

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА УСТАНОВА «ІНСТИТУТ ГЕОХІМІЇ
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА
НАН УКРАЇНИ»**

Яковлєв Валерій Володимирович

УДК 556.38 : 628.1(-21)

**ПЕРСПЕКТИВНІ ДЖЕРЕЛА ПРИРОДНИХ ВОД
ДЛЯ ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ УКРАЇНИ,
ЇХ ОХОРОНА І РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ**

21.06.01 – Екологічна безпека

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора геологічних наук

Київ – 2017

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Харківському національному університеті ім. В.Н. Каразіна

Науковий консультант:

доктор геолого-мінералогічних наук, професор

Лур'є Анатолій Йонович,

Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна,
професор кафедри гідрогеології

Офіційні опоненти:

доктор геолого-мінералогічних наук, професор

Огняник Микола Степанович,

Інститут геологічних наук НАН України, завідувач відділу охорони підземних вод

Доктор геологічних наук,

Кроїк Ганна Аркадіївна

Дніпропетровський національний університет, професор кафедри зоології та екології

Доктор геологічних наук, професор

Кошляков Олексій Євгенович,

ННІ «Інститут геології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, завідувач кафедри гідрогеології та інженерної геології

Захист відбудеться «8» червня 2017 р. о 10 год. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.192.01 при ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України», за адресою: 03680 м.Київ-142 пр. Академіка Палладіна, 34а.

З дисертацією можна ознайомитись у науково-технічній бібліотеці ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України» за адресою: МСП 03680 м.Київ-142, пр. Палладіна 34а.

Автореферат розісланий «5» травня 2017 р.

Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради канд.геол.-мін. наук

В.Г.Яценко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Техногенне забруднення охопило всю поверхневу гідросферу і проникає все глибше в підземну гідросферу якісно виснажуючи ресурси екологічно чистих прісних вод. На сучасному етапі розвитку України держава має один з найменших у Європі показників питомого водозабезпечення, актуальним є питання оцінки наявності та кількості залишкових ресурсів екологічно чистих вод, придатних для питного водопостачання.

Наявний стан джерел питного водопостачання і забезпечення доступу населення України до якісної води не відповідає сучасним і, тим більш, можливим майбутнім загрозам виникнення надзвичайних ситуацій. У зв'язку з цим актуальною є проблема забезпечення доступу населення до якісної питної води і мінімізація загроз виникнення надзвичайних ситуацій у сфері питного водопостачання.

З огляду на вичерпність якісних питних вод як корисної копалини, можливість широкого використання запасів і ресурсів найбільш цінних в екологічному відношенні вод України на тривалу перспективу доцільно пов'язувати з: відокремленням питного водопостачання від інших напрямків використання води; залученням природних джерел якісної води, які раніше не використовувалися і забезпеченням способів їх рентабельного видобутку; охороною і створенням резервів найцінніших вод у геологічних структурах; вдосконаленням нормативів якості питної води; обґрунтуванням вибору джерел води і створенням бюветних систем для забезпечення населення питною водою у надзвичайних ситуаціях.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами.

Дисертаційна робота виконана на базі кафедри гідрогеології Харківського національного університету ім. Каразіна в рамках нині діючої програми «Питна вода України» на період 2006-2020 роки, яка має статус Закону України, від 3 березня 2005 року N 2455-IV. Розробки технологій кондиціонування питної води виконані на діючих підприємствах, а саме: АТ «Ефект», ПАТ «САН ІНБЕВ «УКРАЇНА», ПП Бобров І.А. за участю науково-виробничої лабораторії ТОВ «Лабораторія якості води «ПЛАЯ».

Мета досліджень – виявлення перспективних, у тому числі не задіяних, джерел екологічно чистих природних вод України та наукове обґрунтування можливості їх застосування для питного водопостачання у перспективі, їх охорони та раціонального використання, у тому числі при виникненні надзвичайних ситуацій.

Для досягнення мети необхідно розв'язати наступні **задачі**:

- визначити перспективні, у тому числі не задіяні, джерела питної води у геологічному середовищі України з урахуванням різномаяття природних умов і техногенного впливу;

- експертно оцінити кількість в них якісної, техногенно не забрудненої природної води і строк її вичерпання при збереженні існуючих підходів у системі водопостачання;
- удосконалити методику оцінки якості води при виборі джерел питного водопостачання;
- обґрунтувати шляхи підвищення рівня екологічної безпеки населення у зв'язку з дефіцитом природних вод питної якості і вірогідністю виникнення надзвичайних ситуацій;
- оцінити економічну доцільність залучення нових джерел питної води.

Об'єкт дослідження - водні ресурси зон активного і уповільненого водообміну геологічного середовища України.

Предмет дослідження - екологічна і ресурсна оцінка придатності об'єктів гідросфери України як джерел питної води на перспективу. При цьому, така оцінка ґрунтується на результатах дослідження у найбільш напружених у екологічному і ресурсному відношенні східних областях країни, а на інші області поширювалася з урахуванням їх природних і екологічних умов.

Методи дослідження. Підземна гідросфера є ієрархічно побудованою системою геологічних структур, водоносних горизонтів, водотривів. У той же час вона є джерелом лімітуючого ресурсу життєдіяльності – питної води, яку людина видобуває. Тому загальнонауковою методологією вивчення об'єкту дослідження є системно-діяльнісний підхід, який включає наступний логічно пов'язаний ланцюг компонентів «потреба - суб'єкт - об'єкт - процеси - умови – результат – екологічна безпека». Практична реалізація даної концепції у дисертації досягалася шляхом застосування нижченаведених методів дослідження. Визначення ресурсів підземних вод придатних для питного водопостачання виконано за допомогою системного і порівняльного аналізу стану об'єктів підземної гідросфери у зонах активного і уповільненого водообміну. Підрахунок статичних запасів екологічно чистих вод виконаний методом аналізу площ розвитку, потужності і водовіддачі порід. Обробку первинних матеріалів зроблено стосовно геологічних структур України I-го порядку за допомогою статистичних методів. При визначенні площі розвитку піщаних річкових терас застосований аерокосмічний метод – дешифрування космічних знімків. Площа ділянок визначалася з залученням електронної інтерактивної карти Google Earth за допомогою ГІС-технологій. При оцінці ресурсів підземних вод піщаних річкових терас і при теоретичному обґрунтуванні заходів з опріснення ґрунтових вод застосовані порівняльний і балансові методи. Вивчення ресурсів джерельних вод виконане за даними натурного обстеження частини існуючих джерел, збору інформації про інші джерела і екстраполяції даних

за методом аналогії. Ризики порушення систем питного водопостачання проаналізовані з точки зору можливих природних катастроф, техногенних аварій і воєнних дій. Патентний пошук виконаний відносно двох корисних моделей розроблених автором для видобування якісних підземних вод. Для нових джерел природних вод виконана економічна оцінка їх залучення для питного водопостачання.

Наукова новизна роботи.

Вирішено науково-прикладну проблему - визначено перспективні, у тому числі раніше не задіяні, джерела підземних вод у геологічному середовищі, які рекомендовані для резервного питного водопостачання з урахуванням дотримання вимог екологічної безпеки та визначенням природоохоронних заходів.

Вперше:

1. Введено поняття «доіндустріальних вод» - що сформовані у доіндустріальну епоху і не мають техногенного забруднення. Експертно оцінено, що такі води з мінералізацією до $1,5 \text{ г/дм}^3$, які є стратегічним резервом питних вод України, знаходяться у Дніпровсько-Донецькому артезіанському басейні у виді статичних запасів у мінімальній кількості 810 км^3 .

2. На основі геоморфологічних, ландшафтно-геохімічних та геолого – літологічних особливостей у межах піщаних річкових терас виділені регіонально значимі осередки азональних прісних підземних вод гідрокарбонатного кальцієвого складу з мінералізацією від $0,16$ до $0,48 \text{ г/дм}^3$, жорсткістю від $1,2$ до $4,8 \text{ ммоль/дм}^3$, з показниками високої питної якості. Експертно оцінені динамічні ресурси цих вод, що становлять не менше 1900 тис. $\text{м}^3/\text{добу}$, які являють собою перспективний ресурс для питного водопостачання.

3. Теоретично обґрунтовано і запатентовано метод опріснення ґрунтових вод шляхом збільшення їх атмосферного живлення крізь штучні інфільтраційні піщані канали, що запропоновано створювати в зонах водовідбору.

4. Розроблений напрямок вдосконалення нормативів якості питних вод, заснований на визначенні фізіологічно оптимального вмісту біофільних елементів і коефіцієнту змінення природного складу води.

Отримало подальший розвиток:

1. Для експертних оцінок динамічних ресурсів підземних вод розроблений метод площинної диференціації модулю підземного стоку з ділянок суші з використанням балансового співвідношення ресурсних і гідрохімічних показників підземних вод.

2. Отримано нові дані про вологоємність мергельно-крейдових порід і хімічний склад їх порових вод у Дніпровсько-Донецькому артезіанському басейні.

3. Встановлені фонові і дійсні значення вмісту нітратів у джерельних водах Харківського регіону.

Практичне значення роботи:

Визначено положення у геологічних структурах, і надана експертна оцінка статичних запасів і динамічних ресурсів екологічно чистої прісної природної води, що забезпечує отримання додаткового резерву питного водопостачання для населення України з визначенням вимог до їх використання та природоохоронних заходів з метою дотримання екологічної безпеки (розділ 3).

Розроблено принципову конструкцію і визначені місця буріння самовиливних свердловин, які на крановому режимі можуть забезпечувати питною водою високої якості населення в надзвичайних ситуаціях (патент на корисну модель №104235).

Визначені якість і ресурси джерельних вод у Харківському регіоні, які є додатковим джерелом забезпечення екологічної безпеки питного водопостачання населення (розділ 5).

Обгрунтовані інженерні заходи для опріснення ґрунтових вод, що видобуваються за допомогою колодязів і свердловин (розділ 5, патент на корисну модель №104259), які зменшують солевміст, жорсткість і вміст розчинених забруднюючих речовин у колодязних водах, і, таким чином, підвищують безпеку використання цих вод.

Запропонований додатковий метод інтегральної оцінки якості питної води, оснований на оцінці відповідності її хімічного макрокомпонентного складу природному, дозволив ранжувати якість бутильованих вод, поширених на ринку Харківського регіону (розділ 4).

Вивчення складу порових вод у мергельно-крейдовому водотриві дозволило спрогнозувати якісний склад води на водозборі харчового підприємства ХВ ПАТ «САН ІнБев Україна» (довідка про впровадження від 27.12.2016).

Розроблена рекомендація щодо організації джерела децентралізованого водопостачання – родовища підземних вод «Водолій» у межах піщаної річкової тераси (довідка про впровадження від 23.11.2016) і обгрунтована економічна доцільність промислової розробки такого типу родовищ (розд.6).

Виконане експериментальне обгрунтування технології кондиціонування питної води родовища «Ефект» із застосуванням природного мінералу доломіту (довідка про впровадження 17/01 від 20.12.2016).

Результати робіт впроваджені у практичній роботі ТОВ «Геологічна компанія «Шерл», яка виконує роботи з оцінки запасів підземних вод у Харківській, Сумській і Полтавській областях (довідка про використання наукових розробок № 121 від 31.12.2015).

Дешифровані нові типи геологічних структур у екваторіальних областях Марса, що вміщують великі запаси конституційної води, на основі чого обґрунтована пропозиція щодо місця першої гуманітарної місії і колонії на Марсі, яка планується на 30-ті роки 21 століття (конференція у Хьюстоні, 2015).

Особистий внесок автора. Дисертація базується на матеріалах науково-дослідних робіт, які були виконані автором безпосередньо або під його науковим керівництвом на протязі 1998-2017 р.р. відповідно до державної програми і господарських договорів. Автором виконана експертна оцінка залишкових запасів екологічно чистих вод на Україні; доведено, що іонний склад води зони активного водообміну України формується аналогічно такому для води на континентах Землі; теоретично обґрунтовані об'єктивні передумови формування азональних підземних вод з низькою мінералізацією у межах піщаних річкових терас і експертно оцінені їх ресурси у Східній і Центральній Україні; обґрунтований вибір перспективних джерел природної води для цілей питного водопостачання населення України, теоретично обґрунтований додатковий кількісний метод оцінки якості питної води; запатентовано: методи збільшення живлення і опріснення ґрунтових вод шляхом технічної меліорації ґрунтів у зоні живлення; спосіб забору підземних вод у зоні їх висхідного розвантаження для забезпечення питного децентралізованого водопостачання у надзвичайних ситуаціях.

Обґрунтування методики експериментів кондиціювання природної питної води з використанням природних мінералів і економічна оцінка технологій децентралізованого водопостачання з нових джерел підземних вод виконані у співавторстві.

Апробація роботи. Основні результати досліджень і головні положення дисертації доповідались і обговорювались на: 31-й науково-технічній конференції викладачів, аспірантів і співробітників ХДАМГ, (м. Харків, 2002); XIII міжнародній науково-практичній конференції «Екологія і здоров'я людини». (Харків, 2005); VII і IX Всеукраїнських наукових конференціях «Екологічні проблеми України» (м. Одеса, 2005 і 2006); II Міжнародній науково-практичній конференції «Вода, екологія, суспільство» (Харків, 2006); 6-й Міжнародній конференції з технологій отримання енергії з відходів і стічних вод (м. Кальмар, Швеція, 2007); 10-тій підсумковій регіональній конференції «Епідеміологія, санітарія і гігієна» (м. Харків, 2007); VII Міжнародній конференції з космічних досліджень (м. Євпаторія,

2007); Європейській Марсіанській науковій конференції (Нордвик, Нідерланди, 2007); Міжнародній конференції «Від оптики до геології» (Харків, 2008); Міжнародному форуму молодих вчених «Екобалтика 2008» (м. С. Петербург, Росія, 2008); 35-й науково-технічній конференції викладачів, аспірантів та співпрацівників ХНАМГ (м. Харків, 2009); III міжнародній конференції в ХНАМГ «Вода. Екологія. Людина» (м. Харків, 2010); 7-й Міжнародній конференції природничих наук і технологій щодо поводження з відходами і з стічними водами, очищенню, впливу на клімат, оточуюче середовище і економічну ефективність (м. Кальмар, Швеція, 2010); 41-й і 42-й Місячно-планетних конференціях (Вудландс, Техас, 2010 і 2011); Вченій раді науково-дослідного інституту колоїдної хімії води ім. А.В.Думанського НАН України (м. Київ, 2011), Першій полярній марсіанській конференції (Феірбанк, Аляска, 2011); X Міжнародній конференції «Нові виклики» (Прага, 2014); Конференції «Зона для гуманітарної місії на поверхню Марса / Місце першого приземлення» (Хьюстон, Техас, 2015).

Публікації. Основний зміст дисертації відображений у 59 наукових працях, у тому числі: 2 монографії; 6 статей надруковані у виданнях, що входять до наукометричних баз (з них 4 статті – у закордонних виданнях), 31 стаття - у фахових наукових виданнях України; 4 статті – у закордонних наукових виданнях; 12 тез на конференціях.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається з вступу, шести розділів, загальних висновків, переліку 263 використаних джерел на 28 сторінках і 2 додатків на 11 сторінках. Робота містить 51 рисунок (з яких 17 рисунків на 15 окремих сторінках), 45 таблиць (з яких 9 таблиць на 17 окремих сторінках). Повний об'єм дисертації - 351 сторінка, з них основного тексту – 280 сторінок.

Подяки. Робота над дисертацією розпочалася у Харківській національній академії міського господарства, де консультантом був д.т.н. Стольберг Ф.В., який сприяв формуванню напрямку дисертаційного дослідження. Велике значення для успішного завершення роботи мали зауваження і поради фахівців, які знайомилися зі змістом роботи: к. т. н. В.О.Баранніка (ХНУМГ), д. т. н. Є.О. Яковлева (ІТГП НАНУ), д. т. н., проф. Г.В. Лисиченка (ДУ ІГНС АН України), д. хім. н., проф., академіка НАН України В.В.Гончарука, д. т. н. проф. І.Г.Черваньова, к. г.-м. н., проф. В.А.Терещенка, д. геогр. н, проф., К.А. Немця, д. г.-м. н., проф. А.Й. Лур'є (ХНУ).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність роботи, показано її зв'язок з науковими програмами, сформульовано мету, об'єкт, предмет, задачі і методи дослідження, визначено наукову новизну та практичне значення

отриманих результатів, надано інформацію про впровадження і публікації, а також про особистий внесок автора.

У першому розділі «Аналіз сучасного стану проблеми вичерпання ресурсів якісної питної води. Цілі і задачі роботи» надана характеристика сучасного стану водних ресурсів і проаналізований досвід і проблеми забезпечення населення питною водою на Україні і розвинутих країнах. Водні ресурси України в основному формуються за рахунок атмосферних опадів і місцевого річкового стоку, а також трансграничного річкового стоку, що надходить з територій Росії, Білорусі і Румунії. В маловодний рік сумарні водні ресурси поверхневих вод становлять 29,7 км³, а підземних – 7,0 км³. Водовідбір з усіх джерел становить 34,5 км³, що становить 94 % всіх водних ресурсів. За даними академіка А.В. Яцика більшість річок відносяться до забруднених та дуже забруднених. Окрім традиційних бактеріальних забруднень, техногенних надходжень важких металів, органічних сполук, має місце суттєве забруднення поверхневих вод фармацевтичними препаратами, в тому числі і речовинами наркологічної дії.

Більш якісним джерелом питного водопостачання є підземні води, які мають ту чи іншу міру природної захищеності і уразливості завдяки більш уповільненому водообміну і дії геохімічних бар'єрів, відрізняються від поверхневих більшою стабільністю фізико-хімічних і бактеріологічних показників і меншим вмістом органічних речовин, що обумовлює переваги при підготовці їх для водопостачання. Питання щодо формування запасів підземних вод і обґрунтування їх застосування для питного водопостачання України всебічно розроблялися видатними вітчизняними вченими: А.Е.Бабинцем, Ф.А. Руденко В.М., Шестопаловим, М.І. Дробноходом, Е.Е. Соболевським, Г.В. Лисиченко, Г.Г.Лютим, Г.І. Рудько, Є.О.Яковлєвим і ін. Численними науковими дослідженнями і практикою другої половини 20-го століття показано, що в слід за тотальним забрудненням поверхневих вод прогресує деградація і підземних. На теперішній час перший від поверхні водоносний горизонт на Україні є практично повсюдно забрудненим. З часом знижується також якість поміжпластових вод у зв'язку з техногенною фільтрацією забруднених поверхневих вод, а також зміною складу природних вод під впливом інтенсивної експлуатації: зростають вміст розчиненого заліза, хлоридів, сульфатів, натрію, загальний солеміст, жорсткість води, вміст амонію, сірководню і таких мікроелементів як фтор, марганець, літій, свинець, та ін. На території України експлуатується 318 великих водозаборів підземних вод, що працюють на затверджених запасах, і якість води в яких погіршилася внаслідок техногенного впливу.

Досвід інтенсивної експлуатації підземних вод, накопичений у розвинутих країнах, показує необхідність завчасної розробки заходів захисту і оптимізації схеми відбору підземних вод для попередження деградації їх

якості.

У той же час, на Україні у артезіанських басейнах існують запаси прісних вод, природна захищеність яких забезпечує довготривалу стабільність їх складу і можливість використання цих вод для питного водоспоживання.

Таким чином, проблема джерел питної води в Україні полягає не у виснаженні прісних вод, а у загальній деградації якості води у легкодоступних джерелах (поверхневих і неглибоких підземних), що затруднює чи унеможливує використання її як питної.

Не вирішеною є проблема впливу водопровідної сітки на якість питної води, причиною чого є зношеність значної частини водопровідної мережі і вимушене її хлорування. Використання полімерних труб для водопроводів призводить до появи у воді ряду токсичних органічних сполук: 4-етилфенол, 4- тетра-бутилфенол, 2,6-ді-тетра-бутил-р-бензохинон, мезитилоксид, тетра-бутил-ізобутил та ін. У зв'язку з тотальним погіршенням води у її джерелах широкого розвитку набули системи децентралізованого постачання бутильованої, розв'язної, бюветної води, а у ряді країн регулярно є практика транспортування питної води у вигляді льоду. Ціна на питну воду для споживача за останні 30 років підвищилася у 4-5 разів. Досвід розвинутих країн свідчить про неминуче обмеження ресурсів прісної води питної якості і ресурсну, технічну і економічну доцільність переходу на децентралізований шлях її постачання.

Кількість обов'язкових показників, за якими на сучасному етапі визначається якість питної води згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 становить 84, але речовин - потенціальних забруднювачів на сучасний момент людством створено більше 20 мільйонів. Виходячи з цього найбільш об'єктивним методом контролю якості води є запропонований академіком В.В. Гончаруком метод інтегрального контролю якості води у діючих джерелах з використанням біологічних систем, зокрема на клітинних тестах людини, що дозволяє виявляти безпосередню реакцію організму людини на дію води того чи іншого складу. В той же час, враховуючи зростаючий техногенний тиск, критерії вибору джерел питного водопостачання потребують удосконалення з точки зору оцінки ступеня «природності» води в них.

У другому розділі «Методика досліджень» обґрунтовується методика виконаних досліджень. Оскільки підземна гідросфера України є ієрархічно побудованою у просторі і змінною у часі системою, розгляд наявних ресурсів і визначення їх перспективності як джерел питних вод виконувався за допомогою системного аналізу. Основними таксономічними елементами при цьому були гідрогеологічні структури першого порядку, і їх частини з суттєвими відмінностями мінералізації і хімічного складу підземних вод у зоні активного водообміну. Основними динамічними

факторами системи прийняті уразливість підземних резервуарів природних вод, швидкість просунення фільтраційного фронту води індустріальної епохи. Гідрогеологічні структури першого порядку і їх частини класифіковані за наявністю запасів доіндустріальних вод з різною спученню їх придатності для питного водопостачання і як резервуари для зберігання потенційно питних підземних вод для майбутніх поколінь.

Вивчення ресурсів джерельних вод виконане за даними натурального обстеження частини існуючих джерел, збору інформації про інші джерела і екстраполяції даних за методом аналогії. Метод аналогій також використовувався при інтерпретації результатів дешифрування ландшафтних умов і геоморфологічних структур при визначенні площі розвитку піщаних річкових терас на електронній інтерактивній карті Google Earth. Площа ділянок визначалася за допомогою програми Map Info.

Якісні показники підземних вод оцінювалися згідно з вимогами ДСанПіН 2.2.4-171-10 за стандартними методиками, у атестованій лабораторії ТОВ «Лабораторія якості води «ПЛАЯ».

Розрахунок ємнісних запасів води у водоносних горизонтах і водотривах артезіанських басейнів з огляду на їх вичерпність (заміну водами індустріальної епохи) виконувався за залежністю:

$$W = V \cdot n = m \cdot s \cdot n, \text{ де:} \quad (1)$$

W – ємнісні запаси підземних вод, км³; V – об'єм водоносних горизонтів чи водотривів, км³; n – активна пористість, долі одиниці; m – потужність водоносного горизонту, чи водотриву, км і s – площа розповсюдження водоносних горизонтів чи водотривів, км².

Обробка даних щодо потужності геологічних шарів, величини зниження динамічних рівнів води і хімічного складу підземних вод виконувалася за допомогою статистичних методів.

Балансовий метод використовувався при оцінці ресурсів підземних вод і теоретичному обґрунтуванні опріснення ґрунтових вод інженерними засобами безпосередньо у зонах їх використання.

Економічна оцінка організації нових джерел питної води виконувалася за методикою Державної комісії України запасів корисних копалин.

У третьому розділі «Перспективні джерела питних вод України» виконаний огляд доступних на Україні резервуарів води. На основі критичного аналізу літературних джерел кількісно оцінені ємнісні запаси і динамічні ресурси води України (рис.1).

Для розмежування екологічно чистих прісних вод і вод, змінених техногенезом, введено поняття «доіндустріальні прісні води» (ДПВ) - це такі прісні природні води, що сформовані у доіндустріальну епоху і не мають у

своєму складі техногенних компонентів. Початок індустріальної епохи «антропоцену» Міжнародним екологічним конгресом (Кейптаун, 2016 р.) віднесений до середини 20-го століття, коли почалися ядерні випробування, тотальне застосування хімікатів, поширення пластикових виробів і індустріальне вирощування калорійних продуктів харчування. На Україні початок індустріальної епохи можна пов'язувати також з початком тотального застосування хімічних речовин у рільництві, видобування вуглеводнів і розвитком автотранспорту, що у сукупності можна теж орієнтовно віднести до 50-х років минулого століття.

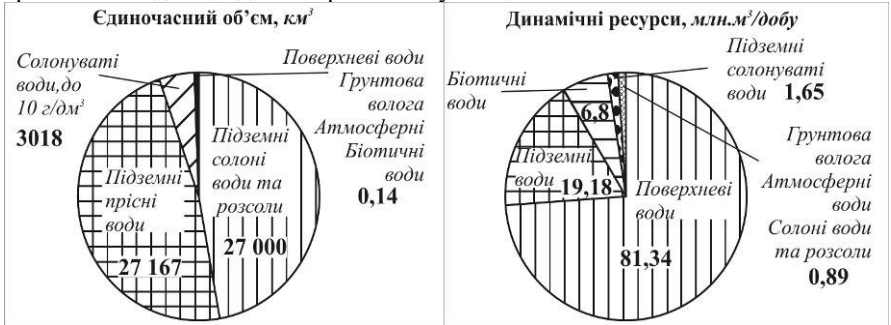


Рис 1. Наявні ресурси води України (без урахування води морів)

Принципово ДПВ можуть знаходитися у певних, достатньо ізольованих від техногенного впливу частинах геологічних структур або у достатньо старих льодовиках.

Виконана експертна оцінка потужності мергельно-крейдового водотриву, яка забезпечує зберігання ДПВ у альб-сеноманському водоносному комплексі в умовах Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну (ДДБА), на основі формули Дюпюї:

$$m = [(t \cdot K \cdot \Delta H) / n]^{0,5} \quad (2)$$

t – час фільтрації води у продовж індустріальної епохи, яка на Україні почалася орієнтовно 65 років тому;

K – коефіцієнт фільтрації водотривких мергельно-крейдових відкладів приймається за даними регіональних оцінок за максимальним значенням для більшої частини території ДДАБ $-1,5 \cdot 10^{-4}$ м/добу;

ΔH – різниця рівнів альб-сеноманського і суміжного (зверху) водоносного горизонту, яка в умовах найбільшого водовідбору артезіанських вод досягала 90-138 м, а для розрахунків може бути прийнята середня за час експлуатації величина – 57 м; n – активна пористість водотривких

мергельно-крейдяних порід, яка згідно з оцінками при розвідці підземних вод за найбільш несприятливим варіантом може бути прийнята рівною 0,01.

Згідно з залежністю (2) мінімальна товщина мергельно-крейдяного водотриву, що забезпечує захищеність ДПВ від потрапляння в них техногенних речовин становить:

$$m = [(t \cdot K \cdot \Delta H) / n]^{0.5} = [(65 \cdot 365 \cdot 0,00015 \cdot 57) / 0,01]^{0.5} = 137 \text{ (м)}.$$

Оскільки повсюдно мергельно-крейдяні відклади залягають під шаром осадових палеоген-четвертинних порід потужністю переважно від 10 до 200 м, а відкрита тріщинуватість у крейдяних породах розповсюджується до глибини 70 м, то максимальна потужність тріщинуватих крейдяних порід може бути прийнятою 70–10=60 м і, таким чином, розрахункова максимальна товщина захисної мергельно-крейдяної товщі складає 137+60=197 м, що для інженерного запасу пропонується округлити до 200 м.

Виконаний аналіз гідрогеологічних умов Волино-Подільського та Причорноморського артезіанських басейнів показав, що у цих басейнах на глибину циркуляції прісних вод відсутні достатньо потужні водотриви і високий темп водообміну робить можливим проникнення розчинених техногенних речовин індустріальної епохи на всю глибину розвитку прісних вод. У межах цих структур існують умови для формування тільки солонуватих вод вільних від техногенного забруднення.

Виконаний розрахунок об'єму ДПВ в Українській частині ДДАБ за формулою (1). Площу розповсюдження (s) і середню товщину (m) водоносних комплексів приймаємо згідно карти розповсюдження альб-сеноманського водоносного комплексу рис. 2, яка побудована з використанням літературних джерел. Згідно зі схемою, в осьовій частині ДДАБ під крейдяним водотривом товщиною більше 200 м розрахункова площа розвитку артезіанських вод альб-сеноманського комплексу з мінералізацією до 1,5 г/дм³ становить не менше 52100 км². Середнє по площі значення потужності m становить 99,9 м, мінімальна активна пористість n згідно даних розвідки запасів підземних вод на родовищах Харківської і Сумської областей прийнята з надійним інженерним запасом - 0,125. Мінімальні ємнісні запаси реліктових прісних вод у альб-сеноманському колекторі ДДАБ орієнтовно становлять:

$$W = m \cdot s \cdot n = 0,0999 \text{ км} \cdot 52100 \text{ км}^2 \cdot 0,125 = 651 \text{ км}^3.$$

Прісні підземні води з мінералізацією води до $1,5 \text{ г/дм}^3$ у верхньоюрському водоносному комплексі розташовані у Харківській, Сумській і Чернігівській областях на площі $s = 22358 \text{ км}^2$. Розрахована середня потужність водоносного комплексу m за літературними даними перевищує $44,7 \text{ м}$, активна пористість для верхньоюрських колекторів n з інженерним запасом прийнята рівною $0,10$. Мінімальні ємнісні запаси ДПВ у верхньоюрських колекторах, розраховані аналогічно становлять 100 км^3 .

Загальна величина ємнісних запасів ДПВ у колекторах ДДАБ за мінусом вже відкачаних $15,66 \text{ км}^3$ становить $651+100-15,66 \approx 735 \text{ км}^3$.

Для відвернення загрози деградації якості ДПВ необхідно припинити використання цих вод на непитні потреби, що дозволить зменшити їх відбір у десятки разів і таким чином подовжити термін використання для питних цілей.

Обґрунтовано, що джерелом високоякісних питних вод можуть бути підземні води піщаних річкових терас (ПВПРТ). Не дивлячись на суттєві переваги якості цих вод у порівнянні з якістю вод суміжних ландшафтів, на картах ґрунтових вод України і у практичній діяльності райони розвитку горизонтів підземних вод заплавлів і піщаних надзаплавних терас не розділені, що є наслідком недостатньої уваги науковців і практиків до особливостей формування і гідрохімічного складу ПВПРТ.

На основі аналізу топографічних і космофотокарт у межах центральної і лівобережної України виділені ділянки піщаних річкових терас (ПРТ) - уздовж річок Дніпро, Десна, Сів. Донець, Псел, Ворскла і їх притоків (рис.3). Живлення ПВПРТ відбувається у значній мірі за рахунок інфільтрації атмосферних опадів. Особливості рельєфу – бугристі форми з безстічними западинами і наявність піщаних добре проникних ґрунтів, лісові насадження сприяють більш інтенсивному живленню атмосферними водами у порівнянні з суміжними ділянками, що мають інші рельєфні, літологічні і ландшафтні умови.

З таблиці 1 видно, що ПВПРТ повсюдно на лівобережній Україні – прісні з мінералізацією від $0,16$ до $0,48 \text{ г/дм}^3$. На суміжних територіях мінералізація підземних вод повсюдно вища – від $0,5$ до 3 г/дм^3 і дещо більше. Із розчинних речовин в ПВПРТ, як і в атмосферних опадах переважають іони Ca^+ і НСО_3^- . Для ПВПРТ характерна низька і частково помірна жорсткість – від $1,2$ до $4,8 \text{ ммоль/дм}^3$. В той же час для суміжних ділянок, в розрізі яких беруть участь суглинисті покрови, ґрунтові води мають відносно підвищену жорсткість - $4,5-20 \text{ ммоль/дм}^3$ і вище. ПВПРТ першого і часто другого поміжпластових водоносних горизонтів також відрізняються від води цих же водоносних горизонтів на прилягаючих територіях своєю зниженою мінералізацією, жорсткістю, і завжди гідрокарбонатним кальцієвим складом (див. табл.1). Звичайно ПВПРТ за

основними показниками відповідають національному стандарту для питних вод, але в той же час у наслідок відсутності глинистих водотривких шарів у покрівлі вони відрізняються підвищеною вразливістю щодо техногенного забруднення.

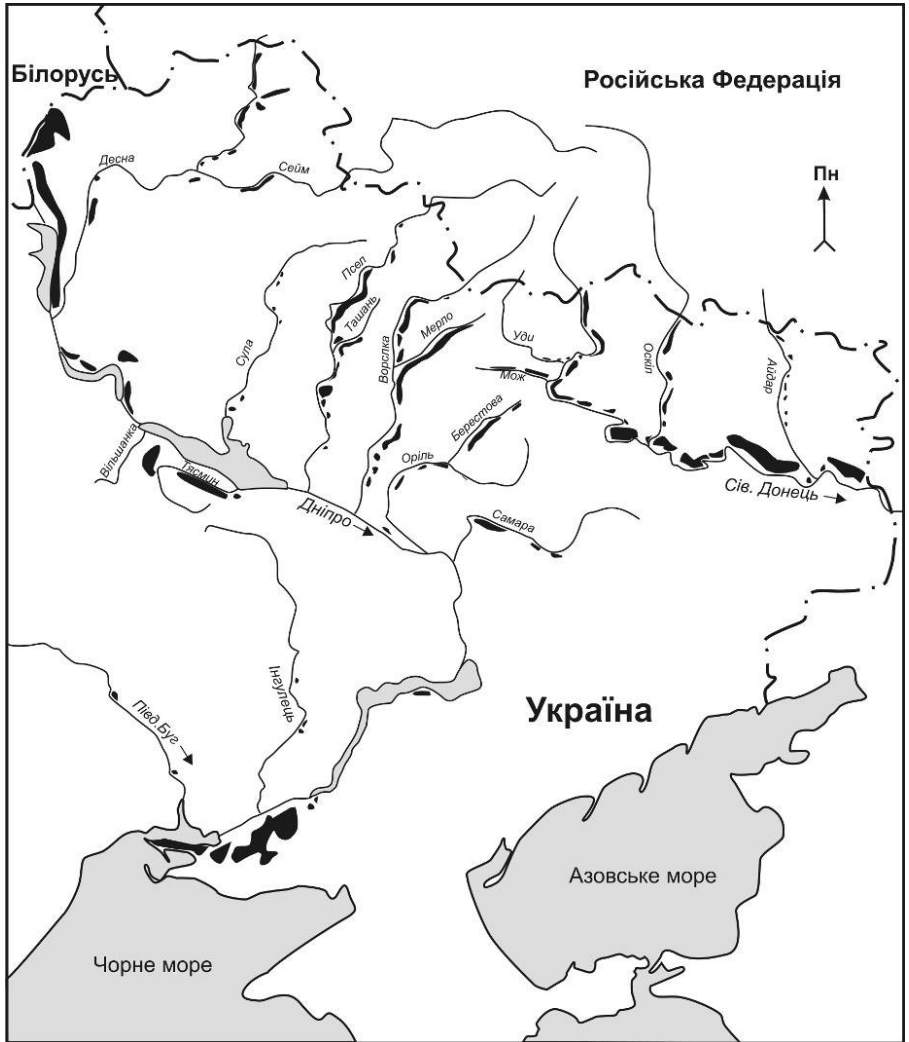


Рис. 3 Схема розповсюдження ділянок піщаних річкових терас Східної і Центральної України вільних від забудови. Масштаб 1:4 500 000

Таблиця 1. Гідрохімічні показники ґрунтових і поміжпластових вод на типових ділянках ПРТ у межах Східної і Центральної України у порівнянні зі складом підземних вод фонових територій

№ пп, адміністративна прив'язка, приналежність водозабору	№ горизонту від поверхні склад	Показники: <u>для підземних вод ПРТ</u> для вод суміжних територій (середня кратність перевищення)				
		Мінералізація, г/дм ³	Жорсткість, ммоль/дм ³	Хлорид, мг/дм ³	Переважаючі аніони, катіони	pH
1	2	3	4	5	6	7
1. ПРТ р.Мож Харк. обл. Зміївський р-н, с.Артюхівка. Водозабір ТОВ «Водоля»	1 – аQIII піски	<u>0,161</u> 0,56-1,1 (3,5)	<u>1,70</u> 4,9-16,4	<u>5,0</u> 12,1-71,7 (≥2,42)	<u>HCO₃-Ca</u> HCO ₃ -Ca	<u>6,70</u> 6,95 - 8,70
	2-P ₂ піско-вики	<u>0,38</u> 0,67-1,37	<u>3,43</u> 3,95-18,8	<u>2,55</u> 73,8-120	<u>HCO₃-Ca</u> HCO ₃ -Ca; SO ₄ -Na	<u>6,95</u> 7,2-8,45
2. ПРТ р. Сів. Донець Харк. обл., Зміївський р-н, с.Бишкин. 1 – колодязь; 2, 3 – свердловини Зміївської ТЕС.	1 – аQIII піски	<u>0,21</u> 0,57-0,86 (2,71)	<u>2,55</u> 6,2-7,2	<u>10,1</u> 39-202 (≥3,76)	<u>HCO₃,Ca</u> HCO ₃ -Ca; Cl ₂ -Ca	<u>7,4</u> 7,02 - 7,47
	2-P ₂ піско-вики	<u>0,44</u> 0,57-0,86	<u>4,36</u> 6,2-7,2	<u>13,5</u> 39-124	<u>HCO₃-Na</u> HCO ₃ -Ca; CO ₃ -Na	<u>6,93</u> 7,3-8,4
	3- K ₂ мергель, крейда	<u>0,45</u> 0,75	<u>3,74</u> 7,57	<u>38,1</u> 94,3	<u>HCO₃-Na</u> HCO ₃ -Ca	<u>7,36</u> 8,35
3. ПРТ р.Сіверський Донець. Луганс. обл. с.Валуйське	1 – аQIII піски	<u>0,13-0,48</u> 0,74 (2,43)	<u>1,2-3,7</u> 4,5-7,9	<u>5,0-11,0</u> 41,0 (2,62)	<u>HCO₃-Ca</u> HCO ₃ -Ca	<u>6,6-</u> <u>6,9</u> 8,1
	3- K ₂ мергель, крейда	<u>0,26</u> 0,52-0,80	<u>3,8</u> 3,2-12,9	<u>5,8</u> 4,6-18,0	<u>HCO₃-Ca</u> HCO ₃ -Ca	<u>7,4</u> 8,2-8,7
4. ПРТ р.Сів. Донець. Донецька обл. 1 – колодязь в с.Ярова; 3 – сверд. Святогорськ, ТОВ «Імперіал Вест».	1 – аQIII піски	<u>0,105</u> 0,835 (7,95)	<u>1,1</u> 8,76	<u>8,44</u> 71,0 (8,41)	<u>HCO₃-Ca</u> SO ₄ -Ca,	<u>5,57</u> 6,95
	3 – T піски і піско-вики	<u>0,134</u> 0,673	<u>1,55</u> 8,05	<u>25,7</u> 49,0	<u>HCO₃-Ca</u> SO ₄ -Ca,	<u>7,2</u> 7,9 4

Продовження табл.

1	2	3	4	5	6	7
5.ПРТ р.Дніпро Запорізька обл. Сverd- ловинний водозабір м.Енергодара	1 – аQIII піски	<u>0,20-0,28</u> 0,76-1,28 (4,17)	<u>1,7-3,0</u> 4,2-12,9	<u>7-14</u> 83,0-120 (9,67)	<u>HCO₃-Ca,</u> HCO ₃ -Ca; HCO ₃ -Na	<u>6,0-</u> <u>7,5</u> 8,53 - 8,69
6. ПРТ р.Дніпро Херс. обл. Цурюпинс. р- н. с.Нечаєво. 1- свер. глиб. 15 м ; 2-свер. комун.	1 – аQIII піски	<u>0,175</u> 1,53-2,48 (11,5)	<u>2,2</u> 17,8-26,0	<u>28,0</u> 96-371 (≥3,43)	<u>HCO₃-Ca</u> SO ₄ -Na	<u>7,5</u> 7,4- 8,4
	2 –N1 вапня- ки	<u>0,196</u> 1,56-3,19	<u>2,4</u> 9,8-31,0	<u>14,0</u> 49-470	<u>HCO₃-Ca</u> SO ₄ -Ca;SO ₄ -Na	<u>7,5</u> 7,4- 8,6
7. ПРТ р.Ворскла. Полт.обл., м.Ахтирка 1- колод.; 2- свер. Пивзаводу	1 – аQIII піски	<u>0,30</u> 0,52-1,58 (3,5)	<u>3,6</u> 6,5-8,7	<u>9,5</u> 38,5-104 (≥4,05)	<u>HCO₃-Ca,</u> HCO ₃ -Ca;SO ₄ -Ca	<u>6,95</u> 7,2- 8,2
	2 – P ₂ піски	<u>0,45</u> 0,43-1,16	<u>4,8</u> 5,95-8,42	<u>90,4</u> 28-151	<u>HCO₃-Ca,</u> HCO ₃ -Ca; SO ₄ -Ca	<u>7,3</u> 7,7- 8,0

Тому для збереження високоякісних питних ПВПРТ необхідна їх спеціальна охорона, яка може бути забезпечена шляхом організації спеціальних зон санітарної охорони достатніх розмірів.

Оскільки вміст хлоридів у ґрунтових водах річкових долин повністю забезпечується за рахунок атмосферного живлення, автором запропонований метод площинної диференціації модулю підземного стоку у річкових долинах на основі вмісту хлоридів у ґрунтових водах з виділенням такого модулю для ділянок розвитку ПРТ. На цій основі визначений модуль підземного стоку ПРТ H_n на території Центральної і Східної України на 7-х ділянках, які перелічені у табл.1. Середньозважене значення модулю підземного стоку ПРТ для п'яти найбільш достовірно описаних ділянок перевищує 3,46 л/с*км². Визначивши загальну величину площі незабудованих ділянок ПРТ (F_n), яка становить 6497 км², отримуємо загальну мінімальну величину динамічних ресурсів підземних вод ПРТ Східній і Центральній Україні:

$$Q_{\text{прт}} = F_n \cdot H_n = 6497 \text{ км}^2 \cdot 3,46 \text{ л/с} \cdot \text{км}^2 = 22480 \text{ л/с або } 1942 \text{ тис. м}^3/\text{добу.}$$

Обґрунтовано, що порові води слабо проникних шарів підземної гідросфери є перспективним до освоєння резервуаром питних вод. За результатами хімічних аналізів порової води водотривів на ряді водозаборів у Дніпровсько-Донецькому артезіанському басейні визначено, що в інтервалі глибин від 201,6 м до 628,8 м водотривкі мергельно-крейдянні породи у середньому на 24 вагових % складаються з води, що з урахуванням об'ємної щільності скелету мергельно-крейдяних порід - 1,578 г/см³ відповідає середній об'ємній вологості 37,87%. Такий вміст порової води у мергельно-крейдяних водотривких породах перевищує водовіддачу не тільки у тріщинуватих колекторах (1...4%), але і у більшій частині гранулярних колекторів (5...35 %).

Вода мергельно-крейдяних водотривких порід має мінералізацію від 0,8 до 1,4 г/дм³, характеризується змішаним аніонним і катіонним складом. Результатом метаморфізації цієї води є відносна збагаченість амонієм, залізом, сульфатами, натрієм, алюмінієм, літійем; у окремих випадках - кальцієм, хлоридами, гідрокарбонатами, марганцем, селеном (рис.4).

Стосовно до питних цілей така вода в першу чергу повинна бути звільнена від амонію і заліза. Амоній може бути повністю вичерпаний за допомогою біофільтрів, або з використанням технології «біоплато». Одночасно у окислювальних умовах неглибокого басейну усувається залізо шляхом окислення киснем повітря до малорозчинної форми Fe³⁺ і у складі гідроксиду осідає на дно басейну.

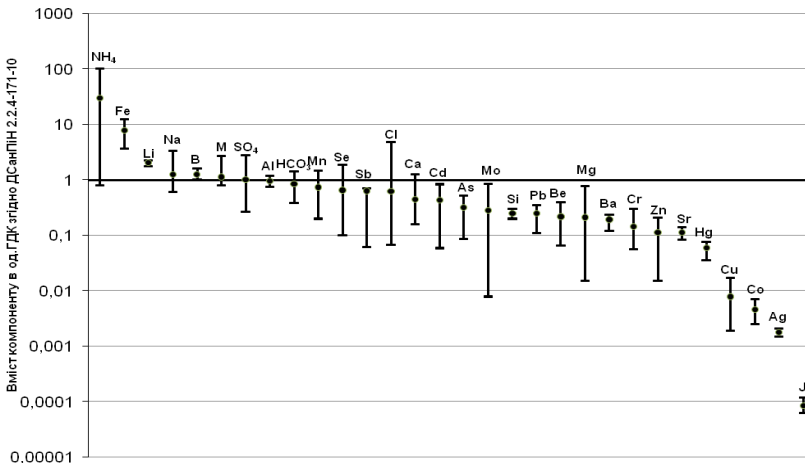


Рис. 4 Вміст макро- і мікрокомпонентів у поровій воді мергельно-крейдяних порід на ряді родовищ підземних вод у Дніпровсько-Донецькому артезіанському басейні. Літерою М позначено загальний вміст солей

Подальша водопідготовка може бути здійснена методом зворотного осмосу зі змішуванням з вихідною водою у пропорціях, що забезпечують отримання оптимальної мінералізації і сольового складу води.

Остаточна водопідготовка полягає у насиченні води киснем для стабілізації хімічного і бактеріального складу і доведенні до фізіологічної повноцінності води як споживчого продукту, що може контролюватися біотестуванням.

Для підрахунку об'єму води, яка може бути видобута без порушення структури крейдяних відкладів доцільно зупинитися на величині водовіддачі визначеній експертно за досвідом розвідувальних робіт: $\mu = 0,01$. Площа розвитку захищених від забруднення порових вод може бути визначеною зі схематичної карти (рис.2). Як обґрунтовано вище, з високою вірогідністю захищеними є води, що залягають у водотриві глибше 200 м рахуючи від його покрівлі. Середнє значення потужності мергельно-крейдяної товщі у ДДАБ за виключенням верхнього 200-метрового шару складає 196 м, або 0,144 км. Загальний об'єм порової води, що може бути вилучений з цього шару крейдяної товщі у межах області з надійною ізоляцією від поверхневого забруднення, згідно з залежністю (1) становитиме:

$$W = m \cdot s \cdot n = 0,144 \cdot 52100 \cdot 0,01 = 75 \text{ км}^3$$

Необхідно відмітити, що порова вода мергельно-крейдяної товщі у процесі видобутку підземних вод з нижче залягаючого водоносного горизонту і формування гідравлічного градієнту поступово перетікає у цей горизонт і змішуючись з водою колектору надходить до водозабірних свердловин. Але, оскільки мергельно-крейдяна товща у водотривом, то вона може розглядатися як окреме джерело питної води, видобуток якої може відбуватися аналогічно колодязному способу.

Також, експертно оцінено, що підземна вода зони уповільненого водообміну з мінералізацією до 10 г/дм^3 у мінімальній орієнтовній кількості $1,6 \text{ тис. км}^3$ є стратегічним резервом питного водопостачання.

У четвертому розділі «Закономірність формування якісного складу води земної суші. Новий метод кількісної оцінки якості питної води» розроблений додатковий критерій кількісної оцінки якості питної води «показник екзотичності», який визначається шляхом порівняння вмісту розчинених у воді речовин з фоновим вмістом для даного басейну стоку. Порівняння фонового вмісту з будь-якою оцінюваною водою запропоновано робити кількісно - за відомою квадратичною залежністю:

$$PE = \frac{1}{n} \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{C_n - C\phi_n}{C\phi_n} \right)^2} \quad (3)$$

де: PE - «показник екзотичності» - число від 0 до ∞ ;

C_1, C_2, \dots, C_n - вміст компонентів у воді, яку планується використовувати, мг/дм³;

$C\phi_1, C\phi_2, \dots, C\phi_n$ - фоновий вміст компонентів у кондиційних природних водах зони активного водообміну басейну стоку, що розглядається, мг/дм³;

n - кількість показників, що порівнюються.

Запропонований показник кількісно, одним числом виражає якість води - тобто відмінність складу даної води від фонового природного складу води із природних джерел зони активного водообміну в даному басейні стоку. Застосування квадратичної форми в принципі усуває обов'язковість ідентичності ряду порівнюваних показників.

Розрахунок PE дає можливість ранжувати якість питних вод при виборі джерел водопостачання для того чи іншого населеного пункту. У зв'язку з тим, що «екзотичні» води в першу чергу з'являються серед бутильованих, доставлених здебільшого з віддалених районів, запропонований показник у першу чергу доцільно застосовувати як додатковий критерій якості води для джерел децентралізованого водопостачання, а також при виборі віддалених джерел води з метою централізованого водопостачання.

У п'ятому розділі «Шляхи підвищення екологічної безпеки населення залученням джерел якісних питних вод» обґрунтована можливість забезпечення населення України водою високої питної якості на перспективу. Узагальнені дані про запаси джерел якісної питної води України представлені у таблиці 4.

Обґрунтована необхідність і можливість створення стратегічних запасів питних вод у природних резервуарах артезіанських басейнів: ДПВ – у Дніпровсько-Донецькому артезіанському басейні; екологічно чистих солонуватих – у всіх наявних артезіанських басейнах, що розвинуті на 55% території України. Запропоновані тактичні заходи підвищення доступності населення до питної води високої якості: облаштування автономних бюветів на основі артезіанських свердловин; доставка води населенню автоцистернами; використання джерельного стоку, створення страхового і сезонного запасу пакетованої води, сформованого за територіальним принципом – у адміністративних центрах.

На прикладі Харківського регіону виконаний аналіз стану джерельних вод, визначені їх динамічні ресурси і оцінена можливість застосування їх для питних цілей. Визначені дійсні значення гідрохімічних параметрів цих вод.

Запропоновані інженерні засоби покращення якості колодязних вод, у числі яких піскування ґрунтів і посадка рослин-фітомеліорантів у зоні

живлення колодязя для підвищення живлення атмосферними водами і зниження мінералізації ґрунтових вод; видалення накопичень органічного мулу на дні колодязя для зниження нітратного забруднення води; застосування чорного кременю для прискорення окислювано-відновлених реакцій і підвищення бактерицидності колодязної води. Показано, що перспективним ресурсом якісних прісних вод є льодовики Антарктиди, з яких (за літературними даними) до океану надходить 1000 км^3 айсбергового льоду. При квотуванні водних ресурсів Антарктиди на основі показника кількості населення на Україні і у Світі на кінець 2016 р, доля України теоретично може складати $42 \cdot 10^6 \text{ чол} / 7,3 \cdot 10^9 \text{ чол} = 0,006$, або 0,6%, що у вигляді айсбергового стоку відповідає $6 \text{ км}^3/\text{рік}$ і перевищує річний об'єм прісної води, яка використовується в Україні на всі потреби. Запропоновано ініціювати розгляд міжнародною спільнотою питання щодо використання запасів прісної води льодовиків Антарктиди з метою контролювання Україною своєї квоти.

У таблиці 2 зібрані дані щодо запасів і ресурсів перспективних джерел питної води України.

Таблиця 2. Запаси і ресурси у перспективних джерелах питної води України

Резеруари і джерела найбільш якісних питних вод України	Запаси і ресурси	Необхідна водопідготовка	Розрахунковий термін використання при нормі $10 \text{ л/люд} \cdot \text{доба}$
Доіндустріальні прісні води у колекторах ДДАБ	735 км^3	Часткове видалення заліза, фтора, амонію	4,8 тис. років
Доіндустріальні прісні і слабо солонуваті (до $1,5 \text{ г/дм}^3$) води мергельно-крейдяної товщі ДДЗ	75 км^3	Видалення амонію, солей, мікроелементів, купаж з очищеними атмосферними водами	490 років
Солонуваті води зони уповільненого водообміну з мінералізацією до 10 г/дм^3	1600 км^3	Знесолення методом зворотного осмосу чи купаж з очищеними атмосферними водами	10,4 тис. років
Всього стратегічних запасів доіндустріальних вод	2410 км^3	Всі необхідні технології освоєні на теперішній час	15,7 тис. років
Реліктова вода льодовиків Антарктиди	$6,0 \text{ км}^3/\text{рік}$	Купаж з природною солонуватою водою	Довгостроковий
Підземні води піщаних річкових терас	$1942 \text{ тис. м}^3/\text{добу}$	Фторування і йодування, частково – видалення амонію, заліза	Необмежений для 194 млн. людей

На схемі цифрами і буквами показані:

перспективні джерела і заходи поєднання питного водостачання

- 1 бювети артезіанських вод з мінералізацією до 1,5 г/лм³;
 - 2 доставка артезіанських вод автотранспортом з бюветів;
 - 3 вода природних джерел;
 - 4 доставка джерельної води автотранспортом;
 - 5 водозабори на ПРТ;
 - 6 доставка води автотранспортом з ПРТ;
 - 7 колодязі води з підвищенням атмосферним живленням;
 - 8 опістезія солонуватих підземних вод;
 - 9 стратегічне резервування доіндустріальних прісних вод у артезіанських басейнах;
 - 10 резервування опістезених вод у артезіанських басейнах;
 - заходи і джерела для забезпечення питного водостачання у надзвичайних ситуаціях
- А** бювети на базі артезіанських вод;
Б тактичні запаси пакетової питної води у адміністративних центрах;
В каптовані джерела;
Г самовитісні свердловини у річкових долинах на кратковому режимі;
Д доставка кондиційної питної води з великих джерел і з свердловин;
Е магістральні і очисна атмосферних вод.

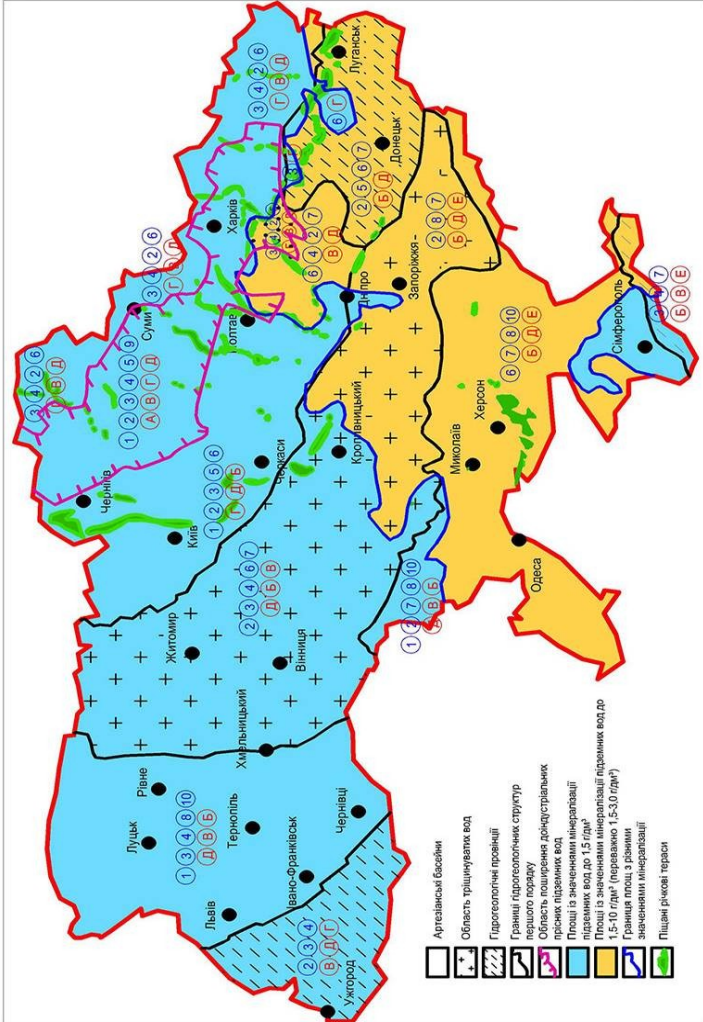


Рис 5. Схема районування України щодо заходів поєднання питного водостачання з джерел якісної води і забезпечення населення питною водою у надзвичайних ситуаціях. Масштаб 1:8 500 000

На рис. 5 наведена розроблена автором схематична карта районування заходів для покращення питного водопостачання з перспективних джерел якісної води і забезпечення населення питною водою у надзвичайних ситуаціях з урахуванням різномайття природних і техногенних умов території України.

У шостому розділі «Техніко-економічне обґрунтування можливості облаштування нових джерел якісної питної води» надане техніко-економічне обґрунтування організації нових джерел високоякісної питної води на прикладі свердловинного водозабору підземних вод на ПРТ і каптажу джерела у Харківському регіоні.

З залученням технічних даних і вихідних економічних показників діючих і підготовлених для експлуатації водозаборів родовищ «Башкірівське», «Ордана», «Артюхівське Джерело» (Харківська область), «Валуйське» (Луганська область), «Святогорське» (Донецька область) розраховано, що капітальні витрати 851,2 тис грн. на розвідку і облаштування типового водозабору на піщаній терасі продуктивністю 150 м³/добу з доставкою води автотранспортом споживачам по ціні 48 коп. за літр і рівні рентабельності 5 % окупляться за 3,75 років. Облаштування сучасного каптажу джерела Суха Балка у Дергачівському районі Харківської області при умові реалізації води місцевому населенню і сезонно – дачникам у обмеженому об'ємі - 307 м³ на рік по ціні 20 коп. за літр окупляться за 3 роки.

ВИСНОВКИ

Дисертація є завершеною самостійною науково-дослідною роботою. В ній наведено нове рішення актуальної науково-прикладної проблеми забезпечення питною водою населення України на тривалу перспективу за рахунок залучення перспективних, у тому числі раніше незадіяних джерел природних підземних вод. Екологічна безпека питного водопостачання досягається шляхом раціонального використання, охорони і резервування ресурсів високоякісних питних вод.

1. Оцінено, що при подачі екологічно чистої артезіанської води, запаси якої збереглися на Україні, в централізовані водопроводи вона може бути вичерпана і забруднена протягом декількох десятиліть.

2. Введено поняття «доіндустріальних вод» - вод, що сформовані у доіндустріальну епоху і не мають техногенного забруднення. Експертно оцінено, що такі води з мінералізацією до 1,5 г/дм³, які є стратегічним резервом питних вод України, знаходяться у Дніпровсько-Донецькій западині у виді статичних запасів у мінімальній кількості 810 км³.

3. На основі геоморфологічних, ландшафтно-геохімічних та геолого-літологічних особливостей у межах піщаних річкових терас виділені

регіонально значимі осередки азональних прісних підземних вод гідрокарбонатного кальцієвого складу з показниками високої питної якості, експертно оцінені динамічні ресурси цих вод, що становлять 1,9 млн. м³/добу, і являють собою перспективний ресурс для питного водопостачання.

4. Розроблено напрямок вдосконалення нормативів якості питних вод, що ґрунтується на визначенні фізіологічно оптимального вмісту біофільних елементів і коефіцієнту змінення природного складу води.

5. Теоретично обґрунтований і запатентований метод опріснення ґрунтових вод шляхом збільшення їх живлення крізь штучні інфільтраційні піщані канали, що запропоновано створювати в зонах водовідбору.

6. Розроблено заходи для підвищення рівня екологічної безпеки населення у зв'язку з дефіцитом природних вод питної якості, що базуються на розділені систем питного та іншого водопостачання, підвищення доступності населення до джерел якісних вод, збереженні їх запасів і обладнанні резервних джерел води на випадок надзвичайних ситуацій.

7. Отримала подальший розвиток методика площинної диференціації модулю підземного стоку з ділянки суші, що базується на балансовому співвідношенні ресурсних і гідрохімічних показників підземних вод.

8. Розроблена схема районування України щодо заходів покращення питного водопостачання і забезпечення населення питною водою у надзвичайних ситуаціях.

9. Доведена техніко-економічна доцільність організації нових джерел питної води на прикладі свердловинного водозбору на ПРТ в басейні р.Сів.Донця і типового каптажу джерела в Харківському регіоні.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографії та статті у наукових фахових виданнях

1. Серикова Е.Н. Математическое моделирование изменения уровней грунтовых вод в городах с учетом ведущих режимобразующих факторов / Е.Н. Серикова, Е.А. Стрельникова, **В.В. Яковлев** // Херсон: Вісник Херсонського національного технічного університету, 2014. – №4 (51). – С. 182–191. (база РИНЦ Science Index). (*Особистий внесок – обґрунтування даних щодо природного і техногенного живлення підземних вод, загальна редакція статті*).

2. Yuliya Vystavna. Hydrochemical characteristics and water quality assessment of surface and ground waters in the transboundary (Russia/Ukraine) Seversky Donets basin / Yuliya Vystavna, **Valeriy Yakovlev**, Dmytro Diadin and etc. // Environmental Earth Sciences, 2015. – P.85-96. ISSN 1866-6280 Environ Earth Sci DOI 10.1007/s12665-015-4060-0. (база Scopus) (*Особистий внесок –*

систематизація даних щодо гідрогеологічних умов у трансграничному регіоні басейну р. Сіверський Донець і оцінка питної якості підземних вод).

3. Yakovlev Valeriy. Nitrates in springs and rivers of East Ukraine: Distribution, contamination and fluxes / **Yakovlev Valeriy**, Vystavna Yuliya, Diadin Dmytro and etc. // Applied Geochemistry, 2015. – № 53. – P. 71–78. (база Scopus) *(Особистий внесок – систематизація даних щодо гідрогеологічних умов і аналіз можливих чинників зростання вмісту нітратів у джерельних водах регіону).*

4. Serikova E. The programme of measures to prevent flooding on the built-up areas on example of Kharkov city / Serikova, E., Strelnikova, E. and **Yakovlev, V.** // International Journal of Development Research, 2015 - Vol. 5, Issue, 12, pp. 6236-6240. (Google Scholar, Index Copernicus International). *(Особистий внесок – виконаний системний аналіз природних і техногенних факторів підтоплення і розроблений план заходів з попередження цього явища у межах міста Харкова).*

5. Elena Serikova. Mathematical Model of Dangerous Ground water Level in Ukrainian industrial Cities Elena Serikova, Elena Strelnikova, **Valery Yakovlev** / Journal of environment protection and Sustainable Developmen, 2015. – Vol. 1. – P. 86–90. (баз WorldCat, Academickeys) *(Особистий внесок – ранжування приходних і витратних статей балансу підземних вод на забудованій території індустріального м. Харкова).*

6. Виставна Ю.Ю. Дослідження нітратного забруднення гідросфери у трансграничному районі басейну Сіверського Донця / Ю.Ю. Виставна, **В.В. Яковлев**, Д.В. Дядін та ін. // Харків: Східно-Європейський журнал передових технологій, 2014. – 6/10(72). – С. 20–27. (база Scopus) DOI:10.15587/1729-4061.2014.31558. *(Особистий внесок – аналіз даних щодо живлення підземних вод у межах різних геоморфологічних елементів).*

7. Васенко О.Г. Сіверський Донець: Водний та екологічний атлас. Під. ред. А.В. Гриценко, О.Г. Васенко (монографія) / О.Г. Васенко, А.В. Гриценко, Г.О. Карабаш, ...**В.В. Яковлев** та ін. – Харків: ВД «Райдер», 2006. – 188 с. ISBN 966-8246-62-4. *(Особистий внесок – характеристика гідрогеологічних умов і системи моніторингу підземних вод басейну р. Сіверський Донець).*

8. Васенко О.Г. Комплексні експедиційні дослідження екологічного стану водних об'єктів басейну р.Уди. Під. ред. О.Г. Васенко. (монографія) / О.Г. Васенко, М.Л. Лунгу, Ю.А. Львівська, ...**В.В. Яковлев** та ін. – Харків: ВД «Райдер», 2006. – 154 с. ISBN 978-966-8246-68-5 *(Особистий внесок – розділ «Підземні води»).*

9. **Яковлев В.В.** О реликтовых пресных водах / В.В. Яковлев. – Вісник Харківського національного університету. Сер. «Геологія, географія, екологія». – Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2003. – № 610. – С. 12–15.

10. **Яковлев В.В.** Подземные воды боровых террас как источник питьевого водоснабжения / В.В. Яковлев. – Вісник Харківського національного університету. Сер. «Геологія – географія – екологія». – Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2008. – № 824. – Вип. 29. – С. 43–48.

11. **Яковлев В.В.** Проблема фтора в подземных водах Харьковского региона в связи с их эксплуатацией / В.В. Яковлев, В.Д. Лищина, И.Н. Литвиненко та ін. // Вісник Харківського національного університету. Сер. «Геологія – географія – екологія». – Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2009. – № 864. – Вип. 30. – С. 244–250. (*Особистий внесок – аналіз даних про вміст фтору у різновікових геологічних відкладах і обґрунтування гіпотези про джерела надходження фтору у підземні води*).

12. **Яковлев В.В.** Состояние грунтовых вод на примере Харьковской области и меры по улучшению питьевых качеств колодезных вод / В.В. Яковлев. – Вісник Харківського національного університету. Сер. «Геологія – географія – екологія». – Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2009. – № 882. – Вип. 31. – С. 216–222.

13. **Яковлев В.В.** Стратегічні запаси прісної води мергельно-крейдяного водотриву Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну / В.В. Яковлев. – Вісник Харківського національного університету. Сер. «Геологія – географія – екологія». – Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2012. – № 1033. – Вип. 37. – С. 140–147.

14. **Яковлев В.В.** Природа центральной структуры марсианского кратера Гейл / В.В. Яковлев. – К.: Збірник наукових праць Українського Державного геолого-розвідувального інституту, 2012. – № 3. – С. 102–113.

15. **Яковлев В.В.** Залишкові запаси реліктових прісних вод у колекторах української частини Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну / В.В. Яковлев. – К.: Збірник наукових праць Інституту геохімії навколишнього середовища, 2012. – Вип. 20. – С. 134–138.

16. **Яковлев В.В.** Інженерні заходи впливу на гідрохімічний склад грунтових вод / В.В. Яковлев. – Київ-Кременчук: Техногенно-екологічна безпека та цивільний захист, 2012. – Вип. 5. – С. 98–102.

17. **Яковлев В.В.** О роли воды в образовании склоновых полос на Марсе / В.В. Яковлев. – К.: Збірник наукових праць Українського Державного геолого-розвідувального інституту, 2013. – № 2. – С. 111–121.

18. **Яковлев В.В.** Гідрогеологічні і технічні аспекти облаштування каптажів питного водопостачання у надзвичайних ситуаціях / В.В. Яковлев. – Вісник Харківського національного університету. Сер. «Геологія – географія – екологія». – Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2013. – № 1049. – Вип. 38. – С. 83–86.

19. **Яковлев В.В.** Глобальная трещиноватость Юзовской площади и ее гидрогеологическое значение / В.В. Яковлев, С.Н. Ананьев // Вісник

Харківського національного університету. № 1084. Сер. «Геологія – географія – екологія». – Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2013. – Вип. 39. – С. 246–254. *(Особистий внесок – виконання дешифрування лініментів і надання їм геолого-гідрогеологічної інтерпретації, статистичний аналіз орієнтування лініментів).*

20. Дмитренко Т.В. Техногенез ґрунтових вод на подтоплених територіях на прикладі Харькова / Т.В. Дмитренко, **В.В. Яковлев** // Київ-Кременчук: Техногенно-екологічна безпека та цивільний захист, 2014. – Вип. 7. – С. 46–52. *(Особистий внесок – систематизація даних щодо хімічного складу ґрунтових вод, аналіз причин забруднення і підйому рівня ґрунтових вод, ранжування статей балансу підземних вод Харкова).*

21. **Яковлев В.В.** Джерельні води Харківської області як джерело питного водопостачання / В.В. Яковлев. – Вісник Харківського національного університету № 1098. Сер. «Геологія – географія – екологія». – Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2014. – Вип. 40. – С. 63–72.

22. **Яковлев В.В.** Закономірність формування сольового складу природних вод зони активного водообміну України / В.В. Яковлев. – Вісник Харківського національного університету. № 1198. Сер. «Геологія – географія – екологія». – Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2015. – Вип. 43. – С. 93–100.

23. **Яковлев В.В.** Гідрогеологічне і техніко-економічне обґрунтування організації біовету джерельних вод на прикладі джерела Суха Балка / В.В. Яковлев. – Київ-Кременчук: Техногенно-екологічна безпека та цивільний захист, 2015. – Вип. 9. – С. 57–66.

24. Свіренко Л.П. Підземні води урбанізованих територій та пов'язані з ними проблеми / Л.П. Свіренко, О.І. Спирін, **В.В. Яковлев** // Коммунал. хоз-во городов: науч.-техн. сб. – К.: Техніка, 2001. – Вип. 36. – С. 186–189. *(Особистий внесок – систематизування кількісних і якісних змін підземних вод на урбанізованих територіях).*

25. Шараевская Л.А. О возможности совместного использования атмосферных и ґрунтовых вод для хозяйственно-питьевых целей / Л.А. Шараевская, **В.В. Яковлев** // Коммунал. хоз-во городов: науч.-техн. сб. – К.: Техніка, 2001. – Вип. 27. – С. 154–157. *(Особистий внесок – теоретичне обґрунтування можливості покращення якісних характеристик ґрунтових вод шляхом змішування їх з атмосферними).*

26. Дмитренко Т.В. Экологические аспекты использования родниковых вод урбанизированных территорий для питьевого водоснабжения (на примере г. Харькова) / Т.В. Дмитренко, Н.В. Костенко, **В.В. Яковлев** // Науковий вісник будівництва. – Харків: Харківський державний університет будівництва та архітектури ХОТВ АБУ, 2003. – Вип. 21. – С. 209–224. *(Особистий внесок – надана характеристика*

гідрогеологічних умов, проаналізовані природні і техногенні чинники формування складу джерельних вод м. Харкова).

27. **Яковлев В.В.** О значении сеноман-нижнемелового комплекса как источника питьевого водоснабжения / В.В. Яковлев, Г.С. Пантелят, О.Т. Лазуренко // *Науковий вісник будівництва*. – Харків: Харківський державний університет будівництва та архітектури ХОТВ АБУ, 2005. – Вип. 32. – С.183–187. *(Особистий внесок – виконаний аналіз якості підземних вод альб-сеноманського комплексу і обґрунтовані методи водопідготовки для питних цілей).*

28. **Яковлев В.В.** Оценка возможностей организации альтернативного водоснабжения на базе отдельного использования подземных вод / В.В. Яковлев, Т.В. Дмитренко // *Науковий вісник будівництва*. – Харків: Харківський державний університет будівництва та архітектури ХОТВ АБУ, 2006. – Вип. 39. – С. 265–268. *(Особистий внесок – обґрунтування способу децентралізованого водопостачання населення шляхом створення бюветів на базі артезіанських свердловин).*

29. **Яковлев В.В.** Биотестирование природных вод Харьковской области для оценки их токсичности / В.В. Яковлев, Т.Ю. Бирюкова, С.А. Мацюк // *Коммунальное хозяйство городов: науч.-техн. сб.* – К.: Технические науки и архитектура, 2008. – Вип. 84. – С. 102–110. *(Особистий внесок – обґрунтування місця відбору представницьких проб води і загальна редакція статті).*

30. Мацюк С.А. Улучшение питьевых качеств артезианских вод с помощью природных минералов / С.А. Мацюк, **В.В. Яковлев**, Т.В. Хрестина // *Коммунальное хозяйство городов: науч.-техн. сб.* – К.: Технические науки и архитектура, 2009. – Вип. 88. – С. 99–105. *(Особистий внесок – опробування водопунктів артезіанських вод, обґрунтування вибору природних мінералів, розробка методики лабораторних дослідів і загальна редакція статті).*

31. **Яковлев В. В.** Некоторые направления совершенствования нормативов качества питьевой воды / В. В. Яковлев // *Коммунальное хозяйство городов : науч.-техн. сб.* – К. : Техніка, 2010. – Вип. 93. – С. 42–52.

32. **Яковлев В.В.** Угрозы бесперебойному функционированию городских водопроводов Украины и меры по защите населения / В.В. Яковлев. – *Науковий вісник будівництва*. – Харків: Харківський державний університет будівництва та архітектури ХОТВ АБУ, 2010. – Вип. 56. – С.147–152.

33. **Яковлев В. В.** Дополнительная инфильтрация в подземные воды на территории крупных городов (на примере г. Харькова) / В. В. Яковлев, Е.

Н. Серикова // Коммунальное хозяйство городов : науч.-техн. сб. – К. : Техніка, 2011. – Вып. 97. – С. 344–348.

34. **Яковлев В.В.** Новый метод оцінки якості питних вод / В.В. Яковлев. – Коммунальное хозяйство городов: науч.-техн. сб. – К.: Технические науки и архитектура, 2012. – Вып. 103. – С.193–207.

35. **Яковлев В.В.** Источники водоснабжения Харькова и перспективы использования лучевых водозаборов / В.В. Яковлев, В.Д. Лищина, М.В. Бабаев и др. // Проблемы охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: зб. наук. праць. – Харків, 2015. – С.106–126. (*Особистий внесок – теоретичне обґрунтування трьох конструктивних варіантів великих водозаборів підземних вод з поповненням їх з поверхневих водотоків і водойм*).

36. Чистикова А.В. К вопросу качества воды родников, формирующихся в городской экосистеме г. Харькова / А.В. Чистикова, **В.В. Яковлев**, С.А. Мацюк и др. // Науковий вісник будівництва. – Харків: Харківський державний університет будівництва та архітектури ХОТВАБУ, 2015. – Вип. 2(80). – С.190–196. (*Особистий внесок – обґрунтування методики досліджень, аналіз чинників зміни складу джерельних вод Харкова, участь у загальній редакції статті*).

37. **Яковлев В.В.** Актуальные вопросы использования воды в космических экспедициях средней продолжительности / В.В. Яковлев, В.Д. Лищина // Космічна наука і технологія. – Київ, 2008. – Т. 14. – № 2. – С. 92–96. (*Особистий внесок – обґрунтування можливості використання кременю для забезпечення бактерицидності питної води*).

38. **Яковлев В.В.** Спосіб забору підземних вод у зоні їх висхідного розвантаження / Патент на корисну модель № 104235. – Держ. реєстр патентів України на корисні моделі. 2016. Бюл. № 2. – 8 с.

39. **Яковлев В.В.** Спосіб опріснення колодязної води / Патент на корисну модель № 104259. – Держ. реєстр патентів України на корисні моделі. 2016 р. - Бюл. № 2. – 8 с.

40. Кадырова И.Ж. Динамика изменения уровня грунтовых вод в низовьях р.Талас в связи с зарегулированием поверхностного стока / И.Ж. Кадырова, **В.В. Яковлев** // Совершенствование систем сельскохозяйственного водоснабжения, обводнения пастбищ и лиманного орошения. – САНИИРИ: Ташкент, 1986. – С.136–144. (*Особистий внесок – аналіз гідрогеологічних умов, обґрунтування зв'язку між водністю континентальних дельт р. Талас і використанням поверхневого стоку цієї річки*).

41. **Yakovlev V.V.** Rising Groundwater Levels in North-Eastern Ukraine: Hazardous Trends in Urban areas / V.V. Yakovlev, L.P. Svirenko, O.Ju. Chebanov and etc. // Current Problems of Hydrogeology in Urban Areas, Urban

Agglomerates and Industrial Centres. – Kluwer Academic Publishers, 2002. – P. 221–241. *(Особистий внесок – аналіз факторів підтоплення на забудованих територіях і обґрунтування заходів для попередження і боротьби з підтопленням).*

42. Sierikova E. Quality Indexes of Ground Water at Zmiev District of Kharkov Region / E. Sierikova, **V.V. Yakovlev** // Technologies Waste and Wastewater Treatment Energy from Waste Remediation of Contaminated Sites emissions Related to Climate. – Kalmar, Sweden: ECO-TECH, 2007. – Part I. – P. 449–455. *(Особистий внесок – проаналізована статистика некондицій ґрунтових вод у Зміївському районі Харківської області і виявлені основні їх причини).*

43. Serikova E. Water supply crisis and reservation of drinking water: a practical and strategic approach / E. Serikova, **V.V. Yakovlev** // Экобалтика 2008: Сб. тр. под ред. М. П.Федорова, В. Хогланда, В. Рудь. – Санкт Петербург: Из-во политехн. ун-та, 2008. – С. 285–289. *(Особистий внесок – обґрунтування способу резервування стратегічних запасів питних вод і загальна редакція статті).*

44. **Яковлев В.В.** Изменение гидрогеологических и инженерно-геологических условий в бассейне р. Талас в результате зарегулирования поверхностного стока / В.В. Яковлев. – Харьков: Сб. ст. Харьк. ун-т., 1985. – 14 с.

45. **Яковлев В.В.** Влияние эксплуатации подземных вод на состояние подтопляемости городских территорий / В.В. Яковлев. – Підтоплення в великих містах України (на прикладі міста Харкова): Український будинок економічних та науково-технічних знань товариства «Знання» України. – Харків-Київ, 1998. – С. 82–85.

46. Ткачев В.А. Система водоснабження города (водопровод и артезианские скважины) / В.А. Ткачев, **В.В. Яковлев** // Підтоплення в великих містах України (на прикладі міста Харкова): Український будинок економічних та науково-технічних знань товариства «Знання» України. – Харків-Київ, 1998. – С. 42–45. *(Особистий внесок – надана характеристика підземних джерел питної води і принципового устрою системи водопостачання м. Харкова з підземних вод).*

47. **Яковлев В.В.** Децентрализованное водоснабжение. Формирование подземных вод на урбанизированных территориях. Охрана подземных вод от истощения и загрязнения. Методы пополнения запасов подземных вод. Зоны санитарной охраны скважинных водозаборов. Прогнозирование состояния подземных вод в связи с их эксплуатацией / Экология города: Учебник. Под общ. ред. Ф.В. Стольберга. Разд.: 3.2.2, 3.10-3.14 – Либра, 2000.- С.70 -71; 139-155.

Тези і матеріали конференцій

48. **Яковлев В.В.** Инженерная защита родников на городской территории от техногенного загрязнения на примере источников г. Харькова / В.В. Яковлев, Т.В. Дмитренко, Л.А. Шараевская // Тез. докл. 31-й научн.-техн. конф. преподавателей, аспирантов и сотрудников ХГАГХ. – Харьков, 2002. – С. 100. *(Особистий внесок – запропоновані підходи до інженерного захисту джерельних вод).*

49. Лищина В.Д. Марганец как фактор, обуславливающий ухудшение качества питьевой воды г. Энергодара / В.Д. Лищина, **В.В. Яковлев** // Екологічні проблеми регіонів України. Матеріали VII Всеукраїнської наукової конференції студентів, магістрантів і аспірантів. – Одеса: «Екологія», 2005. – С. 92–93. *(Особистий внесок – запропонований спосіб децентралізованого питного водопостачання м. Энергодара шляхом доставки кондиційної води автоцистернами).*

50. Яковлев В. В. К вопросу о питьевой некондиционности подземных вод Днепровско-Донецкого артезианского бассейна / В. В. Яковлев, Г. С. Пантелют, О. Т. Лазуренко // XIII международная научно-практическая конференция. Экология и здоровье человека. Охрана воздушного и водного бассейнов. Утилизация отходов. – Харьков, 2005. – Том II. – С. 68–71.

51. Yakovlev V.V. Large Basing of Water on Mars / V.V. Yakovlev European Space Agency European Mars Science and Exploration Conference: Mars Express & ExoMars ESTEC, Noordwijk, 2007. – P.

52. Дмитренко Т.В. Исследование родников Харьковской области как альтернативного ресурса питьевой воды в сельской местности / Т.В. Дмитренко, **В.В. Яковлев**, А.В. Типцова // XXXV науково-технічна конференція викладачів, аспірантів і співробітників Харківської національної академії міського господарства. Сер. Будівництво, архітектура, екологія, суспільні науки. – Харків, 2010. – Ч.1. – С. 128–129. *(Особистий внесок – обґрунтована можливість використання джерельних вод для альтернативного питного водопостачання).*

53. Мацюк С.А. Использование доломита и клиноптилолита для улучшения питьевых качеств подземных вод / С.А. Мацюк, **В.В. Яковлев**, Т.В. Дмитренко и др. // Материалы III международной научно-практической конференции «Вода, экология, общество». – Харьков: ХНАГХ, 2010. – С. 78–79. *(Особистий внесок – обґрунтування місця відбору з точки зору титів хімічного складу артезианських вод, обґрунтування вибору природних мінералів для дослідів).*

54. Sierikova O. Additional infiltration to underground waters of big cities territory (on example Kharkiv region) / Sierikova O., **Yakovlev V.** // Proceedings of International Conference on Natural Sciences and Technologies. Linnaeus

ECO-TECH'10 / Edited by Fabio Kaczala, Sandrine Arzur, Ida Tjader, William Hogland. – Kalmar, Sweden 2010. P. 693-695. [The source on a CD-ROM]. *(Особистий внесок – загальна редакція тезисів).*

55. Дмитренко Т.В. Разработка рекомендаций по улучшению качества колодезных и родниковых вод на урбанизированных территориях (на примере г.Харькова) / Дмитренко Т.В., **Яковлев В.В.**, Кравченко М.В. // XXXV науково-технічна конференція викладачів, аспірантів і співробітників Харківської національної академії міського господарства. Ч.1 Будівництво, архітектура, екологія, суспільні науки. Харків: 2010. – С.130-131. *(Особистий внесок – опис гідрогеологічних умов м. Харкова, і оцінка якості підземних вод).*

56. **Valeriy Yakovlev.** Condition and mechanism of Mars' Big Hydrolaccoliths formation / Valeriy Yakovlev // Fifth Mars Polar Science Conference, 2011 – P. 6026.

57. Sierikova O. Using a Mathematical Model to Evaluate the Economic and Environmental Damage Caused by the Flooding / Sierikova O., **Yakovlev V.** // Матеріали XIX Міжнародної наукової конференції «Економіка для екології» - Суми, 2013. с. 164-166. *(Особистий внесок – загальна редакція тезисів).*

58. Серикова Е.Н. Использование математического моделирования для оптимизации баланса подземных вод. / Серикова Е.Н., **Яковлев В.В.** // Materiály X mezinárodní vědecko-praktická conference «Moderní vymoženosti vědy – 2014». Díl 30. Ekologie. Publishing House «Education and Science» s.r.o. – Praha, 2014. Stran. 18-20. *(Особистий внесок – загальна редакція тезисів).*

59. **Yakovlev.V.** Hills Zephyria Planum – a source of deep resources / Yakovlev.V. // First Landing Site / Exploratio Zone Workshop for Human Mission to the Surface of Mars, 2015 – P. 1016.

Анотація

Яковлев В.В. Перспективні джерела природних вод для питного водопостачання України, їх охорона і раціональне використання. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора геологічних наук за спеціальністю 21.06.01 - екологічна безпека (геологічні науки) - Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України, Київ, 2017.

Дисертація присвячена вирішенню проблеми забезпечення населення України якісною питною водою на тривалу перспективу. Введено поняття «доіндустріальних прісних вод» - природних вод, сформованих в доіндустріальну епоху і які не мають в своєму складі техногенних домішок. Це дає методологічну основу для оцінки ресурсів найцінніших питних вод. Вперше виконана експертна оцінка статичних запасів найбільш цінних

питних вод в геологічних структурах України: 810 км³ екологічно чистих вод з мінералізацією до 1,5 г/дм³ в Дніпровсько-Донецькій западині, запасів яких достатньо для покриття власне питних потреб населення України на 5 тис. років. Обґрунтовано, що геоморфологічні, ландшафтні та екологічні умови в межах незабудованих піщаних річкових терас на Східній і Центральній Україні обумовлюють формування азональні підземних вод з низькою мінералізацією - від 0,16 до 0,48 г/дм³ і з низькою і помірною жорсткості - від 1,2 до 4,8 ммоль/дм³, ресурси яких експертно оцінені у кількості 1,9 млн. м³/добу. Розроблений напрямок вдосконалення нормативів якості питних вод, заснований на визначенні фізіологічно оптимального вмісту біофільних елементів і коефіцієнту змінення природного складу води. Запатентований спосіб опріснення колодязних вод і конструкцію самовиливних свердловин у долинах річок. Експертно оцінені ресурси джерельних вод в Харківській області. Виконано техніко-економічне обґрунтування створення водозаборів на базі нових джерел високоякісної питної води на прикладі свердловинного водозабору підземних вод на піщаній річковий терасі в басейні Сіверський Донець і каптажу типового джерела в Харківському регіоні.

Ключові слова: питне водопостачання, екологічна безпека, індустріальні прісні води, піщані річкові тераси, якість питних вод, свердловина, колодязь, джерело.

Аннотація

Яковлев В.В. Перспективные источники природных вод для питьевого водоснабжения Украины, их охрана и рациональное использование. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени доктора геологических наук по специальности 21.06.01 - экологическая безопасность - Институт геохимии окружающей среды НАН Украины. Киев 2017.

Диссертация посвящена решению проблемы обеспечения населения Украины качественной питьевой водой на длительную перспективу. Введено понятие «доиндустриальных пресных вод» - природных вод, сформированных в доиндустриальную эпоху и которые не имеют в своем составе техногенных примесей. Это дает методологическую основу для оценки ресурсов ценных питьевых вод.

Впервые выполнена экспертная оценка статических запасов наиболее ценных питьевых вод в геологических структурах Украины: 810 км³ экологически чистых вод с минерализацией до 1,5 г/дм³ в Днепро-Донецкой впадине, которых достаточно для покрытия собственно питьевых нужд населения Украины не менее чем на 5 тыс. лет с условием частичного устранения растворенных аммония, железа и фтора.

Обосновано, что геоморфологические, ландшафтные и экологические условия в пределах незастроенных песчаных речных террас в Восточной и Центральной Украине обуславливают формирование аazonальные подземных вод с низкой минерализацией - от 0,16 до 0,48 г/дм³ и с низкой и умеренной жесткостью - от 1,2 до 4,8 ммоль/дм³, ресурсы которых экспертно оценены в количестве не менее 1,9 млн. м³/сут. При организации зон санитарной охраны, частичное удаление аммония и железа, фторирование, за счет этого ресурса можно постоянно обеспечивать все население Украины питьевой водой высокого качества.

Получила дальнейшее развитие методика площадной дифференциации модуля подземного стока с участка суши, которая базируется на балансовом соотношении ресурсных и гидрохимических показателей подземных вод.

Установлено, что качественная питьевая вода при сохранении существующих подходов смешанного хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения с использованием общих централизованных водопроводов может быть исчерпана и загрязнена на протяжении нескольких десятилетий. По этой причине необходимо отделение собственно питьевого водоснабжения от непитьевого, ограничение и прекращение использования наиболее качественных пресных вод на технические и бытовые цели, создание стратегического резерва этой воды в природных резервуарах.

Разработано направление совершенствования нормативов качества питьевых вод, основанное на определении физиологически оптимального содержания биофильных элементов и коэффициента изменения природного состава воды.

Теоретически обоснованы: возможность улучшения питьевого водоснабжения населения путем организации доставки качественной питьевой воды населению из водозаборов подземных вод, расположенных на речных песчаных террасах; создание песчаных каналов в зоне питания колодцев; возможность защиты от дальнейшей деградации родниковых вод путем организации зон санитарной охраны и инженерного обустройства каптажей.

Для защиты населения в период чрезвычайных ситуаций разработан и запатентован конструкцию самоизливающихся скважин на границе пойм и песчаных речных террас и предложено создание тактических запасов фасованной питьевой воды в административных центрах.

Выполнено технико-экономическое обоснование обустройства водозаборов на базе новых источников высококачественной питьевой воды на примере скважинного водозабора подземных вод на песчаной речной террасе в бассейне Северский Донец и бьюетов на примере каптажа типичного источника в Харьковском регионе.

Экспертно оценены ресурсы родниковых вод в Харьковской области, определены фоновые и действительные значения гидрохимических параметров этих вод, обоснована возможность их использования для децентрализованного питьевого водоснабжения. запатентован способ опреснения колодезных вод.

Разработанная схема районирования Украины по источникам и мероприятиям для улучшения питьевого водоснабжения в мирное время и обеспечению населения питьевой водой в чрезвычайных ситуациях.

Результаты диссертационных исследований использованы в учебном процессе на кафедре инженерной экологии городов Национальной харьковской академии городского хозяйства и на кафедре гидрогеологии Национального харьковского университета в циклах лекций «Литоэкология» и «Ресурсы подземных вод», научно-производственной деятельности ООО «Лаборатория качества воды «ПЛАЯ».

Ключевые слова: питьевое водоснабжение, экологическая безопасность, индустриальные пресные воды, песчаные речные террасы, качество питьевых вод, скважина, колодец, источник.

Annotation

Yakovlev V.V. Natural Waters Challenging Sources for Drinking Water Supply of Ukraine, Their Protection and Rational Use. – Manuscript copyright.

The doctoral thesis in geology, speciality 21.06.01 - Ecological safety (geological sciences) – Institute of Environmental Geochemistry, National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev, 2017.

The dissertation is devoted to a question of ensuring the population of Ukraine with qualitative drinking water for the long prospect. There was introduced a concept of "pre-industrial fresh waters" i.e. the natural waters that were formed in pre-industrial era and do not incorporate the anthropogenic impurity. It provides the methodological basis for the estimation of the valuable drinking water resources. For the first time the expert evaluation of the static reserves of the most valuable potable waters in geological structures of Ukraine is executed: 810 km³ ecologically pure waters with the mineralization up to 1.5 g/dm³ in the Dnieper-Donets rift that is sufficient to cover the actual drinking needs of the population of Ukraine for 5 thousand years. It is proved that geomorphological, landscape and ecological conditions within vacant sandy river terraces in Eastern and Central Ukraine cause the formation of azonal underground waters with the low mineralization from 0.16 to 0.48 g/dm³ and with the low and moderate hardness from 1.2 to 4.8 mmol/dm³, these resources are estimated in the amount of 1.9 million m³/days. The direction of the drinking water quality standards improving based on the definition of the physiologically optimum

content of biophilic elements and the coefficient of water natural structure change is developed. The way of the well waters desalination and construction of artificial wells in the river valleys is patented. The spring waters resources in the Kharkov region are proficiently estimated. The feasibility study of the water intakes arrangement on the basis of the new sources of high-quality potable water on an example of the well water intake at the sandy river terrace of the Seversky Donets basin and the pump-rooms of the captation of a typical source in the Kharkov region is executed.

Tags: drinking water supply, ecological safety, industrial fresh waters, sandy river terraces, quality of potable waters, pore, well, source.