

УДК 628.16

Гіроль А. М., к.т.н., доцент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ВПЛИВ СИСТЕМ ВОДОПРОВІДНО-КАНАЛІЗАЦІЙНОГО ГОСПОДАРСТВА НА ЯКІСТЬ ПОВЕРХНЕВИХ І ПІДЗЕМНИХ ВОД

Виконано аналіз факторів антропогенного походження, а саме водопровідних та каналізаційних систем на якість підземних і поверхневих вод.

Ключові слова: антропогенне навантаження, якість, підземні води.

Концепція стійкого розвитку, визнана світовим співтовариством, передбачає поліпшення якості життя людей при збереженні потенціалу довкілля і максимально бережливого використання природних ресурсів, особливо водних [23, 24].

На відміну від більшості природних ресурсів, воді характерна особлива здатність природного відновлення. Якщо забезпечити ефективне використання поверхневих і підземних вод, не допускаючи серйозного відхилення значень їх параметрів від фонових показників, то цей ресурс може стійко виконувати свої функції достатньо тривалий час.

Беручи до уваги особливості формування, існування і властивості підземних і поверхневих водних ресурсів, варто пам'ятати про тісний їх взаємозв'язок та взаємозалежність. Зміна властивостей будь-якого зі згаданих видів ресурсів негайно позначиться на властивостях іншого [9, 11].

За даними Держкомприродресурсів, станом на 1.01.2004 р. на території України зафіксовано 276 стабільних осередків забруднення підземних вод, а також експлуатуються 154 великі водозабори підземних вод, що працюють на затверджених державою запасах, якість яких погіршилася внаслідок антропогенного впливу. В підземних водах, навіть на достатньо значній глибині зустрічаються забруднення техногенного походження [15...17].

Поверхневі води більш доступні до використання, їх якість залежить від багатьох факторів, вони більш чутливі до різноманітних антропогенних впливів [12...14]. Властивості поверхневих вод, під впливом ряду зовнішніх сприятливих факторів, здатні до відносно швидкого відновлення [1, 11]. Підземні води більш захищені від зовнішнього впливу. Якість підземних вод, незважаючи на широкий діапа-

зон її зміни, характеризується значною інерційністю. Проте якраз ця особливість підземних вод зумовлює більш складний процес їх відновлення. Підземні води потребують більш бережливого до себе ставлення [8, 11, 20].

Водні ресурси України формуються за рахунок притоку транзитних річкових вод із зарубіжних країн, місцевого стоку і підземних вод (табл. 1). За багаторічними спостереженнями, потенційні ресурси річкових вод становлять 209,8 км³, з яких лише чверть формується в межах України, решта надходить з Російської Федерації, Білорусі, Румунії. Прогнозні ресурси підземних вод становлять 21 км³, а затверджені експлуатаційні запаси підземних вод дорівнюють близько 6 км³ [9].

Таблиця 1

Водні ресурси України [21]

Вид ресурсів	Водні ресурси, км ³ , у роки за водністю	
	Середній	Дуже маловодний
Притік транзитного річкового стоку	157,4 ¹	121,7 ¹
Місцевий річковий стік	52,4	29,7
Загальні ресурси річкового стоку	209,8	151,4
Прогнозні ресурси підземних вод, у тому числі гідравлічно незв'язані з поверхневим стоком	21,0	21,0
Загальні ресурси прісних вод	216,8	158,4

Створений в Україні багатогалузевий господарський комплекс споживає у процесі виробництва значні об'єми водних ресурсів, хоча за останні десять років валова потреба у воді зменшалась на 40%. Вона задовольняється забором прісних вод з поверхневих (24%) та підземних (3%) джерел, шахтно-рудникових (близько 2%) та морських (понад 1%) вод, а також за рахунок використання води, залученої в оборотні системи водопостачання (70%) [9].

За запасами місцевих водних ресурсів (у середньому 1 тис. м³ на 1 особу) Україна вважається однією з найменш забезпечених країн у Європі (Швеція – 2500 м³, Великобританія – 5, Франція – 3,5, Німеччина – 2,5, Європейська частина колишнього СРСР – 5900 м³). За висновками ФАО – комісії ООН з питань продовольства та сільського

¹ включно з 122,7 і 95,5 км³ по Кілійському гірлу р. Дунай

господарства, у разі коли внутрішні поновлювані водні ресурси становлять менше 1 тис. м³ на душу населення, наявність водних ресурсів вважається вагомим фактором обмеження соціально-економічного розвитку та охорони навколишнього природного середовища [9, 11].

У багатьох районах півдня України відчувається гострий дефіцит води, для подолання якого виконані значні роботи з регулювання стоку річок, на яких створено 1,16 тис. водосховищ загальним об'ємом майже 55 км³.

Головним джерелом прісної води в Україні є р. Дніпро. Водні ресурси басейну Дніпра становлять близько 80% водних ресурсів України. Середньобагаторічний об'єм стоку Дніпра в гирлі становить 53 км³. У маловодні роки стік Дніпра зменшується до 43,5 км³, а в дуже маловодні (95 відсотків забезпеченості) – до 30 км³.

Підземні води відіграють важливу роль у водогосподарському комплексі України, насамперед, як надійні джерела доброякісної питної води. Краща захищеність від поверхневого (найбільш інтенсивного) забруднення, більш значне їх поширення порівняно з поверхневими водами, якісний склад води найбільш повно відповідає біологічним вимогам людини – все це дає змогу віднести даний вид водних ресурсів до найцінніших [11, 22].

За даними регіональної оцінки прогностичні ресурси підземних вод питної якості (далі – ПРПВ) у цілому в Україні становлять 61 689,2 тис. м³ на добу (близько 22,5 км³ на рік), у тому числі з мінералізацією до 1,5 г/л – 57 499,9 тис. м³ на добу. Забезпеченість ПРПВ на 1 людину в різних регіонах України знаходиться у межах від 0,3 до 6,7 м³/добу.

Одними з найважливіших факторів, що мають суттєвий вплив на якість поверхневих і підземних вод, є об'єкти водопровідно-каналізаційного господарства [2, 6, 7]. Витоки питної води з водорозподільчих мереж позначаються не тільки на тарифі питної води, але і зумовлюють значні збитки міській інфраструктурі – руйнуються дороги, підземні частини інженерних комунікацій, негативно впливаючи на екологію довкілля. Витоки води з систем водовідведення поряд зі згаданим зумовлюють значне забруднення ґрунтових вод, негативно впливаючи на якість більш глибоких вод. Значні впливи на якість як поверхневої, так і підземної води мають споруди її кондиціонування, з території яких в ґрунтові води потрапляють іони важких матеріалів, іони біогенних елементів, продукти органічного походження тощо [2, 3, 5].

Надмірна складність та недостатня вивченість згаданої проблеми вимагають більш пильної уваги науковців задіяних в розробці надій-

них інженерних рішень, складанні технологічних регламентів експлуатації та налагоджуванні ефективного моніторингу за впливом споруд водопровідно-каналізаційного господарства на довкілля.

В основу методики оцінки впливу водопровідно-каналізаційного господарства на якість поверхневих та підземних вод покладено збір, обробка і аналіз статистичних матеріалів якості води джерел водопостачання, ефективності роботи споруд кондиціонування та транспортування питної води до споживачів, якості роботи мереж водовідведення і очищення стічних вод та ефективності утилізації осадів.

Якісний склад підземних вод формується в результаті взаємодії ряду природних факторів, основними з яких слід вважати клімат (атмосферні опади, температура, випаровуваність тощо) та геологічну будову (склад гірських порід, тектоніка, гідрогеологічні умови). Залежно від поєднання та послідовності прояву цих факторів формуються основні просторові закономірності природного складу підземних вод. Проте в останні десятиріччя природний якісний фон значно порушується внаслідок впливу інтенсивної антропогенної діяльності.

Основними факторами антропогенного впливу на довкілля є викиди твердих і газоподібних речовин в атмосферне повітря, скиди забруднених стічних вод, накопичення на звалищах твердих відходів, застосування штучних хімічних речовин у сільському господарстві, виробнича діяльність, розробка родовищ корисних копалин. Усі перелічені чинники викликають інтенсивне забруднення ґрунтів, атмосферного повітря, поверхневих і підземних вод майже в усіх, особливо промислово розвинутих, областях України (рис. 1).

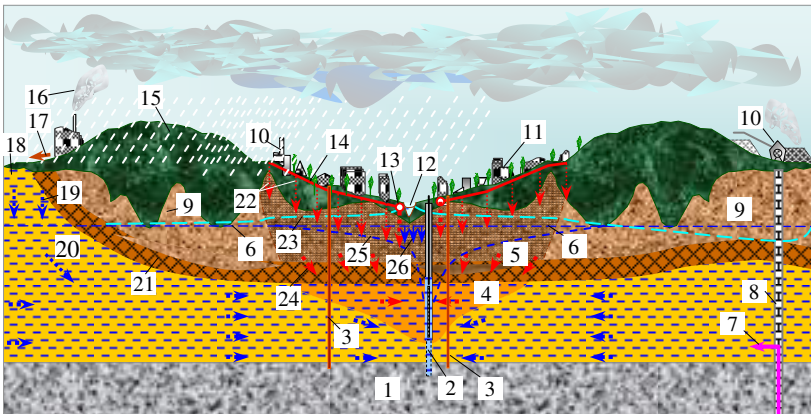


Рис. 1. Схема антропогенного впливу на якість поверхневих та підземних вод: 1 – водотрив нижнього горизонту; 2 – діюча свердловина; 3 – недіюча свердловина

вина; 4 – зона інфільтраційної води другого горизонту; 5 – зона інфільтраційної води першого горизонту; 6 – п'єзометрична лінія другого напірного горизонту; 7 – шахтна вода; 8 – ствол шахти; 9 – перший горизонт; 10 – промислові підприємства; 11 – житлова забудова; 12 – річка; 13 – каналізаційний колектор; 14 – система водовідведення (водопостачання, тепlopостачання); 15 – опади; 16 – атмосферне забруднення; 17 – поверхневий стік; 18 – зона живлення горизонту; 19 – фільтраційні потоки підземної води; 20 – другий горизонт; 21 – кривля другого горизонту; 22 – витоки забруднених вод з системи водопровідно-каналізаційного господарства; 23 – п'єзометрична ліній першого безнапірного горизонту; 24 – інфільтраційні потоки; 25 – депресійна крива другого водоносного горизонту; 26 – інфільтраційний потік з поверхневих джерел

На сьогодні майже 80% питного водопостачання в Україні забезпечується поверхневими водами. Тому екологічний стан поверхневих водних об'єктів, якість води в них, особливо на ділянках централізованого питного водопостачання, є вирішальними чинниками екологічної безпеки загальнодержавної системи питного водопостачання.

В системах питного водопостачання використовуються як потужні водні об'єкти (Дніпро, Десна, Дністер), так і середні (Південний Буг, Сів. Донець, Інгул тощо). Для невеликих населених пунктів до систем водопостачання залучаються води і малих річок, озер та інших водних об'єктів.

Якість питної води значною мірою залежить від стану поверхневих водойм – основних джерел централізованого господарсько-питного водопостачання [9, 18, 19]. Проте забезпечення населення України водою в повному обсязі і належної якості нині ускладнюється через незадовільну якість води у водних об'єктах.

Основними причинами забруднення поверхневих вод України є:

- скид неочищених та недостатньо очищених комунально-побутових і промислових стічних вод безпосередньо у водні об'єкти та через системи міської каналізації [2];
- надходження у водні об'єкти забруднюючих речовин у процесі поверхневого стоку води із забудованих територій та сільгоспугідь [3];
- ерозія ґрунтів на водозбірній площі [11].

Результати моніторингу якості води, який здійснюється санітарно-епідеміологічною службою МОЗ України, свідчать про те, що, незважаючи на значний спад промислового виробництва впродовж останніх років та пов'язане з ним зменшення скиду у водойми стічних вод, стан водних об'єктів суттєво не поліпшився. Особливе занепокоєння викликає стан р. Дніпро, яка забезпечує питною водою 75% (близько 35 млн) населення країни.



Рис. 2. Випуски господарсько-побутових і промислових стічних вод у водойми в 2003 році

Спостереження за якістю води в поверхневих водних об'єктах свідчать про їх забруднення неочищеними та недостатньо очищеними стічними водами з каналізаційних очисних споруд, а також про порушення процесів їх самоочищення внаслідок утворення штучних водосховищ та незадовільного режиму експлуатації останніх (рис. 2) [3,4, 6].

На стан річок також негативно впливають зміни, що відбуваються на території їх водозборів. Так, розораність земель в Україні є найвищою у світі і досягла 56% території країни, а лісистість території країни сягає лише 14%. Сучасне використання земельних ресурсів України не відповідає вимогам раціонального природокористування. Порушено екологічно допустиме співвідношення площ ріллі, природних кормових угідь і лісових насаджень, що негативно впливає на стійкість агроландшафту.

Чорнобильська катастрофа також спричинила підвищення забруднення поверхневих вод, зокрема у водозбірних басейнах Прип'яті та Дніпра. Слід сказати, що рівень вмісту радіонуклідів у поверхневих водах впродовж кількох років залишався стабільним, у межах допустимих концентрацій, однак під час повеней у водозбірних басейнах відмічалася його підвищення, але знову ж таки в межах допустимих норм.

Поверхневі водні об'єкти в основному забруднені сполуками хро-

му, марганцю, азоту, сульфатами, нафтопродуктами, пестицидами, а в літній період у воді підвищується вміст фітопланктону. Якість води у річках залежить від пори року, внаслідок чого змінюються і вимоги до очистки води водопровідними станціями, які використовують поверхневі води.

Слід зазначити, що поточний стан якості води висуває значні вимоги до водопідготовки, а досягнення повної відповідності зі стандартами якості води часто вимагає удосконалення та використання передових технологій очистки. На сьогодні в Україні практично не залишилося водних об'єктів, які за їх санітарно-хімічними та мікробіологічними показниками можна було б віднести до 1-ої категорії якості води. На сьогодні практично всі водойми за рівнем забруднення наблизилися до 3-ої категорії якості.

Спостереження за станом хімічного забруднення поверхневих вод, які проводились гідрометеорологічною службою показали, що серед них у задовільному стані знаходилися тільки річки Криму. Майже всі інші басейни річок можна віднести до забруднених та дуже забруднених. При цьому, як і раніше, водні об'єкти забруднювалися переважно сполуками азоту, нафтопродуктами, фенолами, важкими металами. Найбільшу забрудненість цими речовинами мали води річок басейнів Дунаю, Дністра, Південного Бугу, Дніпра, Сіверського Дінця. Залишається гострою проблема забруднення поверхневих вод, гідравлічне зв'язаних з підземними водами, скидами зворотних вод, майже п'ята частина яких надходила у водойми без будь-якого очищення.

Чорнобильська катастрофа також спричинила підвищення забруднення поверхневих вод, зокрема у водозбірних басейнах Прип'яті та Дніпра. Слід сказати, що рівень вмісту радіонуклідів у поверхневих водах впродовж кількох років залишався стабільним, у межах допустимих концентрацій, однак під час повеней у водозбірних басейнах відмічалось його підвищення, але знову ж таки в межах допустимих норм.

Вміст радіонуклідів у поверхневих водах басейну Дніпра, в тому числі у зонах впливу Рівненської, Хмельницької і Запорізької атомних електростанцій, а також у місцях розташування питних водозаборів у 2003 році був значно нижчим за допустимі рівні і становив 0,008-0,3 Бк/дм³ (при нормі для питної води 2 Бк/дм³). Існує проблема підземної ізоляції радіоактивних відходів та матеріалів [9, 10].

Упродовж останніх років різко зменшилось використання пестицидів і мінеральних добрив, але вони виявлені у підземних водах всіх областей України. Незважаючи на зменшення обсягів хімізації сільського господарства та промислового виробництва, на стан підземних вод

продовжує впливати велика кількість твердих і рідких відходів, накопичених за попередні десятиліття. Даються взнаки й аварії сьогодення, особливо пов'язані із забрудненням нафтопродуктами та змінами хімічного складу підземних вод у районах «мокрої» консервації шахт.

У межах водозаборів підземні води різною мірою забруднені залізом, марганцем, аміаком, фтором, бромом і барієм (останні елементи характерні для Луганської та Донецької областей), свинцем, нітратами, фенолами, роданідами, хлоридами, сульфатами, на окремих діючих свердловинах виявлено підвищення мінералізації і загальної жорсткості води. Найбільша кількість таких водозаборів знаходиться у промислово розвинутих областях, а також у південних областях України, де відчувається дефіцит питної води.

Основними джерелами забруднення підземних вод є промислові, комунальні та сільськогосподарські стічні води, місця складування промисловий та побутових відходів, сховища нафтопродуктів. Суттєву долю рідких та твердих відходів складають речовини органічного походження. Так, на території міських смітників в підземних водах містяться понад 50 різноманітних сполук органічного походження, серед яких переважають різноманітні кислоти та феноли. Відомо, що після усунення джерела забруднення, яке діяло тривалий час, потрапляння в підземну воду забруднюючих речовин триває ще десятки, а інколи і сотні років.

Джерелами локального інтенсивного забруднення підземних вод є численні фільтруючі накопичувачі, непорядковані звалища промислових та побутових відходів, склади мінеральних добрив і отрутохімікатів тощо. Значним джерелом забруднення виступають окремі забруднені ділянки річок (лінійний вид забруднення), куди щороку скидається близько 20 км³ стічних вод, з яких 3,2 км³ – без очищення або недостатньо очищених.

До основних факторів природного і техногенного характеру, що позначається на формуванні гідрохімічного режиму підземних вод, належать:

- загальне техногенне навантаження на геологічне середовище;
- відбір підземних вод, розташований в зоні селітебних територій і промислових районів міста;
- природна захищеність експлуатаційних водоносних горизонтів;
- поширення природних гідрогеохімічних аномалій;
- технічний стан водозаборів, водопровідних і каналізаційних мереж та відповідних споруд очистки води.

Спостереження за якістю артезіанської води на діючих водозаборах дають підставу констатувати тенденцію щодо її погіршення. Вміст у

таких водах заліза, марганцю, азотовмісних сполук, жорсткість води, її загальна мінералізація тощо перевищують допустимі рівні за деякими із зазначених показників до 10 і більше разів. Загалом, найчастіше питна вода з підземних джерел систем централізованого водопостачання не відповідає вимогам діючого стандарту за такими показниками:

- сполуки заліза (їх концентрація може знаходитись у досить широкому діапазоні – від 1 до 20 мг/л);
- сполуки марганцю (вони майже завжди є супутнім компонентом заліза і їх концентрація зазвичай невисока – 0,2-1,5 мг/л);
- жорсткість води (є підвищеною повсюдно у південній та центральній частинах України, при цьому її величина може коливатися від 8-12 до 20-22 мг-екв/л);
- хлориди, сульфати, загальна мінералізація (супутні компоненти жорсткості, їх підвищені або високі концентрації характерні для тих самих регіонів, що і жорсткість);
- сполуки фтору (характерні для підземних вод у районі Українського кристалічного щита, вміст цього компонента становить 2-6 мг/л, в окремих випадках – 10-12 мг/л).

В результаті багаторічної господарської діяльності на території міст помітно надто суттєві зміни гідрогеологічних умов, активізуються несприятливі інженерно-геологічні процеси. Серед них особливе місце займає процес підтоплення територій, наслідком якого є деформації мереж, підтоплення підвальних приміщень будівель і споруд, заболочування територій, корозія і руйнування підземних комунікацій, що може призвести до аварійних і катастрофічних ситуацій (табл. 2).

Підвищене значення мінералізації підземних вод найбільш характерне для центральної частини міст та в місцях розташування промислових об'єктів. В цих зонах, як правило, спостерігається підвищений вміст сульфат- і хлоридіонів, нерідко зростає твердість води. В разі недостатньої захищеності водоносного горизонту в підземній воді виявляються нітрати і амонійний азот, помітне зростання окислюваності, яка сягає 1...4,5, а інколи – 8 мг/л. Надто помітне забруднення підземних вод нафтопродуктами, вміст яких подекуди перевищує ГДК в 2...5 разів. В таких місцях виявляються сліди фенолів, пестицидів, що свідчить про існування взаємозв'язку під мергельних горизонтів з забрудненими ґрунтовими водами.

Відносне забруднення підземних вод промислово-міської агломерації [21]

№ з/п	Водні середовища	Al	Fe	Mn	NH ₄	SO ₄	Φ ²	H ²	XП ²
1	Снігові опади								
2	Поверхневі води								
3	Ґрунтові води								
4	Води надмергельних горизонтів								
5	Води підмергельних горизонтів								
6	Артезіанські води								

Такому перетіканню води можуть сприяти «гідрогеологічні вікна» що появляються в зоні розмивання водотривких горизонтів. Процес розмивання є дуже повільним і проявляється за таких умов:

- під час роботи водозабору до нього «підтягуються» неякісні води з інших горизонтів;
- недотримання регламенту експлуатації водозабору;
- наявність джерел техногенного забруднення;
- відсутність санітарно-захисних зон;
- перетоки води через негерметичний затрубний простір та неліквідовані старі свердловини.

Величини перетоку води з горизонту в горизонт залежать від комбінації перерахованих причин і можуть вимірюватися навіть на локальному рівні сотнями мільйонів метрів кубічних.

Вплив міської забудови на підземні води сягає на глибину понад 100...300 м. При цьому суттєво змінюється рівень стояння, температура і хімічний склад підземних вод, формуються зони підпору і депресії, порушується рівновага взаємодії поверхневих і підземних вод. Забруднюється ґрунт, поверхневі водні джерела, вода в централізованих системах водопостачання.

Залежно від геологічних умов під впливом техногенних факторів розрахункова тривалість проникнення забруднень з поверхні землі складає від декількох діб до декількох десятків і навіть сотень років. Проте така тривалість перетікання суттєво менше від тривалості інду-

² Φ – феноли; H – нафтопродукти; XП – СІ і пестициди

тріального розвитку міста. Про вплив техногенного фактора на якість підземної води свідчить присутність в ній таких домішок, як сполуки азоту, кадмій, нафтопродукти, феноли тощо.

Якість підземних вод впродовж експлуатації водозабору, внаслідок зниження рівня води у водоносному горизонті, і як наслідок, проникнення в нього агресивних вод з розташованого вище горизонту погіршується. Відбувається вилузування карбонату кальцію і таких мікроелементів, як стронцій, фтор, літій, перехід в розчинений стан заліза, марганцю тощо. Є очевидним, що запобігти розвитку такого явища можна шляхом припинення забруднення води (своєчасний та якісний ремонт транспортуючих воду систем, зниження впливу інших факторів техногенного походження) або скорочення тиску в вищерозташованому горизонті, скорочення відбору води з експлуатаційного горизонту.

Висновки

1. На якість води поверхневих і підземних водних басейнів мають суттєвий вплив фактори антропогенного походження, серед яких досить значущим є об'єкти водопровідно-каналізаційного господарства.

2. До складу визначальних заходів спрямованих на зменшення негативного впливу на якість води поверхневих і підземних водних басейнів, зумовлених об'єктами водопровідно-каналізаційного господарства, належать:

- зменшення загального техногенного навантаження на геологічне середовище;
- зниження відбору підземних вод в зоні селітебних територій і промислових районів міста;
- розробки ефективних та надійних технічних рішень для об'єктів водопровідно-каналізаційного господарства, спрямованих на запобігання проникнення забруднень в ґрунт в зоні їх розташування;
- дотримання регламенту експлуатації об'єктів водопровідно-каналізаційного господарства.

1. Волков С. Н. Геохим. эволюция кадмия в естественном и техногенном цикле миграции / С. Н. Волков, ИМГРЭ // Техногенез и биогеохимическая эволюция таксонов биосферы. – М. : Наука, 2003. 2. Гіроль М. М. Стан водопровідно-каналізаційних систем, як фактор національної безпеки / М. М. Гіроль // Зб. матеріалів конф. “Сучасні проблеми охорони і раціонального використання водних ресурсів та очистки природних і стічних вод”. – К. : Знання, 2002. – С. 36-39. 3. Аналіз технологічних схем утилізації виробничих стічних вод станцій очистки води на комунальних водопроводах / Гіроль М. М., Бойчук С. Д., М'якішев В. О.,

Котовська О. Е. // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Технічні науки. – Рівне, 2004. – Вип. 4(23), частина 1. – С. 122-128. **4.** Гіроль М. М. Про стан та шляхи збереження озер України. Психолого-педагогічні основи гуманізації навчально-виховного процесу в школі та ВНЗ / Гіроль М. М., Гринюк Т. Ю., Гринюк В. М. // Зб. наук. праць (РЕГІ). – Рівне, 2003. – С. 209-214. **5.** Проблеми якості води в водопровідних мережах / Гіроль М. М., Ковальський Д., Хомко В. Є., Гіроль А. М. // Водопостачання та водовідведення. Виробничо-практичний журнал. – № 2, 05.2008. – С. 1-21. **6.** Стан водопостачання та водовідведення в Україні // Гіроль М. М., Проценко С. Б., Ткачук О. А. та ін. // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2005. – № 19. – С. 3-9. **7.** Girol M. M. Problems of the secondary pollution of potable water in water supply systems / Girol M. M., Khomko V. Y. // Conference "Water & environment". – 7-10.10.2008. – Pp. 330-331. **8.** Загальнодержавна програма „Питна вода України”. – К., 2003. **9.** Національна доповідь щодо якості питної води та стану питного водопостачання в Україні у 2003 році / науковий керівник Гіроль М. М.; затверджено Державною Комісією з підготовки та оприлюднення Національної доповіді. – Рівне, 2004. – С. 142. **10.** Шишиц И. Ю. Проблемы подземной изоляции радиоактивных отходов и материалов / И. Ю. Шишиц. – Высш. горн. образ. МГГУ, 2002. – 55 с. **11.** Яцьк А. В. Экологические основы рационального водопользования / А. В. Яцьк. – Изд. «Гене-за», 1997. – 640 с. **12.** Barbara Florczyk. Role of the central wastewater treatment plant in protecting of the Warta river / Barbara Florczyk, Karolina Karaśkiewicz // XIX-th National, VII-th International Conference "Water Supply and Water Quality". T-1. Poznań – Zakopane, Polska 2006 r. – S. 197-208. **13.** Dariusz Wawrentowicz. The impact of wastewater treatment plant performance on the quality of receiving water. A case study: Hajnywka / Dariusz Wawrentowicz // XIX-th National, VII-th International Conference "Water Supply and Water Quality". T-1. Poznań – Zakopane, Polska 2006 r. – S. 335-346. **14.** Jarosiaw Mariusz Otoka. Influence of same climatic elements and landfill exploitation circumstances on leachate quantity / Jarosiaw Mariusz Otoka, Izabela Anna Tałałaj // XIX-th National, VII-th International Conference "Water Supply and Water Quality". T-1. Poznań – Zakopane, Polska 2006 r. – S. 287-296. **15.** Analysis quality of groundwater's abstracted from selected quaternary, upper cretaceous, lower cretaceous deep wells of "Dębrowa" waterworks in years 1980-2002 / Jerzy Cyran, Przemysław Senderecki, Wanda Piąstka, Jan Solnica // XIX-th National, VII-th International Conference "Water Supply and Water Quality". T-2. Poznań – Zakopane, Polska 2006 r. – S. 177-196. **16.** Nitrates in water wells in rural areas of the parish of Rossosz of the Lublin province / Jerzy Niecko, Justyna Koroluk, Dobiesław Nazimek, Urszula Kukułka-Niecko, Marcin Niecko // XIX-th National, VII-th International Conference "Water Supply and Water Quality". T-2. Poznań – Zakopane, Polska 2006 r. – S. 273-286. **17.** Józef Górski. Changes of the iron concentration during exploitation of groundwater / Józef Górski, Krzysztof Dragon // XIX-th National, VII-th International Conference "Water Supply and Water Quality". T-2. Poznań – Zakopane, Polska 2006 r. – S. 223-324. **18.** Maria Walery. Evaluation of water quality in rivers of podlaskie voivodship / Maria Walery,

Izabela Anna Tałaaj // XIX-th National, VII-th International Conference “Water Supply and Water Quality”. T-2. Poznań – Zakopane, Polska 2006 r. – S. 249-258.

19. Michał Michałkiewicz. Evaluation of the quality of ground water on the basis of water examination from individual wells in Wielkopolska / Michał Michałkiewicz, Jacek Wojciechowski // XIX-th National, VII-th International Conference “Water Supply and Water Quality”. T-2. Poznań – Zakopane, Polska 2006 r. – S. 261-270.

20. Zbigniew Bzowski. Danger of ground water contamination in Chelm region and the liquidation of danger / Zbigniew Bzowski, Andrzej Dawidowski, Krzysztof Korczak // XIX-th National, VII-th International Conference “Water Supply and Water Quality”. T-1. Poznań – Zakopane, Polska 2006 r. – S. 167-176.

21. Яковлев В. В. Питне водопостачання міст на основі окремого використання підземних вод : автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук / В. В. Яковлев. – Харків, 1999. – 18 с.

22. "Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання". Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 23.12.96 № 383.

23. Закон України «Про питну воду та питне водопостачання». Із змінами і доповненнями, внесеними Законом України від 18.11.2004 № 2196-IV.

24. Водний кодекс України // Голос України. – 6 червня 1995 року. – № 133.

Рецензент: д.т.н., професор Гіроль М. М. (НУВГП)