає небезпека актів тероризму екстремістських сил, які можуть вивести з ладу водозабори поверхневих вод чи поверхневі джерела питних вод.

З цих причин істотне збільшення частки підземних вод у водопостачанні населення є стратегічним завданням, яке слід вирішувати на державному рівні.

З підземними водами пов'язані також важливі еколого-господарські проблеми. Це, зокрема, підтоплення земель, міст і господарських об'єктів, меліорація, підтримання оптимального режиму підземних вод у гірничодобувних регіонах, у реабілітаційних процесах на забруднених територіях тощо.

Щоб успішно розв'язувати ці проблеми, необхідно вивчити карту підземних вод, закономірності їх кількісного та якісного формування, їх ресурсну оцінку, впливи техногенних і природних чинників на їхні зміни.

Саме ці завдання виконували автори циклу робіт «Наукові основи формування ресурсів підземних вод як джерела якісного водопостачання та раціонального господарського використання» [1 – 19].

Цей цикл досліджень є комплексною фундаментальною працею, що охоплює широкий спектр питань: підземні води України, їх водообмін у складних гідрогеологічних структурах; їхні ресурси; якість у природних і техногенно порушених умовах; процеси переносу речовин і тепла; вивчення динаміки вологи та солей у зоні аерації; натурне та математичне моделювання гідрогеологічних процесів; охорона підземних вод тощо.

Передусім значна увага приділена розробці теоретичних і методологічних засад, методів і методик вивчення закономірностей водообміну в гідрогеологічних структу-

рах, що є підґрунтям розвитку гідрогеології як науки. Зокрема, введено взаємопов'язані поняття природних, природно-антропогенних й антропогенних ресурсів підземних вод. Автори зазначеного циклу робіт уперше розробили типізацію гідрогеологічних умов за співвідношенням природних ресурсів, підземного стоку і підземного стоку в річки.

До проведення цих досліджень вважалося, що оцінювати природні ресурси підземних вод можна гідрологічними методами через оцінку підземного живлення річок. Доведено, що підземний сток у річки, залежно від ступеня розчленування рельєфу і гідрогеологічних умов, може становити лише частину загальних природних ресурсів підземних вод. У рівнинних районах Полісся основна частина цих ресурсів не розвантажується в річки, і тому гідрологічні методи оцінки стоку дають змогу виявити лише невелику частку від загальних природних ресурсів підземних вод. Отже, знайдено і доведено додаткові запаси тих підземних вод, які не враховували раніше.

На основі аналізу умов формування природних ресурсів підземних вод і ступеня їх зв'язку з річковою системою автори розробили класифікацію методів оцінки природних ресурсів та рекомендації щодо їх використання.

Встановлено, що основну роль у формуванні водообміну у багатоповерховій системі водоносних горизонтів і ресурсів підземних вод відіграють процеси вертикального взаємозв'язку водоносних горизонтів через слабопроникні шари порід. Латеральна (вздовж водоносного горизонту) фільтрація підземних вод у регіональному вимірі є вторинною і залежить від вертикального водообміну.

Виявлення цих фундаментальних закономірностей водообміну у гідрогеологічних структурах дало змогу вперше розробити принципи і прорайонувати територію Ук-

раїни за умовами формування водообміну, оцінити темпи водообміну підземних вод систем водоносних горизонтів з поверхневими водами, що є одним із показників захищеності підземних вод від поверхневих забруднювачів.

Уперше виконано цільовий аналіз методів вивчення ресурсів підземних вод і їхніх складових — підземного стоку та підземного стоку в річки. Автори запропонували методи оцінки підземного стоку на основі дослідження розподільного балансу підземних вод й аналізу гідродинамічних умов.

Було проаналізовано досвід експлуатації підземних вод і створено метод оцінки їхніх природних ресурсів. Значну увагу ми приділили розвитку і застосуванню методів натурної аналогії, природних індикаторів тощо.

Комплексне використання розроблених методів уможливило здійснення розподільної оцінки природних ресурсів підземних вод, підземного стоку і підземного стоку в річки окремих регіонів України.

У згаданому циклі робіт висвітлені також питання класифікації запасів підземних вод, принципи схематизації гідрогеологічних умов для оцінки експлуатаційних ресурсів підземних вод, методи цієї оцінки та особливості їх застосування у різних типах родовищ. Викладено завдання і зміст пошуків підземних вод для цілей водопостачання, питання їх охорони від забруднення на водозабірних ділянках. Автори розглянули підходи до оцінки впливу водовідбору на навколишнє середовище, обчислення експлуатаційних запасів підземних вод методом математичного моделювання, їх оцінки у специфічних умовах експлуатації. Особливу увагу приділено принципам схематизації умов формування експлуатаційних ресурсів підземних вод.

У цих дослідженнях були розвинуті кількісні методи оцінки та прогнозу процесів переносу тепла і речовини у підземних водах за допомогою різних механізмів, з урахуванням фізико-хімічної взаємодії у сис-

темі розчин — порода. Ми запропонували способи прогнозування і палеорекострукції температурних та концентраційних полів у водонапірних системах, визначення фільтраційних, теплофізичних, дифузійних, кінетичних параметрів. Автори обґрунтували можливість застосування спеціальних дистанційних зйомок земних утворень для дослідження природних ресурсів і пошуку корисних копалин.

Важливе науково-прикладне значення має вивчення динаміки вологи і солей у зоні аерації. Зокрема, розроблено теоретичні уявлення про перебіг такого переносу у ненасичених і насичених ґрунтах зони аерації. Наведені математичні моделі цих процесів. Викладені результати досліджень вологосолепереносу у системі «ґрунт — рослина — приземне повітря». Автори запропонували методи розв'язання обернених і прогнозних задач вологосолепереносу на спеціальних пристроях. Розглянуті режими вологи та солей ґрунтів, оптимальних для врожайності сільськогосподарських культур, поліпшення водообміну у ході меліоративних робіт, підвищення достовірності оцінок інфільтраційного живлення підземних вод та стану навколишнього середовища.

Значну увагу ми приділили теоретичним і методичним проблемам моделювання гідрогеологічних процесів, методам розв'язання типових задач засобами моделювання, ідейно-концептуальній структурі постійно діючих гідрогеологічних моделей окремих територій України, що відтворюють найістотніші властивості реальних гідрогеологічних процесів і дають змогу на підставі натурних, фізичних та математичних експериментів кількісно охарактеризувати процеси, які виникли у минулому, спостерігаються сьогодні, а також прогноуються з урахуванням техногенних факторів.

Розроблена авторами структура постійно діючих гідрогеологічних моделей використовується для оцінки формування техноген-

ного режиму зони активного водообміну в Україні. Такі моделі, створені для території Рівнинного Криму, лівобережжя Дніпра, Києва, Рівного та інших об'єктів, дають можливість керувати режимом підземних вод, зокрема, допомагають розв'язувати проблему господарсько-питного водопостачання населених пунктів.

У циклі робіт проаналізовано види господарської діяльності, що впливають на зміни водообміну, а також гідрогеологічних процесів, які виникають внаслідок такої діяльності. Цей аналіз виконано по всіх великих гідрогеологічних структурах України.

Регіональний вплив найбільших водозаборів на водообмін у системі водоносних горизонтів і великих артезіанських басейнів досліджено в районах міст Києва, Полтави, Рівного, Харкова, Львова та ін. Специфіку впливу гірничо-видобувних підприємств на водообмін розглянуто на прикладах Криворізького залізничного басейну, Західного Донбасу та деяких інших регіонів України. Вивчено також вплив обводнювальних меліорацій на характер водообміну в Причорномор'ї та в Криму, в межах яких регіональний розвиток водогосподарських систем призвів до змін умов живлення, транзиту і розвантаження підземних вод.

Поряд з оцінкою впливу на водообмін великих водосховищ Дніпровського каскаду розглянуто роль і численних невеликих штучних водойм у регіональних змінах умов водообміну.

Ми отримали важливі результати багаторічних досліджень процесів проникнення радіонуклідів у підземну гідросферу в зонах активного радіонуклідного забруднення територій внаслідок аварії на ЧАЕС. Оцінено фактичне радіоактивне забруднення підземних вод і геологічного середовища у Чорнобильській зоні відчуження, що включає район об'єкта «Укриття» і водозабори м. Прип'ять, території Київської міської агломерації тощо.

У циклі робіт наведені результати моделювання міграції радіонуклідів у водообмінних системах. Виявлено значну роль підземних вод в автореабілітаційних процесах на забруднених територіях та оцінено бар'єрне значення геологічного середовища, яке депонує чималу частину радіоактивного забруднення, небезпечного для біоти і людини.

До згаданого циклу робіт входить монографія «Chernobyl Disaster and Ground Water» (Editor V. Shestopalov. — A.A. Balkema Publ. Lisse, 2002. — 289 p.), яка підготовлена нідерландським видавництвом і є англomовним викладом наслідків впливу Чорнобильської катастрофи на підземну гідросферу. Тут наведено оцінки дії гідротехнічних споруд на підземні води і довкілля з урахуванням природоохоронних заходів. Викладено концептуальні положення моніторингу підземних вод, які зазнали впливу аварії на ЧАЕС у 1986 році. Проаналізовано основні результати досліджень їх радіоактивного забруднення.

Отже, у циклі наукових праць розроблено теоретичні та методичні засади й отримано практичні результати з таких важливих напрямів:

- ♦ природні ресурси, водообмін у гідрогеологічних структурах, запаси підземних вод;
- ♦ процеси переносу речовини і тепла у глибокозалягаючих частинах гідрогеологічних структур;
- ♦ динаміка вологи і солей у зоні аерації;
- ♦ моделювання гідрогеологічних процесів;
- ♦ охорона підземних вод в умовах техногенезу і гідрогеологічний моніторинг.

Цей цикл робіт охоплює практично всі основні науково-практичні проблеми, пов'язані з вивченням закономірностей формування водообміну в гідрогеологічних структурах у природних і техногенно змінених умовах, ресурсів підземних вод, придатних для водопостачання та раціонального господарського використання.

## ДЖЕРЕЛО НАДІЙНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Територія України охоплює різні за геологічною будовою та гідрогеологічними особливостями райони. Вони різко диференційовані за умовами водозабезпеченості, що не завжди сприятливо для успішного розвитку промисловості і сільського господарства. Тому вкрай важливим є керування водними ресурсами, що ґрунтується на глибокому науковому аналізі особливостей формування запасів підземних вод, їх хімічного складу, динаміки, живлення водоносних горизонтів, їх взаємодії тощо. З другого боку, розв'язання цих питань неможливе без теоретичних розробок, що спираються на моделювання процесів тепломасопереносу і застосування комплексу методів досліджень, представлених у висвітленому циклі праць.

Тільки на цій теоретичній базі можна розв'язати проблеми перезволоження в одних районах і нестачі води — в інших, засолення ґрунтів, особливо зважаючи на ускладнення, спричинені техногенною діяльністю.

Для підприємств, установ та організацій усіх форм власності, що здійснюють планування, фінансування і виконання робіт з регіонального гідрогеологічного вивчення території України, пошуку, розвідки та експлуатації родовищ підземних вод, обов'язковим є положення про стадії геологорозвідувальних робіт на підземні води, розроблені Департаментом геології та використання надр Мінекоресурсів України.

Вважається, що загальні природні ресурси прісних підземних вод у нашій країні становлять 21 км<sup>3</sup>/рік, тобто майже 40% від загальних водних ресурсів України. Сьогодні відбирається з надр близько 15% цієї величини. Потреби ж нашого питного водопостачання за середньодобових норм майже 300 л/люд./добу — це приблизно 4,5 км<sup>3</sup>/рік. Тобто питне водопостачання населення України може бути на перспек-

тиву забезпечено якісними підземними водами за умови їх розподілу на території країни адекватно до потреб.

Однак ресурси підземних вод в Україні розподілені досить нерівномірно. Причому потреба в них досить велика у східних і південних регіонах, де їх запаси обмежені. Тому детальне вивчення умов формування підземних вод, їх кількості і якості має важливе практичне значення.

Автори зазначеного циклу робіт доводять, що частка ресурсів підземних вод, не пов'язаних з річками, більша, ніж це відображено в офіційних документах.

Підземні води — єдиний вид корисних копалин, який формується у процесі його експлуатації. Якщо відбрати тільки динамічну складову підземних вод (природні ресурси), не чіпаючи ємнісні запаси, то їх вистачить на необмежений період.

Проте частіше добувають підземні води із частковим залученням їхньої ємнісної складової. Тому ми оперуємо поняттям «експлуатаційні запаси (ресурси)». Це середній за розрахунковий період відбір підземних вод, який можна отримати на родовищі (ділянці) за допомогою геологічно та економічно обґрунтованих водозабірних споруд при заданих режимі, умовах експлуатації та якості, що відповідає вимогам цільового використання підземних вод у народному господарстві з урахуванням природоохоронних обмежень.

Амортизаційний термін функціонування водозаборів — 25 або 50 років, після чого необхідно експлуатаційні запаси підземних вод перезатвердити.

Розподіл розвіданих експлуатаційних ресурсів підземних вод і їх видобуток в Україні свідчать, що тут є ще значний резерв, який поки не задіяний.

Що дали дослідження авторів з погляду перспектив масштабного використання прісних підземних вод для питного водопостачання населення України?

*По-перше*, обґрунтування використання артезіанських вод для водопостачання міст Києва, Харкова, Полтави, Чернігова, Львова, Рівного, Хмельницького та інших населених пунктів.

*По-друге*, обґрунтування методів оцінки самоочищення підземних вод від радіонуклідів, їх захисту від впливу техногенних аварій (у тому числі Чорнобильської катастрофи).

*По-третє*, у порядку реалізації Указів Президента України «Про стан безпеки водних ресурсів держави та якості питної води в містах і селах України» та положень загальнодержавної програми «Питна вода України», де передбачено істотно збільшити використання підземних вод питної якості, авторами циклу робіт підраховано запаси таких вод і дано рекомендації щодо оптимізації розміщення підземних водозаборів та режиму їх експлуатації в умовах техногенного впливу. Це, зокрема, дало змогу у «Програмі розвитку і реконструкції водопровідного господарства м. Києва на 2004—2010 роки» передбачити збільшення питного підземного водовідбору з 190 (2004 р.) до 540 тис. м<sup>3</sup>/добу (2010 р.). А у перспективі цей водовідбір може бути ще значнішим.

Обґрунтовані авторами висновки і рекомендації є основою раціонального питного водопостачання населення України за рахунок підземних вод. *Подібних комплексних наукових і прикладних розробок не було ні в колишньому СРСР, ні в країнах СНД і далекого зарубіжжя.*

Цикл робіт «Наукові основи формування ресурсів підземних вод як джерела якісного водопостачання та раціонального господарського водокористування» висунутий на здобуття Державної премії України у галузі науки і техніки.

#### **СИСТЕМА ОХОРОНИ ПІДЗЕМНИХ ВОД**

Попередня оцінка прогнозних ресурсів підземних вод виконувалася в Україні

25—28 років тому за схемами, що не враховували реальних можливостей створення водозаборів, без достатнього обліку якості цих вод, яка за минулі роки в ряді місць погіршилася. Крім того, масова приватизація земель призвела до необхідності перегляду розрахункових схем водозаборів. Отож очевидною є необхідність нової, більш реалістичної і якісної, оцінки прогнозних ресурсів підземних вод з використанням сучасних методичних підходів та обчислювальної техніки.

Слід виконати ревізійне обстеження й оцінку основних розвіданих, але не експлуатованих родовищ — для підтвердження або уточнення запасів, насамперед за показниками якості підземних вод, збереження санітарних зон, коректності оцінки щодо якісного складу підземних вод та ін.

У зв'язку з цим необхідно конкретніше і повніше виявляти й оцінювати аномальні шляхи «швидкої» міграції забруднень у водоносні горизонти, значення, умови і режим надходження інфільтраційного живлення, що є не тільки джерелом формування ресурсів підземних вод, а й основним транспортом забруднень у водоносні горизонти.

Поряд з подальшим удосконаленням системи централізованого водопостачання (зменшення втрат у комунікаціях, поліпшення водопідготовки й ощадливіше використання води) доцільно запроваджувати і розширювати мережу локального водопостачання. Для цього варто впроваджувати в усіх містах, де є така можливість, досвід Києва у розбудові мережі б'юветів підземних питних вод. Окрім того, доцільно створювати автономні системи водопостачання підземними водами окремих масивів і груп житлових будинків.

Вельми важливими завданнями є запровадження сучасної ефективної системи охорони підземних вод від негативних техногенних впливів і реабілітація ділянок їх найбільшого забруднення.

Нагальна проблема — водопостачання міст в умовах надзвичайної ситуації. Це особливо актуально для міст, що мають змішане (поверхнєве і підземне) або тільки поверхнєве водопостачання. До першої групи належать Київ, Харків, Черкаси, Кременчук, Дніпродзержинськ та інші міста. До другої групи — Дніпропетровськ, Запоріжжя, Кривий Ріг, Нікополь тощо.

У межах першої групи міст необхідно виконати оцінку можливого збільшення відбору підземних вод з розвіданих і вже експлуатованих родовищ аж до повного вичерпання поверхневих джерел водопостачання на обмежений час, з огляду на потенційні надзвичайні ситуації.

Доцільно створити мережу бюветів у різних районах міст (за прикладом Києва), також слід розробити заходи щодо технічного забезпечення такого відбору підземних вод.

Для другої групи міст варто оцінити можливість створення бюветної системи водопостачання на основі використання місцевих обмежених, локальних ресурсів підземних вод питної якості. Крім цього, необхідно з'ясувати можливість транспортування таких вод з найближчих родовищ та їхніх експлуатаційних запасів.

Розвідані раніше, але не експлуатовані родовища підземних вод потрібно додатково вивчити щодо відповідності їх якості сучасним вимогам, екологічному стану і майновому статусу території, у межах якої формуються експлуатаційні запаси підземних вод. У разі несприятливих результатів обстеження розміри експлуатаційних запасів можуть бути переглянуті.

Оскільки прогнозні ресурси підземних вод мають досить низьку вірогідність й орієнтовний характер, їх облік для конкретних цілей передбачає проведення розвідувальних робіт з метою оцінки достовірних експлуатаційних запасів, будівництва водозаборів та водоводів.

Значна частина сільського населення і досі використовує шахтні колодязі для одержання води з ґрунтового водоносного горизонту. Оскільки понад 90% ґрунтових вод не відповідає вимогам санітарних норм по кількох показниках, слід виконати значний обсяг досліджень і робіт з організації водопостачання сільських мешканців за рахунок незабруднених напірних підземних вод, приурочених до другого-третього від поверхні напірного горизонту.

Сьогодні централізовані системи водопостачання є лише у 19% сіл. При цьому тільки 7% сільського населення забезпечене водогоном, уведеним у житлові приміщення.

Отже, водопостачання сільських жителів має здійснюватися шляхом створення централізованих систем, що базуються на ґрунтових свердловинних водозаборах і на свердловинах для індивідуального використання у фермерських господарствах, кількість яких істотно зростає.

Необхідно вдосконалити, з урахуванням досвіду розвинених країн, відповідну природоохоронну нормативну базу, суттєво збільшити обсяги й ефективність водоохоронних заходів, що забезпечують зменшення і нейтралізацію негативного техногенного навантаження на джерела водопостачання, посилити контроль і штрафні санкції щодо підприємств, господарств та окремих осіб, які порушують природоохоронне законодавство.

Для прогнозу і розробки ефективних заходів доцільно створити постійно діючі гідрогеологічні моделі найбільш відповідальних об'єктів.

Необхідно розробити і впровадити систему важелів заохочувального і заборонного характеру, активно використовувати засоби масової інформації, створити «зелені» і «блакитні» патрулі, розвивати екологічну культуру громадян, зокрема у ставленні до водних джерел.

1. Методы изучения водообмена / *Шестопалов В.М., Ситников А.Б., Лялько В.И. и др.* // Отв. ред. В.М. Шестопалов. — АН УССР, Ин-т геол. наук. — К.: Наук. думка, 1988. — 272 с.
2. Водообмен в естественных условиях / *Шестопалов В.М., Лялько В.И., Огняник Н.С. и др.* // Отв. ред. В.М. Шестопалов. — АН УССР, Ин-т геол. наук. — К.: Наук. думка, 1989. — 288 с.
3. Водообмен в нарушенных условиях / *Шестопалов В.М., Огняник Н.С., Дробноход Н.И. и др.* // Отв. ред. В.М. Шестопалов. — АН УССР, Ин-т геол. наук. — К.: Наук. думка, 1991. — 528 с.
4. Водообмен в гидрогеологических структурах и Чернобыльская катастрофа (части 1 и 2) / *Шестопалов В.М., Лялько В.И., Ситников А.Б. и др.* // Отв. ред. В.М. Шестопалов. — НАН Украины, Ин-т геол. наук; Науч.-инж. центр радиогидрогеоэкол. Полигон. исследований. — К.: Наук. думка, 2001. — 398 с. (Ч. 1). С. 397—635 (Ч. 2).
5. Chernobyl Disaster and Ground Water / Edit. V. Shestopalov. — A.A. Balkema Publ. Lisse, 2002. — 289 p.
6. *Лялько В.И., Шнейдерман Г.А.* Формирование и прогноз ресурсов подземных вод засушливых районов (экспериментальные исследования на примере Юга Украины). — К.: Наук. думка, 1965. — 187 с.
7. *Шестопалов В.М.* Естественные ресурсы подземных вод платформенных артезианских бассейнов Украины. — К.: Наук. думка, 1981. — 196 с.
8. *Шестопалов В.М.* Методы изучения естественных ресурсов подземных вод. — М.: Недра, 1988. — 168 с.
9. *Дробноход Н.И.* Оценка запасов подземных вод. — К.: Вища школа, 1976. — 216 с.
10. *Боревский Б.В., Дробноход Н.И., Язвин Л.С.* Оценка запасов подземных вод. — 2-е изд., перераб. и доп. — К.: Вища школа, 1989. — 407 с.
11. *Лялько В.И., Митник М.М.* Исследование процессов переноса тепла и вещества в земной коре. — К.: Наук. думка, 1978. — 152 с.
12. *Лялько В.И.* Тепломассоперенос в литосфере (теоретические и прикладные аспекты). — К.: Наук. думка, 1985. — 260 с.
13. *Ситников А.Б.* Динамика воды в ненасыщенных и насыщенных грунтах зоны аэрации. — К.: Наук. думка, 1978. — 156 с.
14. *Ситников А.Б.* Динамика влаги и солей в почвогрунтах зоны аэрации. — К.: Наук. думка, 1986. — 156 с.
15. Введение в моделирование гидрогеологических процессов / *Бабинец А.Е., Огняник Н.С., Шестопалов В.М. и др.* — К.: Наук. думка, 1980. — 252 с.
16. *Огняник Н.С.* Постоянно действующие математические модели гидрогеологических процессов (на примере Юга УССР). — К.: Наук. думка, 1983. — 165 с.
17. *Огняник Н.С.* Постоянно действующие гидрогеологические модели интенсивно осваиваемых территорий Украинской ССР. — К.: Наук. думка, 1991. — 174 с.
18. Охрана подземных вод в условиях техногенеза / *Огняник Н.С., Рудаков В.К., Ситников А.Б., Рыбин В.Ф.* — К.: Вища школа, 1985. — 221 с.
19. Мониторинг радиоактивного загрязнения поверхностных и подземных вод после Чернобыльской аварии / *Войцехович О.В., Шестопалов В.М., Скальский А.С., Канивец В.В.* — К.: УКРНИГМИ, ИГН НАНУ, 2001. — 148 с.

*В. Шестопалов, В. Лялько, В. Гудзенко, М. Дробноход, М. Огняник, Ю. Руденко, А. Ситников, О. Скальский, А. Сухоребрий, Є. Яковлев*

#### ПІДЗЕМНІ ВОДИ ЯК СТРАТЕГІЧНИЙ РЕСУРС

##### Резюме

Висвітлено стан і прогнозування водообміну у гідрогеологічних структурах України, показано ефективність застосування для цього сучасних комп'ютерних, фізико-хімічних та космічних технологій й економічну перспективність залучення резервів якісних підземних вод для забезпечення потреб населення.

*V. Shestopalov, V. Lyalko, V. Gudzenko, M. Drobnohod, M. Ognyanyuk, Yu. Rudenko, A. Sytnykov, O. Skalsky, A. Suhorebryi, Ye. Yakovlev*

#### GROUNDWATER AS STRATEGIC RESOURCE

##### Summary

The condition of water exchange in hydrogeological complexes of Ukraine is described, the authors show efficiency of modern computer, physical-chemical and space technologies application and economic benefits of use of high quality ground water reserves for population needs.