

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg201902-197>

Available at (PDF): <http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/197>

УДК 628.1

СТВОРЕННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ВИСОКОЕФЕКТИВНИХ І РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМАХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

П.Д. Хоружий¹, докт. техн. наук, Є.М. Мацелюк², канд. техн. наук, Д.В. Чарний³, докт. техн. наук

¹ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
<http://orcid.org/0000-0002-9433-361X>; e-mail: petro1939@bigmir.net

² Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
e-mail: evgen1523@ukr.net

³ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0002-4632-0558>; e-mail: dmitrych10@gmail.com

Анотація. Науковий супровід заходів, спрямованих на забезпечення централізованим водопостачанням сільських населених пунктів, був покладений на Відділ сільськогосподарського водопостачання УкрНДПГІМ (нині ІВПіМ НААН), починаючи з 1991 р. Головним завданням цього підрозділу Інституту стала розробка науково-технічних рішень для надійного забезпечення всіх споживачів у сільській місцевості водою в потрібній кількості, належної якості та з необхідним вільним напором при мінімізації капітальних і експлуатаційних витрат, раціональному та економному витрачанні водних ресурсів і захисті довкілля від забруднення стічними водами. Одним із головних фундаментальних теоретичних питань, які потребують подальшого розвитку, є нові підходи у теорії фільтрування. Так, з часів Д.М. Мінца відбувся прорив цього напрямку. Особливо це відчувається у вітчизняних розробках, при тому що відбувся суттєвий прорив у створенні фільтрувальних матеріалів (головним чином це стосується фільтрувальних матеріалів, легших за воду, які у часи Д.М. Мінца взагалі не використовували). Так само відбувся прорив у розвитку вимірювальної апаратури і вона зараз дозволяє вимірювати електрокінетичні і розмірні характеристики колоїдів вихідної води і зерен фільтрувального завантаження, а це обумовлює можливість розглядати процес фільтрації, і особливо адсорбції колоїдів на поверхні зерен фільтрувального завантаження, вже під іншим кутом зору. Результати наукових досліджень, виконаних у лабораторії сільськогосподарського водопостачання за 28 років її існування, впроваджені на діючих локальних і групових сільськогосподарських водопроводах. Матеріали наукових досліджень опубліковані в 4-х монографіях і понад 100 статтях і тезах доповідей у вітчизняних і зарубіжних збірниках. Запропоновані рішення запатентовано у 46 патентах на винаходи. Із використанням наукових досліджень колективу лабораторії було захищено 3 докторські (Хоружий В.П., Новохатній В.Г. і Чарний Д.В.) і 14 кандидатських дисертацій.

Ключові слова: централізоване водопостачання, децентралізовані схеми, замкнені схеми водокористування, технології водопідготовки, біофільтри, теорія фільтрування.

Наведено історію формування підрозділу, результати наукових розробок, отриманих у лабораторії сільськогосподарського водопостачання і водовідведення ІВПіМ НААН за 28 років її існування, починаючи з 1991 р., та перспективу розвитку напрямку.

Вступ. Напрями, пов'язані з сільськогосподарським водопостачанням, були присутні з часів створення УкрНДПГІМ. На ту пору існували підрозділи, які забезпечували буріння водозабірних і дослідних свердловин, створення нових конструкцій свердловинних фільтрів, розробку нових типів трубопроводів, захист їх від корозії тощо. Але найбільш ефективно даний напрям почав розвиватися

після створення в 1991 р. підрозділу сільськогосподарського водопостачання. Біля витоків цього напрямку стояли відповідні фахівці і були об'єктивні причини, які обумовили необхідність створення даної структурної одиниці Інституту. Тоді була надзвичайно актуальною тема забезпечення сільських територій, куди було переміщене населення з Чорнобильської зони, централізованим водопостачанням. Керівництвом Інституту було прийняте рішення про створення підрозділу з сільськогосподарського водопостачання. Відділ був сформований на базі тих підрозділів, які вже були пов'язані з водопостачанням. Очолив даний напрямок діяльності

© П.Д. Хоружий, Є.М. Мацелюк, Д.В. Чарний, 2019

підрозділу доктор технічних наук Петро Данилович Хоружий. Також біля витоків формування цього підрозділу були кандидати технічних наук Мацелюк Є.М., Стеценко В.П., Сторчак В.А., Юрченко Л.В. та тоді ще аспіранти Муромцев Л.М. і Чарний Д.В. Задачею підрозділу була розробка наукових рішень по створенню локальних і групових сільськогосподарських водопроводів, оскільки на той час в Україні централізовані водопроводи в сільській місцевості становили лише 24% від загальної кількості, а незабезпечені водою сільські населенні пункти користувались привізною водою.

У 1996 р. підрозділ отримав назву відділу сільськогосподарського водопостачання і каналізації ІГІМ УААН, а з 2011 р. і донині – лабораторії водопостачання і водовідведення ІВПІМ НААН. Основним напрямком розробок колективу лабораторії став подальший розвиток наукових основ (засад) оптимізації систем сільськогосподарського водопостачання і водовідведення шляхом вибору найвигідніших їх технологічних схем та інтенсифікації роботи водопровідних і каналізаційних споруд.

Головним завданням діяльності лабораторії був науковий супровід процесу надійного забезпечення всіх споживачів сільської місцевості водою в потрібній кількості, належної якості та з необхідним вільним напором при мінімізації капітальних і експлуатаційних витрат, раціональному та економічному витрачанні водних ресурсів і захисті довкілля від забруднення стічними водами.

Наукові підходи:

– децентралізація процесів забору, очищення, подачі та розподілення води з поділом її на питну і технологічну;

– надійне забезпечення подачі питної води високої якості, а технологічної – невеликої вартості [1-6];

– створення замкнених систем водопостачання на підприємствах АПК з мінімальним споживанням свіжої води та використанням очищеної стічної води для технічних потреб або зрошення сільгоспкультур, а осадів – для удобрення ґрунтів;

– розробка нових технологій водопідготовки, які базуються на відтворенні інтенсифікованих чинників біогеохімічного циклу води у процесі її природнього самоочищення з метою здешевлення процесу водопідготовки і підвищення бар'єрної здатності діючих споруд;

– надійний захист територій від підтоплення інфільтраційними водами з водосховищ із використанням цих вод для сільгосподарського водопостачання та зрошення;

– оптимізація сумісної роботи всіх взаємодіючих споруд системами для мінімізації питомих витрат електроенергії для транспортування води.

Застосування технологій водопідготовки:

– затримання значної частини забруднень із крупних завислих частинок безпосередньо у джерелі водопостачання з поверхневих водойм за допомогою водозабірно-очисних споруд;

– здійснення аерації води для насичення її киснем повітря;

– застосування біохімічних процесів окиснення органічних і неорганічних речовин, що знаходяться в природних і стічних водах, за допомогою аеробних і анаеробних мікроорганізмів;

– використання сил гравітації при видаленні з води домішок шляхом стисненого їх осідання при висхідному русі води через фільтри з плаваючим завантаженням;

– використання явищ сорбції і біосорбції розчинених у воді домішок;

– проведення знезараження води для видалення з неї хвороботворних мікроорганізмів.

Способи досягнення поставленої мети:

– оптимізація конструктивних і технологічних параметрів системи для мінімізації питомих капітальних і експлуатаційних витрат при забезпеченні всіх вимог до системи;

– забезпечення надійної і довготривалої роботи всіх елементів системи водопостачання і водовідведення.

Результати наукових досліджень.

1. Децентралізовані системи групових сільськогосподарських водопроводів, групові водопроводи характеризуються такими показниками:

– мають велику протяжність водоводів для транспортування основних мас води на великі відстані від основного джерела водопостачання до віддалених населених пунктів;

– більша частина цієї води використовується об'єктами водопостачання для технічних потреб, а менша – для питних потреб;

– при транспортуванні води на великі відстані якість води внаслідок корозії трубопроводів погіршується, що призводить до необхідності її покращення при використанні для питних потреб.

Для оптимізації таких систем запропоновано здійснювати розподіл води на технічну (основну масу води) і питну за принципом: технічна вода повинна бути дешева, а питна – мати високу якість, що відповідає нормативним вимогам.

Технічна вода готується на головних спорудах групового водопроводу в обсязі,

що дорівнює сумі витрат води на технічні та питні потреби всіма водоспоживачами даного водопроводу, а питну воду отримують шляхом доочищення та знезараження технічної води в кожному населеному пункті з витратою, що споживається на питні потреби на цьому об'єкті, на додаткових водоочисних установках. Розроблено математичну модель роботи таких систем з визначенням максимальної кількості населених пунктів, яких можна підключити до групового водопроводу залежно від протяжності водопровідних ліній та загальної витрати споживаної води, а також рекомендації для вибору очисних споруд із підготовки технічної та питної води.

2. Очистка природних і доочищення стічних вод [7–10] на установках з біореакторами (БР) і контактними прояснювальними фільтрами (КПФ). Принцип роботи таких установок оснований на максимальному використанні природних механізмів в очищенні води: насичення її киснем, використання аеробних мікроорганізмів, прикріплених на нерухомих носіях, для окиснення розчинених у воді речовин з утворенням нерозчинних сполук, що під час контактної коагуляції збільшуються до крупних пластівців, здатних при висхідному русі води через плаваюче завантаження випадати в осад під дією сили тяжіння. Розроблено математичні моделі роботи БР з волокнистим фільтрувальним завантаженням і КПФ з плаваючим пінополістирольним завантаженням та рекомендації з їх проектування і експлуатації.

БР має такі функції:

- насичення води киснем;
- біохімічне окиснення домішок, присутніх у воді;
- регулювання швидкості фільтрування води на установці КПФ.

КПФ призначений для остаточного прояснення і знебарвлення води при її висхідному русі через осад, що накопичується у підфільтровому просторі (активний мул). Мінімальна і максимальна кількість цього осаду (питома трудомісткість, $\text{кг}/\text{м}^2$) визначається розрахунками залежно від якості вихідної води та швидкості її фільтрування через КПФ даної конструкції.

3. Нове вирішення науково-практичної проблеми, пов'язаної з подоланням невідповідності сучасних реагентних технологій на існуючих очисних спорудах сучасному стану джерел водопостачання та якості вихідної води. Запропоновано напрям розвитку теоретичних засад підготовки природних вод на основі процесів природного кругообігу води, який дозволив вести водопідготовку здебіль-

шого без залучення або з мінімальним використанням, за виключенням дизенфектантів, штучних реагентів.

Отримала подальшого розвитку теорія інтенсифікації абіотичних і біотичних процесів деманганції природних вод, створено нові технології і технічні засоби деманганції, знезалізнення і затримання фітопланктону з одночасною контактною коагуляцією за рахунок інтенсифікації біотичних і абіотичних процесів, оптимізації порядку їх проходження порівняно з їх природним циклом і максимальним використанням існуючих очисних споруд.

Розроблені на цих засадах технології впроваджені на діючих об'єктах водопідготовки в Київській, Житомирській, Полтавській, Чернігівській, Черкаській, Сумській областях. Вони забезпечили нормативну якість води з одночасним зменшенням як експлуатаційних витрат, так і антропогенного навантаження на навколишнє середовище в процесі водопідготовки.

4. Замкнені системи водокористування на підприємствах АПК.

Такі системи призначені для економного і раціонального використання водних ресурсів, мінімізації їх забору із природних водних джерел та захисту їх від забруднення неочищеними стічними водами. У таких системах вода, що подається на підприємства АПК, поділяється на технічну та питну. Технічна вода призначена для технічного водопостачання на даному підприємстві та зрошення сільгоспкультур, а питну воду отримують при доочищенні та знезараженні технічної води. Оскільки підприємства АПК розташовані переважно в сільській місцевості, а їх стічні води не токсичні та мають велику кількість органічних домішок, то для очищення таких вод рекомендується застосовувати біологічні методи, що здійснюються в природних умовах (поля фільтрації, поля зрошення, біоставки), або за допомогою установок з БР і КПФ.

Осад, що утворюється при очищенні таких стічних вод, доцільно використовувати як добрива для підживлення сільгоспкультур.

У таких системах невикористана технічна вода повертається на підприємство для технічних потреб, а її поповнення здійснюють із природного водного джерела.

Розроблено рекомендації з проектування і експлуатації всіх споруд такої системи водокористування.

5. Системи забору та використання інфільтраційних вод з водосховищ Дніпровського каскаду.

Для захисту прилеглих територій від підтоплення інфільтраційними водами з Дніпровських водосховищ, рівень води в яких перевищує відмітку поверхні землі навколишніх територій, застосовують проти-фільтраційні зависи (ПФЗ), серед яких використовують вертикальний дренаж із відкачуванням води з дренажних свердловин різними способами.

Для зменшення будівельних та експлуатаційних витрат у таких ПФЗ було запропоновано відкачувати воду з дренажних свердловин вакуумним способом, а для забезпечення однакової глибини зниження рівня води в усіх свердловинах застосувати різну глибину свердловин у різні відстані їх між собою.

Розроблена математична модель роботи такої ПФЗ та запропонована методика розрахунку всіх елементів водозабірної-водопровідної системи.

Зібрану у водоприймальному колодязі воду доцільно використовувати в системах сільськогосподарського водопостачання та зрошення.

6. Забезпечення надійності та економічності роботи водопровідних і каналізаційних споруд.

Системи водопостачання та водовідведення повинні мати високі економічні показники (найменшу будівельну вартість і річні експлуатаційні витрати) при забезпеченні надійної та безперебійної їх роботи протягом тривалого часу.

Для забезпечення цих вимог розроблена методика вибору економічно найвигідніших діаметрів труб та необхідної кількості переключень між ділянками водоводу для забезпечення розрахункової надійності транспортування води, а також методика підбору відцентрових насосів і вибору оптимальних режимів сумісної роботи всіх взаємодіючих елементів системи при різних режимах водоспоживання для мінімізації питомих витрат електроенергії для водопостачання та водовідведення.

Перспективи. Одним із головних фундаментальних теоретичних питань, які потребують подальшого розвитку, є нові підходи у теорії фільтрування. Так, з часів Д.М. Мінца відбувся застій цього напрямку. Особливо це відчувається у вітчизняних розробках, при

тому що відбувся суттєвий прорив у створенні фільтрувальних матеріалів (головним чином це стосується фільтрувальних матеріалів, легших за воду, які у часи Д.М. Мінца взагалі не використовували). Так само відбувся прорив у розвитку вимірювальної апаратури і вона зараз дозволяє вимірювати електрокінетичні і розмірні характеристики колоїдів вихідної води і зерен фільтрувального завантаження, а це обумовлює можливість розглядати процес фільтрації і особливо адсорбції колоїдів на поверхні зерен фільтрувального завантаження вже під іншим кутом зору.

Висновки. Результати наукових досліджень, виконаних у лабораторії сільськогосподарського водопостачання за 28 років її існування, впроваджені на діючих локальних і групових сільськогосподарських водопроводах. Зокрема, при водозаборі із поверхневих джерел це Кілійський груповий водопровід та система водопостачання для с. Приморське в Одеській області. Безреагентні технології одночасного очищення підземних вод від понаднормативних концентрацій заліза, марганцю, сірководню тощо були впроваджені на багатьох об'єктах України, найбільш повне впровадження відбулося на станції підготовки води м. Узин Київської обл. і станціях очищення підземних вод Червонослобідського спиртового заводу с. Червона Слобода Макарівського району Київської області. Розроблено і впроваджено інфільтраційні системи локального покращення якості поверхневих вод. Впровадження відбулося на водозаборі м. Горішні Плавні Полтавської обл. Також розроблено і впроваджено низку конструкцій комбінованих споруд, які поєднують у собі відстійники з шаром зваженого осаду, попередні фільтри і контактні прояснювачі.

Матеріали наукових досліджень опубліковані в 4-х монографіях і понад 100 статтях і тезах доповідей у вітчизняних і зарубіжних збірниках.

Запропоновані рішення запатентовано в 46 патентах на винаходи.

Із використанням наукових досліджень колективу лабораторії було захищено 3 докторські (Хоружий В.П., Новохатній В.Г. і Чарний Д.В.) і 14 кандидатських дисертацій.

Бібліографія

1. Сериков Л. В., Шиян Л. Н., Тропина Е. А. Коллоидно-химические свойства соединений железа в природных водах // Известия Томского политехнического университета. Вып. 316, № 3. С. 28–33.
2. Ghernaout D. Controlling coagulation process: from zeta potential to streaming potential. American Journal of Environmental Protection. 2015. Vol. 4. № 5. P. 16–27.

3. Holmes M. Zeta potential measurement for water treatment coagulation control. Conference: Oz Water 2015. At: Adelaide, Australia. 2015. P. 8.
4. Adamczyk Z. Role of electrostatic interactions in particle adsorption. *Advances in Colloid and Interface Science*. 1996. Vol. 63. P. 41–149.
5. Morfesis A. Role of zeta (ζ) potential in the optimization of water treatment facility operations. *Industrial & Engineering Chemistry Research*. 2009. Vol. 48. № 5. P. 2305–2308.
6. Nobbmann U. The role of zeta potential in the optimization of water treatment. *NSTI-Nanotech 2010*. 2010. Vol. 3. P. 605–607.
7. Журба М.Г. Водочистные фильтры с плавающей загрузкой. Москва : 2011. 536 с.
8. Чарний Д.В. Розвиток теоретичних засад і удосконалення технологій очищення природних вод в системах сільськогосподарського водопостачання : дис. ... докт. техн. наук : 06.01.02 / Інститут водних проблем і меліорації НААН. Київ, 2017. 302 с.
9. Awet T.T. Effects of polystyrene nanoparticles on the microbiota and functional diversity of enzymes in soil. *Environmental Sciences Europe*. 2018. Vol. 30. № 1.
10. Орлов В.О. Водочисні фільтри із зернистою засипкою. Рівне : НУВГП, 2005. 163 с.

References

1. Serykov, L.V., Shyian L.N., & Tropyina E.A. (2010). Kolloidno-khimicheskiye svoystva soyedineniy zheleza v prirodnykh vodakh [Colloid-chemical properties of iron compounds in natural waters]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta - News of Tomsk Polytechnic University*, 316(3), 28–33. [in Russian].
2. Ghernaout, D. (2015). Controlling Coagulation Process: From Zeta Potential to Streaming Potential. *American Journal of Environmental Protection*, 4(5), 16–27. <https://doi.org/10.11648/j.ajeps.s.2015040501.12>
3. Holmes, M., Reeve, P., Pestana, C., Chow, C., Newcombe, G., West, J., & Water, S. (2015). Zeta potential measurement for water treatment coagulation control. Conference: Oz Water 2015. Adelaide, Australia, 8.
4. Adamczyk, Z., & Warszyński, P. (1996). Role of electrostatic interactions in particle adsorption. *Advances in Colloid and Interface Science*, 63, 41–149. [https://doi.org/10.1016/0001-8686\(95\)00281-2](https://doi.org/10.1016/0001-8686(95)00281-2).
5. Morfesis, A., Jacobson, A.M., Frollini, R., Helgeson, M., Billica, J., & Gertig, K.R. (2009). Role of Zeta (ζ) Potential in the Optimization of Water Treatment Facility Operations. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 48(5), 2305–2308. <https://doi.org/10.1021/ie800524x>.
6. Nobbmann, U., Morfesis, A., Billica, J., & Gertig, K. (2010). The Role of Zeta Potential in the Optimization of Water Treatment. 3, 605–607.
7. Zhurba, M.H. (2011). Vodoochistnyye fil'try s plavayushchey zagruzkoj [Water purification filters with floating load]. Moscow [in Russian].
8. Charny, D.V. (2017). Rozvytok teoretychnykh zasad i udoskonalennya tekhnolohiy ochyshchennya pryrodnykh vod v systemakh sil's'kohospodars'koho vodopostachannya [Development of theoretical principles and improvement of natural water treatment technology in agricultural water supply systems]. Doctor's thesis. Kyiv: Instytut vodnykh problem i melioratsiyi NAAN. [in Ukrainian].
9. Awet, T.T., Kohl, Y., Meier, F., Straskraba, S., Grün, A.-L., Ruf, T., ... Emmerling, C. (2018). Effects of polystyrene nanoparticles on the microbiota and functional diversity of enzymes in soil. *Environmental Sciences Europe*, 30(1). <https://doi.org/10.1186/s12302-018-0140-6>.
10. Orlov, V.O. (2005). Vodoochysni fil'try iz zemystoyu zasypkoyu. [Water-purifying filters with granular filler]. Rivne: NUVHP. [in Ukrainian].

П.Д. Хоружий, Е.М. Мацелюк, Д.В. Чарний

Создание и внедрение высокоэффективных и ресурсосберегающих технологий в системах сельскохозяйственного водоснабжения и водоотведения

Аннотация. Научное сопровождение мероприятий, направленных на обеспечение централизованным водоснабжением сельских населенных пунктов, было возложено на Отдел сельскохозяйственного водоснабжения УкрНИИГиМ (ныне ИВПиМНААН), начиная с 1991 года. Главной задачей этого подразделения Института стала разработка научно-технических решений для надежного обеспечения всех потребителей в сельской местности водой в нужном количестве, надлежащего качества и с необходимым свободным напором при минимизации капитальных и эксплуатационных затрат, рациональном и экономном расходовании водных ресурсов и защите окружающей среды от загрязнения сточными водами. Одним из главных фундаментальных теоретических

вопросов, требующих дальнейшего развития, являются новые подходы в теории фильтрации. Так, со времен Д.М. Минца состоялся застой этого направления. Особенно это чувствуется в отечественных разработках, при том что произошел существенный прорыв в создании фильтрующих материалов (главным образом это касается фильтрующих материалов, которые легче воды, во времена Д.М. Минца их вообще не использовали). Также произошел прорыв в развитии измерительной аппаратуры и она сейчас позволяет измерять электрокинетические и размерные характеристики коллоидов исходной воды и зерен фильтрующей загрузки, а это обуславливает возможность рассматривать процесс фильтрации и особенно адсорбции коллоидов на поверхности зерен фильтрующей загрузки уже под другим углом. Результаты научных исследований, выполненных в лаборатории сельскохозяйственного водоснабжения за 28 лет ее существования, внедрены на действующих локальных и групповых сельскохозяйственных водопроводах. Материалы научных исследований опубликованы в 4-х монографиях и более 100 статьях и тезисах докладов в отечественных и зарубежных сборниках. Предлагаемые решения запатентованы в 46 патентах на изобретения. С использованием научных исследований коллектива лаборатории были защищены 3 докторских (Хоружий В.П., Новохатний В.Г. и Чарный Д.В.) и 14 кандидатских диссертаций.

Ключевые слова: централизованное водоснабжение, децентрализованные схемы, замкнутые схемы водопользования, технологии водоподготовки, биофильтры, теория фильтрации.

P.D. Khoruzhyi, E.M. Matseliuk, D.V. Charnyi

Development and implementation of high-efficiency and resource-saving technologies for agricultural water supply and wastewater disposal

Abstract. Scientific support for measures aimed at providing centralized water supply to rural settlements has been entrusted to the Department of Agricultural Water Supply of UkrNIIGiM (now the Institute of Water Problems and Land Reclamation of NAAS) since 1991. The main task of this department of the institute was to develop scientific and technical solutions for reliable supply of all consumers in rural areas with water in the required quantity, of the proper quality and with the necessary free pressure while minimizing capital and operating costs, rational and economical use of water resources and environmental protection from pollution by the wastewaters. One of the main fundamental theoretical questions that need further development is new approaches to filtering theory. Since the time of D.M. Mintz this research direction have been stagnated. This is especially felt in domestic developments, despite the fact that there has been a significant breakthrough in the creation of filter materials (mainly in the case of filter materials that are lighter than water, which were not used at the time of D.M. Mintz). A breakthrough in the development of measuring apparatus has also taken place, and it now allows measuring the electrokinetic and dimensional characteristics of colloids in water source and filter loading grains, which makes it possible to consider the filtration process and especially the adsorption of colloids on the surface of filter loading grains from a different angle. The results of scientific researches carried out in the laboratory of agricultural water supply for 28 years of its existence, and were implemented at the existing local and group agricultural water supply systems. Materials of scientific researchers are published in 4 monographs and more than 100 articles and conference materials in domestic and foreign scientific journals. The proposed solutions are patented in 46 patents for inventions. Using the research of the laboratory staff, 3 doctoral dissertations (V.P. Khoruzhyi, V.G. Novokhatnii and D.V. Charnyi) and 14 PhD theses were defended.

Key words: centralized water supply, decentralized schemes, closed schemes of water use, water treatment technologies, biofilters, filtering theory.