

О. О. Дмитрієва

к. т. н., заступник директора з маркетингу НДР,
зав. лабораторією, Український НДІ екологічних проблем, м. Харків

А. А. Мосейчук,

перший заступник начальника держуправління охорони навколишнього природного середовища в Полтавській області, м. Полтава

М. І. Проскурня,

зав. кафедрою екології Полтавського національного технічного університету
ім. Ю. Кондратюка, м. Полтава

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОВІДВЕДЕННЯ В СИСТЕМІ ІНСТИТУЦІОНАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ НА ПРИКЛАДІ М. ПОЛТАВА

Проаналізовано аспекти існуючого екологічно небезпечного водовідведення у місті. Розглянуто інноваційні технології перевлаштування системи водовідведення у м. Полтава. Запропоновано перевлаштування окремих його елементів у рамках принципово нового інституціонального середовища.

Aspects of existing ecologically unsafe water removal system in the city are analyzed. Innovation technologies of reorganization of water removal system in the city of Poltava are considered. Reorganization of its specific elements in the framework of principally new institutional environment is proposed.

ВСТУП

Нова стратегія економічного та соціального розвитку нашої країни у теперішній час має передбачати формування інституціонального середовища, яке стимулювало б, з одного боку, підприємницьку активність, економічне зростання на основі структурно-інноваційних перетворень, зміцнення економіки, а з іншого — подолання нагромадження суперечностей між економікою та суспільством. Стратегія інституціональних перетворень має узгоджуватися з визначеними Європейською Радою критеріями членства в ЄС.

Інституціональні перетворення є детермінантою соціально-економічних та політико-правових зрушень у будь-якому суспільстві. Категоричним імперативом інституціональних перетворень виступають потреби та інтереси людини, а всі засоби, способи та важелі підбираються так, щоб не створювати суперечностей у системі "суспільство — людина — навколишнє середовище". Таким чином, інституціональні процеси в суспільстві — це поняття, яке використовується для опису радикальних структурних змін у господарському комплексі [1].

Особливості розвитку суспільства, стан здоров'я і генофонду людства в значному ступені визначаються кількісним та якісним становищем водних ресурсів. Один

із національних екологічних пріоритетів України полягає в екологічному оздоровленні та підтриманні якісного стану водних об'єктів.

Основним чинником, що негативно впливає на сучасний незадовільний стан водних ресурсів України, є стала тенденція до забруднення поверхневих водних об'єктів скиданням від населених пунктів стічних вод усіх видів, які стали одним із головних забруднювачів і засмічувачів водотоків і водойм в Україні. Суттєвою причиною цього є екологічно небезпечне відведення поверхневих та господарсько-побутових стічних вод від населених пунктів та господарських об'єктів, тривала експлуатація якого призвела до сталого забруднення річок, водоймищ і морів нашої країни.

Сучасний стан водовідведення в населених пунктах України не відповідає стандартам, нормативам та правилам ЄС у галузі охорони та ощадливого використання водних ресурсів [2,3].

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Існуюче водовідведення в населених пунктах України є екологічно небезпечним стосовно всіх водних об'єктів і це спричиняється тим, що:

— багато водотоків і водойм в населених пунктах

України ще й досі грають роль природних улоговин, беззахисних перед стіканням у них стічних вод, у тому числі і дуже забруднених, що виникають в аварійних ситуаціях;

— забруднюючі і засмічуючі речовини надходять у водні об'єкти як через випуски дощового водовідведення, так і поверхневим способом, бо вертикальне планування територій, прилеглих до водних об'єктів, не на всьому протязі здійснене так, щоб виключалась можливість потрапляння вод з поверхні землі у водотоки і водойми;

— існуюче в населених пунктах України водовідведення унеможливорює запобігання надходженню в усі водні об'єкти фізико-хімічного і бактеріологічного забруднення, що виникає в аварійних ситуаціях;

— при створенні в населених пунктах водовідвідних мереж не передбачалося підстрахування роботи мереж відведення побутово-виробничих стічних вод, внаслідок чого практично неможливо уникнути стікання по поверхні землі побутових і виробничих стічних вод;

— за межами населених пунктів забруднення водних об'єктів часто підсилюється в результаті скидів недостатньо очищених стічних вод після біологічних очисних споруд, бо існуюче водовідведення здійснено так, що очисні комплекси безпорадні перед надходженням на них дуже забруднених виробничих стічних вод, які можуть порушити проектний режим роботи очисних споруд на тривалій період.

Упорядкування водовідведення в Україні кардинально вирішує проблеми забезпечення екологічної безпеки водних об'єктів від скидів усіх категорій стічних вод, в тому числі і в аварійних ситуаціях, шляхом перетворення існуючих екологічно небезпечних щодо водних об'єктів водовідвідних систем в екологічно безпечні.

Розроблені інноваційні технології водовідведення, які направлені на запобігання кількісного і якісного виснаження водних ресурсів, підвищення водозабезпеченості господарського комплексу країни та зменшення соціально-економічної напруженості у регіонах [4].

Одним із ефективних засобів управління водовідведенням в конкретному населеному пункті є вибір відповідних інноваційних технологій екологічно безпечного водовідведення (ЕБВ) з урахуванням особливостей цього населеного пункту (рельєфу місцевості, розташування житлових масивів та зон рекреації, існуючої мережі водовідведення, тощо) і прилеглих водних об'єктів.

Мета роботи — апробація розроблених інноваційних технологій перевлаштування водовідведення в системі інституціонального середовища на прикладі, досить характерному для України за станом водокористування у місті Полтаві.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Сутність запропонованого підходу до водокористування [5] є забезпечення відповідно до системи інституціонального середовища досягнення екологічної безпеки водного середовища із задоволенням умов життєдіяльності населення. Це можливо лише за умови відмови від екстенсивної системи водокористування і переходу до побудови та реалізації екосистемного водокористування. Основною сутністю нового ЕБВ повинно бути недопущення такого антропогенного навантаження на водні об'єкти, яке призведе до порушень стабіль-

ності їх екосистем.

Для забезпечення цього пропонується існуючі системи водовідведення доповнити фрагментом, що призначений для регулювання подачі стічних вод на очисні споруди (ОС) населених пунктів та перехоплення стічних вод, забруднених понад нормативних вимог. Зазначений фрагмент повинен містити регулюючі ємності, датчики автоматизованої системи контролю та засоби регулювання надходження стічних вод у регулюючі ємності та на ОС.

Залежно від місцевих умов та характеристик існуючого водовідведення при його упорядкуванні економічно більш вигідним може стати не відведення усіх стічних вод до ОС населених пунктів, а побудова локальних очисних споруд та відведення до них частини поверхневих стічних вод. Одним з досить ефективних та відносно дешевих видів локальних ОС є біоінженерні споруди (БІС) [6, 7], на яких використовується здатність вищих водних рослин (очерет, комиш, ірис та ін.) очищувати стічні води від багатьох забруднюючих речовин та підвищувати ефективність очищення вод іншими компонентами біоценозу БІС, зокрема бактеріями та молюсками.

При додержанні розроблених регламентів інноваційні технології ЕБВ (акумуляючі ємності, локальні очисні споруди поверхневих стічних вод, дощоприймачі спеціальної конструкції, тощо) очікується суттєве зменшення ризику забруднення поверхневих водних об'єктів при виникненні аварійних ситуацій на системах водовідведення в населених пунктах.

Крім того, інноваційні технології при додержанні регламентів їх роботи дозволять довести до мінімуму скидання неочищених та недостатньо очищених побутово-виробничих і поверхневих стічних вод населених пунктів у водні об'єкти.

Зазначені елементи інноваційних технологій були реалізовані при розробці пропозицій на схемному рівні при перевлаштуванні системи водовідведення м. Полтава.

Полтава належить до крупних міст з населенням понад 315 тис. мешканців. Саме у крупних та середніх (від 100 до 500 тис. жителів) містах проживає понад 68 % міського населення України, у них зосереджено 60 % промислового потенціалу країни. Полтава знаходиться у відносно антропогенно навантаженому регіоні на березі р. Ворскла і має найбільш поширену в країні роздільну систему водовідведення. За своїми топографічними особливостями Полтава поділена на 2 основні басейни відведення міських стічних вод. Кожний такий басейн має власні очисні споруди. Міські стічні води південно-західної, західної і північно-західної частин міста надходять на Супрунівські очисні споруди повного біологічного очищення потужністю 100 тис. м³/добу з випуском у річку Ворскла. На Затуринські очисні споруди потужністю 60 тис. м³/добу по напірно-самопливних колекторах надходять міські стічні води північної, центральної і східної частин міста. Очищені стічні води скидаються у р. Коломак. Побутові стічні води від забудов, що не охоплені міською системою водовідведення, вивозяться асенізаційними машинами на зливні станції і далі перекачуються на очисні споруди.

Існуюча водовідвідна система міста формувалася на

основі нормативних документів, якими не передбачалися заходи щодо ЕБВ стічних вод населених пунктів у водні об'єкти в аварійних ситуаціях, тому неможливо відвернути відведення недостатньо очищених стічних вод від міських очисних біологічних комплексів і забруднених стічних вод з поверхні міста. Відповідно до рельєфу міста поверхневі стічні води міста (ПСВ) скидаються у водні об'єкти (річка Ворскла, рівчак Тарапунька, озера і балки, що оточують місто з усіх сторін) через 59 водовипусків. Очисні споруди ПСВ на всіх випусках або відсутні, або використовуються для механічного очищення.

ПСВ надходять в закриті вуличні мережі через дощоприймачі. Більшість дощоприймачів в місті побудовані за останні 40—45 років і не мають відстійної частини та не обладнані пристроями для уловлювання плаваючих предметів, сміття. В аварійних ситуаціях ПСВ можуть вміщувати побутові стічні води при порушеннях режиму роботи мереж відведення міських стічних вод, а також стічні води, що виникають при гасінні пожеж і при техногенних аваріях та катастрофах. До переліку основних забруднюючих речовин, які з ПСВ надходять у відкриті водойми, відносяться нафтопродукти, органічні та завислі речовини; велику загрозу являє собою їх мікробіальне забруднення. Найбільш забруднені ПСВ формуються на підприємствах, автоколонах і вулицях з інтенсивним рухом транспорту.

Через скиди в водні об'єкти неочищених ПСВ, в яких періодично присутні побутові стічні води, водотоки і водойми м. Полтава іноді стають небезпечними в санітарно-епідеміологічному відношенні.

В проблемі впровадження в м. Полтава ЕБВ стосовно водотоків і водойм міста, в тому числі і в аварійних ситуаціях, містяться дві глобальні задачі:

— запобігання забрудненню водотоків і водойм в межах Полтави неочищеними поверхневими стічними водами, включаючи і тими, що виникають в аварійних ситуаціях;

— коректування існуючої технологічної схеми подачі міських стічних вод на Затуринські очисні біологічні споруди і на Супрунівські очисні біологічні споруди, у результаті чого виключатимуться порушення режиму їх роботи внаслідок надходження некондиційного складу міських стічних вод, в результаті чого припиняться скиди недостатньо очищених стічних вод в р. Ворсклу і Коломак за межами Полтави.

Для забезпечення припинення забруднення водних об'єктів поверхневими стічними водами розроблено принципову схему екологічно безпечної системи водовідведення м. Полтава (рис. 1). За цією схемою припинення скиду неочищених поверхневих стічних вод, що відводяться закритими водовідвідними мережами, досягається спорудженням перехоплюючих колекторів і охопленням очищенням всього об'єму поверхневих стічних вод. Із загальної кількості випусків поверхневих стічних вод по м. Полтава, що дорівнює 59, від 8 випусків поверхневі стічні води за допомогою перехоплюючих колекторів і насосних станцій перекачки подаються на Затуринські очисні біологічні споруди. Поверхневі стічні води від інших 51 випусків передбачається піддавати очищенню на спорудах з використанням очисної здатності вищої повітряно-водної рослинності загальною

площею 14,1 га (всього 29 споруд, в тому числі 5 існуючих, які необхідно дооблаштувати).

Площадки під очисні локальні споруди розташовані у відповідності з "Временной инструкцией по проектированию сооружений для очистки поверхностных вод. СН — 49—77", де вказано, що очисні споруди повинні, як правило, розміщуватися на гирловій ділянці головного дощового колектору перед випуском у водойми.

З усієї кількості поверхневих стічних вод по м. Полтава, що утворюються внаслідок атмосферних опадів, 87% об'єму дощових вод можна піддавати очищенню на автономних спорудах. Через те що в аварійних ситуаціях до складу поверхневих стічних вод можуть входити побутові стічні води, автономні очисні споруди мають бути здатними очищати побутові стічні води. Цим вимогам відповідають біоінженерні споруди (БІС), в яких використовується очисна здатність вищої повітряно-водної рослинності. Для ефективної роботи БІС вміст завислих речовин в поверхневих стічних водах не повинен перевищувати 500 мг/л. Концентрація завислих речовин в поверхневих стічних водах міст і селищ міського типу коливається від 1100 до 4500 мг/л.

По інших характерних показниках поверхневих стічних вод, а саме: БСКповн і нафтопродуктах, концентрації коливаються відповідно від 40 до 80 мг/л і від 15 до 30 мг/л; і по цих інгредієнтах попереднє очищення поверхневих стічних вод перед подачею на БІС не потрібне.

Виходячи з викладеного, до складу автономних очисних споруд включаються відстійники і БІС.

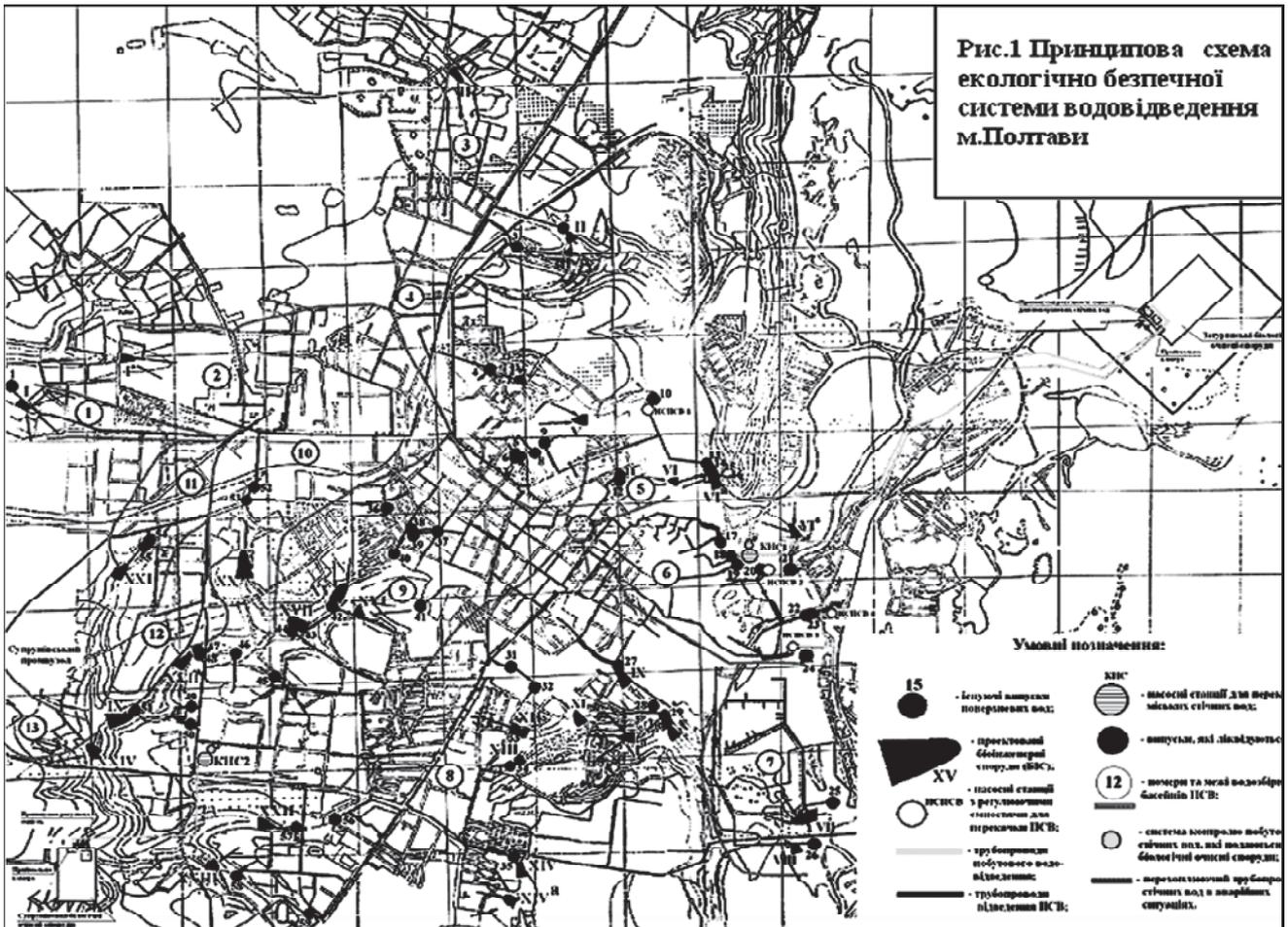
Відстійники створюються земляними, шляхом спорудження поперечних земляних дамб у водовідвідних балках і оточуючих дамб в існуючих заболочених місцевостях. Число відстійників належить приймати не менше двох за умови, що всі відстійники є робочими. За мінімальної кількості їх розрахунковий об'єм необхідно збільшувати в 1.2—1.3 рази (СНІП 2.04.03-85).

Після механічного очищення на відстійниках поверхневі стічні води піддаються очищенню на біоінженерних спорудах (БІС), на яких із стічних вод інтенсивно витягаються елементи мінерального харчування (азот, фосфор, калій), речовини органічного походження, що характеризуються показником БСК, нафтопродукти, феноли, метали (залізо, марганець, цинк мідь, хром, інш.), котрі грають важливу роль в життєдіяльності вищої повітряно-водної рослинності. БІС розраховуються на очищення поверхневих стічних вод до концентрацій речовин на виході, що не перевищують ГДК для водних об'єктів комунально-побутового водокористування.

По основних забруднюючих речовинах поверхневих стічних вод, а саме: по БСК і по нафтопродуктах, залишкові концентрації після очищення на БІС відповідно не повинні перевищувати 6 мг/л і 0,3 мг/л. По завислих речовинах концентрації після БІС не будуть перевищувати 5—6 мг/л, що значно нижче від середніх показників по вмісту завислих речовин у водотоках України.

Ураховуючи місцеві умови Полтави БІС для очищення поверхневих стічних вод можна створювати у водовідвідних балках у безпосередній близькості від відстійників.

На випуску стічних вод із відстійників споруджується розподільна камера, із якої поверхневі стічні води



до БІС будуть надходити трубопроводом, діаметр якого розраховується на годинну витрату поверхневих стічних вод, що для м. Полтава становить 20% від загального об'єму дощових вод за період тривалості дощу, рівний для Полтави 5 годинам. Розподільна камера улаштовується переливним трубопроводом, яким будуть відводитися дощові води при затяжних дощах і дощах з періодом одноразового переповнення мереж більше розрахункового. При дощах, більших від розрахункових, весь об'єм дощових вод буде піддаватися механічному очищенню у відстійниках і через переливну трубу буде зливатися у водні об'єкти. В таких ситуаціях у водних об'єктах будуть підвищені витрати води, що зведе до мінімуму негативний вплив на водні об'єкти від скидів переливних вод.

На принциповій схемі ЕБВ м. Полтава показані орієнтовні траси перехоплюючих колекторів від ліквідованих випусків, з площадками для розташування очисних споруд з використанням очисної здатності вищої водної рослинності і для розташування насосних станцій для перекачування поверхневих стічних вод 8-ми ліквідованих випусків на Затуринські очисні біологічні споруди міських стічних вод.

Очисні біологічні споруди м. Полтави — Затуринські і Супрунівські — є незахищеними перед неконтрольованими залповими скидами рідких концентрованих виробничих забруднень, внаслідок чого на деякий час може знижуватись якість очищення міських стічних вод. Для припинення цього запропоновано скоригувати схему подачі міських стічних вод на Затуринські і Суп-

рунівські очисні біоспоруди (рис. 1).

Припинення випадків порушення роботи або виведення з ладу очисних біологічних споруд досягається зміною подачі виробничих стічних вод на міські біологічні очисні споруди. Виробничі стічні води, які своїми залповими скидами можуть негативно впливати на процеси біологічного очищення, вилучаються з мереж побутового водовідведення міста і підключаються до трубопроводів відведення поверхневих стічних вод, якими вони транспортуються на біоспоруди.

Після отримання сигналів щодо наявності в трубопроводах виробничо-поверхневих стічних вод, забруднених понад вимоги біологічного способу очищення, такі виробничі стічні води на очисні біостанції не подаються, а направляються в регулюючі ємності поверхневих вод. Із регулюючої ємності виробничі стічні води безпечними дозами будуть подаватися на споруди біологічного очищення.

Через те що відведення поверхневих стічних вод закритими мережами неідеальне, чим спричиняється замулення трубопроводів, недопущення подачі на очисні біологічні комплекси міських стічних вод, які за якістю не відповідають вимогам біологічного способу очищення, можливе тільки за рахунок їх перехоплення і відведення в ємності. Перехоплені некондиційні міські стічні води направляються в ємність, що спеціально передбачається на площадці очисних біологічних споруд. Об'єм ємностей має визначатися за умов прийняття в аварійних ситуаціях міських стічних вод, які містять забруднюючі речовини, що перевищують можливості біо-

Таблиця 1. Зміна рівня забрудненості та комплексної екологічної оцінки якості води р. Ворскла в районі м. Полтава при впровадженні екологічно безпечного водовідведення

№ п/п	Показник	Екологічна оцінка якості води			
		Вище Полтави	Нижче міста перед впадінням р. Коломак	Після Затуринських ОС перед Супрунівськими	Після Супрунівських ОС
1	2	3	4	5	6
Блок показників сольового складу					
1	Мінералізація води	3* (3)**	3* (3)**	3* (3)**	3* (3)**
2	Сульфати	3* (3)**	3* (3)**	3* (3)**	3* (3)**
3	Хлориди	4* (4)**	4* (4)**	4* (4)**	4* (4)**
Індекс сольового складу (I _{сол})		3,33* (3,33)**	3,33* (3,33)**	3,33* (3,33)**	3,33* (3,33)**
Блок трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників					
4	ХПК	3* (3)**	3* (6)**	4* (7)**	4* (7)**
5	БСК ₅	5* (5)**	5* (7)**	5* (7)**	5* (7)**
6	Азот амонійний	2* (2)**	3* (5)**	3* (6)**	3* (7)**
7	Завислі речовини	3* (3)**	3* (7)**	3* (7)**	3* (7)**
8	Фосфати	4* (4)**	4* (4)**	5* (6)**	6* (7)**
9	Нітрати	1* (1)**	1* (1)**	1* (1)**	1* (1)**
10	Нітриди	4* (4)**	4* (4)**	4* (4)**	4* (4)**
Трофо-сапробіологічний індекс (I _{тр})		3,14* (3,14)**	3,29* (4,86)**	3,57* (5,43)**	3,71* (5,71)**
Блок показників специфічних речовин токсичної та радіаційної дії					
11	Нафтопродукти	3* (3)**	5* (7)**	6* (7)**	6* (7)**
Індекс специфічних речовин токсичної дії (I _{токс})		3* (3)**	5* (7)**	6* (7)**	6* (7)**
2	3	4	5	6	
Інтегральна оцінка					
Екологічний індекс якості води (I _е)		3,15* (3,15)**	3,87* (5,06)**	4,3* (5,25)**	4,35* (5,35)**
Категорія якості води		3* (3)**	4* (5)**	4* (5)**	4* (5)**

* — показники при впровадженні ЕБВ; ** — у скобках показники без впровадження ЕБВ

логічного способу очищення.

Недопущення попадання поверхневим способом ПСВ в усі водні об'єкти досягається конструктивним доповненням (парапети, бордюри, кювети і т.д.) існуючого вертикального планування прилеглих до усіх водотоків і водойм територій населених пунктів.

Для попередження захаращення дощових водовідвідних мереж необхідно перебудувати дощоприймачі. Досвід експлуатації мереж відведення атмосферних вод показав, що затримання в дощоприймачах тонучих і плаваючих домішок запобігає засміченню трубопроводів. Незасмічені трубопроводи забезпечать швидке видалення стічних вод з поверхні землі.

Для уловлювання тонучого сміття кожний дощоприймач повинен мати осадову частину висотою не менше 0,7—1,0 м. Затримання плаваючих речовин здійснюється підключенням відвідного трубопроводу до колектора з гідравлічним затвором висотою не менше 0,1 м. По м. Полтава необхідно перевлаштувати 640 дощоприймачів.

У табл. 1 показано зміну рівня забрудненості та ком-

плексної екологічної оцінки якості води р. Ворскла в районі м. Полтава при впровадженні ЕБВ.

Наведені результати (табл. 1) свідчать про реальний екологічний ефект впровадження ЕБВ в м. Полтава. Він полягає у поліпшенні якості води водного об'єкта (р. Ворскла), категорія якої поліпшилась з 5 до 4.

ВИСНОВКИ

При впровадженні в м. Полтава новітніх технологій екологічно-безпечного водовідведення:

— категорія якості води у р. Ворскла у межах міста змінилася на краще — з 5 до 4;

— отримані результати апробації інноваційних елементів методології перевлаштування водовідведення у м. Полтава свідчать про можливість їх використання як науково-технологічної основи системи інституціонального середовища в галузі екологічно-безпечного водокористування.

Література:

1. Хвесик М.А., Голян В.А., Хвесик Ю.М. Інституціональне середовище сталого водокористування в умовах ринкових відносин: національні та регіональні виміри. Монографія. — К. — "Книжкове видавництво НАУ". — 2005. — 179 с.

2. Рішення Ради національної безпеки і оборони України від 11.11.02 з питання "Про стан безпеки водних ресурсів держави та якість питної води в містах і селах України. — К. — 27 с.

3. Основні (рамкові) Директиви ЄС 2000-08-15 "Впорядкування діяльності ЄС в галузі водної політики".

4. Дмитрієва О.О., Калашніков В.О., Василенко В.П., Тертичний О.Л., Колдоба І.В. Технологічні аспекти цільової екологічної "Програми упорядкування водовідведення в населених пунктах України" // УІНСІР., 2006. — Вип. 15. — С. 103—127.

5. Данилишин Б.М., Дмитрієва О.О. Державна цільова екологічна "Програма упорядкування водовідведення в населених пунктах України" // Водоочисні технології., 2006. — №3(19). — С. 17—22.

6. Посібник до застосування водоохоронних біоінженерних споруд (БІС) для очищення немінералізованих забруднених вод сільськогосподарського виробництва України. — Харків: УкрНЦОВ., 1993. — 24 с.

7. Біоінженерні очисні споруди БІС (приклади ефективного використання керованого природного процесу самоочищення водного середовища) / А.В. Гриценко, М.А. Захарченко, І.А. Рижикова, Л.І. Яковлева. — Харків — УкрНДІЕП, 2006. — 36 с.

Стаття надійшла до редакції 30.01.2009 р.