

УДК 602.44:615.33(045)

DOI: 10.18372/2310-5461.37.12375

О. О. Вовк, д-р техн. наук, проф.
Національний авіаційний університет
orcid.org/0000-0002-7531-9847;

С. В. Бойченко, д-р техн. наук, проф.
Жешувський політехнічний університет
orcid.org/0000-0002-1196-3852
e-mail: chemmotology@ukr.net

С. Й. Шаманський, канд. техн. наук, доц.
Національний авіаційний університет

М. С. Бойченко, аспірант
КПІ ім. Ігоря Сікорського
orcid.org/0000-0003-0372-4664
e-mail: mariaboichenko@ukr.net

В. А. Гладишева, аспірант
Національний авіаційний університет

ПЕРСПЕКТИВИ МІКРОБІОЛОГІЧНОГО СПОСОБУ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД БІОРЕЗИСТЕНТНОЇ ФАРМАЦЕВТИЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Вступ

На підставі змістовного абстрагування та узагальнення, виконаного у попередніх працях, обґрунтовано єдність та взаємозалежність фармацевтичної та екологічної безпеки у суспільстві внаслідок значного несприятливого впливу фармацевтичних відходів (ФВ) на екологічну систему «людина — фармацевтична продукція (ФП) — навколишнє середовище». Розуміння негативного впливу ФВ на довкілля внаслідок нецивілізованої антропогенної діяльності у сфері поводження з ФВ, як причина проблеми, формує необхідність розроблення інноваційних методологічних інструментів підвищення екологічної безпеки під час виробництва та застосування ФП. Актуальним питанням на сьогодні залишається техногенне навантаження на водні об'єкти з боку промисловості та комунальних підприємств.

За даними ЮНЕСКО 80 % усіх захворювань пов'язане з якістю питної води. Особливої уваги викликає забруднення водних об'єктів ФП, виявлення їх присутності, складу, розподілу, біодеградації, способів моніторингу, попередження забруднення та видалення залишків різноманітних лікарських засобів (ЛЗ). Дані біорезистентні сполуки можна віднести до групи ксенобіотиків. Вони важко піддаються біологічній деструкції та накопичуються у навколишньому середовищі.

Навіть незначні їх концентрації у воді (10^{-6} – 10^{-9} г/л) негативно впливають на водну флору та фауну, а також на здоров'я людини під час водокористування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз останніх публікацій у науковій літературі, а також дослідження практичної діяльності надають усі підстави стверджувати, що у контексті забезпечення фармацевтичної та екологічної безпеки особливо актуальним завданням на сьогодні є питання безпеки системи «людина — ФП — навколишнє середовище». Сьогодні численні дослідження [1–16] доводять украй негативний вплив на водні об'єкти незначної кількості ЛЗ, що надходять до них зі стічними водами. Встановлено групи препаратів, що слабо розчиняються у воді: протизапальні, знеболюючі засоби, антибіотики, гормони, ліки, що знижують вміст холестерину. Вони слабо піддаються біодеструкції і, проходячи через очисні споруди без змін, потрапляють у природні води.

В аптеках і лікарнях широко практикують багаторазове розведення і скидання в міську каналізацію неякісних ін'єкційних форм препаратів 2-го і 3-го класів небезпеки. А їх розкладання на очисних спорудах становить близько 68 %.

Виклад основного матеріалу

Об'єктом дослідження є очищення стічних вод у сфері обігу ФП. Відповідно **предметом** дослідження — способи очищення стічних вод від біорезистентної ФП.

На підставі виконаного у праці [1] причинно-наслідкового аналізу підтверджено актуальність та нагальність вирішення проблеми негативного

впливу на водні об'єкти ЛЗ, що надходять в них зі стічними водами.

Як бачимо з рис. 1 [1], на кожній ланці життєвого циклу ФП надходить до стічних вод. Аналіз літературних джерел [17–20] дозволяє сформулювати висновок про те, що у складі стічних вод виявляють групи біорезистентних препаратів у мікрокількостях, що слабо розчиняються у воді (ксенобіотики). Це протизапальні, знеболюючі засоби, антибіотики, наркотичні засоби, гормони, ліки, що знижують вміст холестерину тощо. Ці речовини слабо піддаються біодеструкції і, проходячи через очисні споруди без змін, потрапляють у природні води. Навіть у невеликих кількостях чинять значний негативний вплив на водні об'єкти.

У багатьох країнах світу ЛЗ були виявлені в стічних водах, що надходять на міські очисні споруди [1–25]. У процесі очищення стічних вод ЛЗ видаляються неефективно й при надходженні в природні водні джерела можуть негативно впливати на стан живих організмів.

Аналіз літературних джерел [4–25] показує, що склад стічних вод надто складний та визначити якісний та кількісний склад речовин дуже

важко. Відповідно, завдання очистити такі стічні води досить складне. Сучасні способи очищення питної води відрізняються різноманітністю, від майже безкоштовних до високотехнологічних і дорогих. Це в основному механічні, хімічні, фізико-хімічні та біологічні способи (рис. 1) [12, 29–31]. Досягнення людства у цій сфері досить вичерпно описані у працях [29–31].

Сучасні світові дослідження в другій половині ХХ ст. показали можливість і доцільність застосування біохімічних методів для очищення фармацевтичних стоків (табл. 1, рис. 2). Ефективність біохімічного очищення на самих сучасних установках становить 90 % за органічними речовинами та лише 20–40 % — за неорганічними. Не можуть бути очищеними води, що містять понад 1000 мг/л фенолів, 300–500 мг/л спиртів, 25 мг/л нафтопродуктів. Як бачимо з табл. 1, біологічне очищення характеризується найвищим ступенем видалення (до 99 %). Створення ефективних апаратів і споруд з біологічного очищення, що працюють в таких умовах — перспективний напрям у технології очищення стічних вод у всьому світі. Одними з таких споруд є мембранні біореактори (МБР) [33].

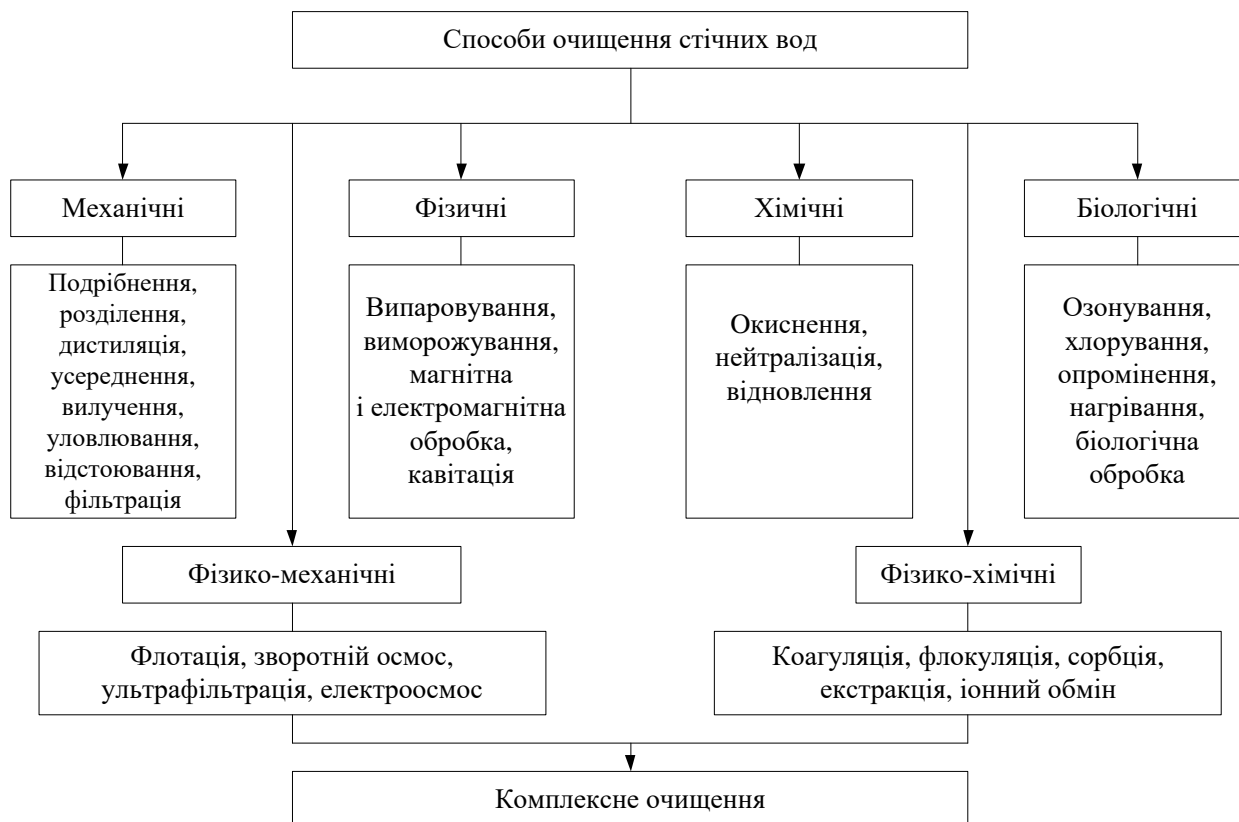


Рис. 1. Традиційна класифікація способів очищення стічних вод [29,30]

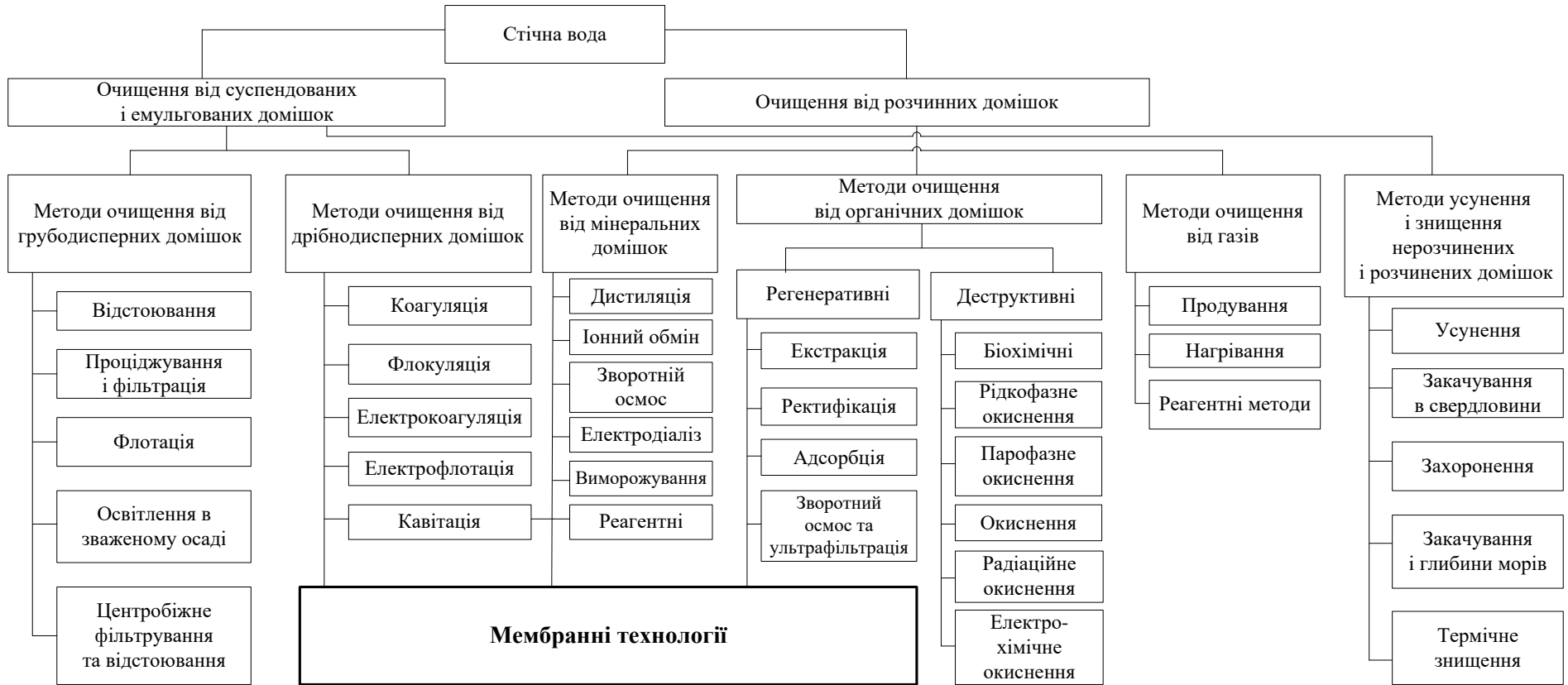


Рис. 2. Удосконалена класифікація методів очищення стічних вод

Таблиця 1

Порівняльна характеристика очищення стічних вод різними методами [17–33]

Метод очищення	Ступінь видалення (%)			Об'єм отриманого мулу (% об'єму стічних вод)
	Зважені тверді речовини	Біологічне споживання кисню (БСК)	Бактерії	
Первинне очищення				
Відстій	40–95	30–35	40–75	0,1–0,5
Хімічне осідання	75–95	60–80	80–90	0,5–1,0
Зливання очищених стічних вод	35–80	25–65	40–75	0,025–0,05
Вторинне очищення				
Крапельна фільтрація	20–80	60–90	70–85	0,1–0,5
Оброблення активним ілом	70–97	70–96	95–99	1,0–2,0

Історичний екскурс у розвиток мембранних технологій очищення стічних вод свідчить, що мембрани знайшли своє місце ще на початку 1990-х років. Традиційно мембрани для очищення стічних вод застосовуються:

– у мембранних біореакторах (являють собою апарати під тиском або заглиблені мембранні модулі під вакуумом) для відділення очищеної води від активного мулу і доочищення очищеної води від зважених частинок;

– під час повторного використання та оборотного водопостачання для видалення зважених речовин і зниження загального солемісту в біологічно очищеній воді).

Мембранні технології можуть застосовуватися самостійно або в комбінації з традиційними технологіями.

Вибір процесу заснований на вивченні складу стічних вод і вимог до очищеної води та продуктивності системи, а також на експлуатаційних вимогах і специфічних потребах кожного об'єкта.

Порівняння параметрів роботи мембранного біореактора зі звичайним біологічним очищенням представлено в табл. 2, 3, 4 [33]. Як видно з цих таблиць, мембрани забезпечують рівень якості очищеної води, що перевищує якість, що отримується традиційними процесами.

Таблиця 2

Порівняльна характеристика параметрів роботи мембранного біореактора зі звичайним біологічним очищенням [33]

Параметр очищеної води, мг/л	Мембранний біореактор	Традиційна технологія
БПК ₅	< 0,4	10–30
Зважені речовини	< 0,4	10–30
Мутність	< 0,1	10–20
NH ₃ -N	< 0,5	< 5
Загальний азот	< 5	< 10
Загальний фосфор	< 0,2	< 1

Таблиця 3

Порівняння традиційної технології очищення стічних вод і новітньої технології Microza-МБР

Технологія очищення стоків		Традиційна	Microza МБР
Еволюція		XIX ст. — сформувалась	Кінець XX-го ст. — розвивається
Порівняно	Кількість ступеней	Велике	Невелике
	Габарити	Великі	Незначні
	Обслуговування	Трудомістке	Автоматизоване
	Ступінь очищення води	БПК зважені речовини мутність < 15 мг·О/л < 15 мг/л-	< 3 мг·О/л не виявляються < 3 мг/л
Витрати		Приблизно однакові. Але Microza МБР дешевше: ефект масштаба виробництва та удосконалення	

Таблиця 4

Порівняльна характеристика технологій водоочищення для різних джерел води [33]

Джерело води	Основні характеристики	Рекомендована традиційна обробка	Альтернативна мембранна обробка	
Річка	Зважені речовини > 100 мг / л	Освітлювач + піщаний (зернистий) фільтр	Мікрофільтрація	
	Зважені речовини 50–100 мг/л	Освітлювач + піщаний фільтр	Мікрофільтрація або ультрафільтрація	
	Зважені речовини < 50 мг/л	Багатошаровий фільтр		
Озеро або великий ставок	Жорстка вода + загальний органічний вуглець	Інтенсивна коагуляція + пом'якшення вапном + освітлювач + піщаний фільтр	Інтенсивна коагуляція + мікрофільтрація	
	Зважені речовини > 100 мг / л	Інтенсивна коагуляція + освітлювач + піщаний фільтр		
	Зважені речовини 50–100 мг/л	Коагуляція + освітлювач + зернистий фільтр	Мікрофільтрація або ультрафільтрація	
	Зважені речовини < 50 мг/л	Коагуляція + зернистий фільтр		
Свердловина	Залізо + магній	Greensand Filter	Мікрофільтрація	
	Жорсткість	Фільтр + пом'якшення	Мікрофільтрація + нанофільтрація	
	Зважені речовини > 10 мг/л	Зернистий фільтр	Мікрофільтрація або ультрафільтрація	
	Зважені речовини 5–10 мг/л			
	Зважені речовини < 5 мг/л	Подвійний картриджний фільтр		
Морська океанська вода	Зважені речовини > 100 мг/л	Освітлювач + зернистий фільтр + знесолення		Мікрофільтрація + зворотний осмос
	Зважені речовини 50–100 мг / л	Освітлювач + зернистий фільтр + знесолення		
	Зважені речовини < 50 мг/л	Двошаровий фільтр + знесолення		
Ультрарізна вода (UPW)	Вимоги – опір 18 МОм·см	Фільтр зі змішаним завантаженням	Електродеіонізація	
Стічні води	Усі характеристики стічних вод	Повна біологічна очистка з активним мулом	Мембранний біореактор	
Доочищення	Усі характеристики	Коагуляція + зернистий фільтр	Мікрофільтрація або ультрафільтрація	

Сучасну надійність і довговічність мембран доводить той факт, що на початку 90-х років минулого століття гарантований термін експлуатації мембран становив не більше трьох років. А сучасні виробники надають як мінімум 5-річну гарантію, а деякі навіть 8–10 років.

Одна з головних характеристик мембранної технології — здатність мембран видаляти патогенні мікроорганізми, забезпечуючи одночасно дезинфекцію стічних вод. Так, наприклад, якщо в 1 г твердого побутового сміття міститься від 0,1 до 1 млрд мікроорганізмів, то в ФВ — 200–300

млрд. При цьому серед них є більш патогенні та стійкі види інфекцій [33].

Створена автором [33] таблиця може слугувати керівництвом для вибору мембранного процесу з різною метою (табл. 3).

Забезпечення високоефективними мембранами стабільно високої якості має вирішальне значення для ефективності технологій мембранної фільтрації [12, 27–37]. На сьогодні в МБР, призначених для водоочисних споруд, використовуються два основні типи модулів — на базі половолоконних та плоских мембран.

Як комбінована технологія мембранний біореактор поєднує процеси мікрофільтрації та ультрафільтрації, а також процес аеробного біологічного очищення стічних вод (рис. 3) [12, 27–37]. Мембрани в МБР використовуються не для видалення вихідних забруднень, а для затримання біомаси, що утворюється в біореакторі (аеротенки). Використання мікро- або ультрафільтра-

ційних мембран на стадії біологічного очищення в складі мембранних біореакторів виключає винесення мікроорганізмів з системи, створюючи умови для багаторазового збільшення концентрації активної біомаси, автоселекції та адаптації мікроорганізмів. Це дозволяє відмовитися від ступенів відстоювання та фільтрування в існуючих схемах обробки стічних вод.

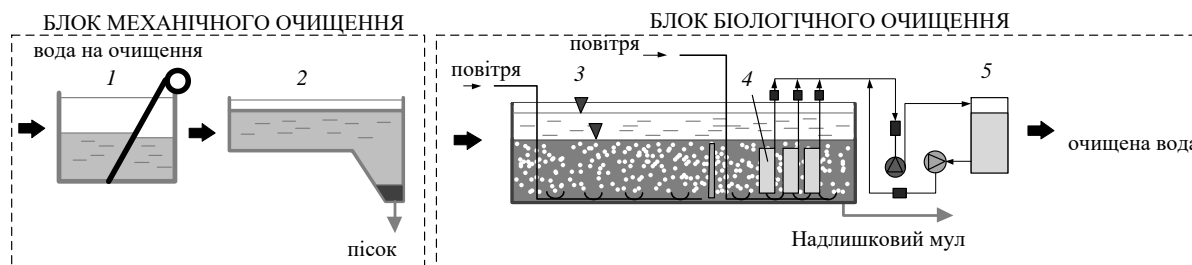


Рис. 3. Узагальнена технологічна схема мембранного очищення води:

1 — решітки; 2 — пісковловлювач; 3 — аеротенк;
4 — блок мембранної фільтрації; 5 — смкості очищеної води

Висновки

Таким чином, використовуючи комплекс теоретичних методів наукового пізнання — системний аналіз, узагальнення, класифікація та аналогія, перспективи використання мікробіологічного очищення стічних вод від біорезистентної ФП полягають у такому:

1. Серед безлічі існуючих механічних, хімічних, фізико-хімічних і біологічних способів біологічне очищення характеризується найвищим ступенем видалення (до 99 %).

2. Враховуючи складність біодеструкції ФП, біосорбційно-мембранні методи надають можливість ефективного використання сучасних біотехнологій в області очищення стічних вод і глибокого видалення біорезистентних ксенобіотиків антропогенного характеру під час виробництва та використання ФП зі складу стічних вод.

3. Оскільки пори мембран мають менший розмір аніж розмір клітин мікроорганізмів, у МБР відбувається часткове знезаражування води. Ефективність видалення бактерій та вірусів становить 99 %.

4. Застосування МБР дозволяє отримати якість очищеної води, що відповідає вимогам СанПіН. Унаслідок того, що розмір пор ультра- та мікрофільтраційних мембран у кілька разів менший від розміру клітин бактерій та інших організмів активного мулу, виключено винесення мулу з профільтрованою водою. Це є вагомою експлуатаційною відмінністю від вторинного відстоювання, де винесення мулу з профільтрованою водою є головною проблемою експлуатації.

5. Застосування МБР в технологічних схемах водопідготовки дозволить істотно скоротити

кількість реагентів через видалення забруднень на мембранах, відмовитися від використання етапу глибокого очищення для видалення біорезистентних ксенобіотиків антропогенного характеру.

Відмова від гравітаційного осадження дозволяє збільшити кількість мулу. У традиційному аеротенку кількість мулу становить 3 г/л, а в МБР — 8–30 г/л. Це дає змогу досягти значної окиснювальної здатності, що забезпечує очищувати більш концентровані стічні води. А висока окиснювальна здатність забезпечує зменшити термін зберігання води у споруді, що, у свою чергу, дозволяє зменшити загальну площу споруди (у 2–4 рази порівняно з системою «аеротенк—вторинний відстійник»).

Головним узагальненим висновком цієї праці є те, що дозволяє стверджувати, що перспективи мікробіологічного способу очищення стічних вод від біорезистентної ФП є достатньо оптимістичними та обґрунтованими. Для очищення вод від такого типу ксеобіотиків більшої перспективи мають комплексні способи — поєднання мікробіологічного та мембранного способів (мембранні біореактори).

ЛІТЕРАТУРА

1. **Вовк О. О., Бойченко М. С.** Причинно-наслідковий аналіз стану екологічної безпеки під час виробництва та використання фармацевтичної продукції // Наукоємні технології. — 2017. — Т. 33. — № 1. — С. 71–77,
DOI: 10.18372/2310-5461.33.11562 (ukr).

2. **Вовк О. О., Бойченко М. С., Матвєєва І. В., Жук О. В., Бойченко С. В.** Бактеріофаги: нова парадигма та переваги перед антибіотиками у

лікувально-профілактичних цілях // Наукоємні технології. — 2017. — Т. 34. — № 2. — С. 150–157, DOI: 10.18372/2310-5461.34.11613 (ukr).

3. **Лейда Казимир**. Екологістика, утилізація та рециклінг транспортних засобів: тенденції та перспективи розвитку / Казимир Лейда, С. В. Бойченко, О. В. Іванченко // Наукоємні технології. — № 2 (30). — 2016. — С. 221–227, DOI: 10.18372/2310-5461.30.10568 (ukr).

4. Управління навколишнім середовищем. Оцінка життєвого циклу. Певна мета, сфера дослідження і інвентаризаційний аналіз: ISO 14041-2000 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.intrans.gov.ua/uk/mtzu_decrees/print/625.html.

5. Управління навколишнім середовищем. Оцінювання екологічної ефективності. Загальні вимоги: ISO 14031-2001 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : http://www.mintrans.gov.ua/uk/mtzu_decrees/print/625.html.

6. Official website of the World health organization. URL: http://www.who.int/water_sanitation_health/health/einergering/info_sliet_pliannaceuticals/ni.

7. **Deziel Nicole**. Pharmaceuticals in Wastewater Treatment Plant Effluent Waters / Nicole Deziel // Scholarly Horizons: University of Minnesota, Morris Undergraduate Journal, Vol. 1 [2014], Iss. 2, Art. 12. — P. 1–20.

8. **Ермакович И. А.** Загрязнение муниципальных вод фармацевтическими препаратами и их производными / И. А. Ермакович, Н. Н. Самойленко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2013. — № 64. — С. 8–11.

9. **Ермакович І. А.** Підвищення екологічної безпеки водних об'єктів запобіганням їх забруднення фармацевтичними препаратами / І. А. Ермакович, Н. М. Самойленко // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — Вінниця: Вінницький національний технічний університет. — 2015. — Вип. 5. — С. 26–29.

10. **Buser H-R**. Occurrence of the pharmaceutical drug clofibrilic acid and the herbicide mecoprop in various Swiss Lakes and in the North Sea / H-R Buser, M.D. Müller, N. Theobald // Environ. Sci. Technol. 1998. Vol. 32. № 1. — P. 188–192.

11. **Chelliapan S**. Performance of an up-flow anaerobic stage reactor (UASR) in the treatment of pharmaceutical wastewater containing macrolide antibiotics / S. Chelliapan, T. Wilby, P. J. Sallis // Water Res, 2006. — № 40. — P. 507–516.

11. **Holm J. V**. Occurrence and distribution of pharmaceutical organic compounds in the groundwater downgradient of a landfill (Grinsted, Denmark) / J. V. Holm, K. Rügge, P. L. Bjerg et al. // Environ. Sci. Technol. 1995. Vol. 29, № 5. — P. 1415–1420.

12. Ресурсосберегающие технологии очистки сточных вод: монография / С. С. Душкин, А. Н. Коваленко, М. В. Дегтярь, Т. А. Шевченко. — Х. : ХНАГХ, 2011. — 146 с.

13. **Салманов Айдин**. Медичні відходи: рекомендації ВООЗ // Журнал головної медичної сестри. — 2015. — № 4. — С. 14–26.

14. **Пузанова І. П.** Пошук нових методів поводження з фармацевтичними відходами / І. П. Пузанова // Управління якістю в фармації: Матеріали VIII Науково-практичної конференції, 23 травня 2014 р., Харків. — Х. : Вид-во НФаУ, 2014. — С. 114.

15. **Проданчук М. Г., Пovyакель Л. І., Бобильова О. О., Бережнов С. П.** Класифікація медичних відходів з урахуванням факторів небезпеки в проекті ДСанПіН «Правила поводження з медичними відходами» // Сучасні проблеми токсикології. — 2012. — № 1. — С. 57–68.

16. **Громовик Б. П.** Екогемологічні проблеми фармацевтичної галузі з погляду логістики / Б. П. Громовик // Фармацевтичний журнал. — № 4. — 2001. — С. 15–22.

17. **Саблій Л. А.** Фізико-хімічне та біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод: автореф. дис. на здобуття наук, ступеня докт. техн. наук / Л. А. Саблій. — К., 2011. — 40 с.

18. **Мащенко З. Е.** Биодegradация цефтриаксона в процессе биологической очистки сточных вод / З. Е. Мащенко, Р. В. Шафигулин, И. Ф. Шаталаев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — Том 13. — №1(8), 2011. — С. 2070–2072.

19. **Мащенко З. Е., Маслова Е. В., Шаталаев П. Ф., Расцветова Н. В., Косарева А. А.** Влияние ампициллина на состав и активность молекулярных форм малатдегидрогеназы активного ила // The Journal of scientific articles «Health and Education Millennium». — 2017. — Vol. 19. — № 1. — С. 119–122.

20. **Оліферчук В. П., Гурла У. Р., Сенюк О. Р., Ходзінськ А. І.** Застосування мікроміцетів для очищення стічних вод за допомогою біоконвеєра // Науковий вісник НЛТУ України. — 2008. — Вип. 183. — С. 22–29.

21. **Ермакович І. А., Самойленко Н. М., Смирнова С. О.** Зниження антропогенного впливу на водні об'єкти за рахунок проведення електрохімічної деструкції фармацевтичних речовин в стічних водах // Системи обробки інформації. — 2015. — Вип. 11 (136). — С. 196–198.

22. **Тимофеева С. С.** Окислительно-восстановительные ферменты активных илов, способы определения и их значение в очистке сточных вод // Химия и технология воды. — 1964. — Т. 6. — № 4. — С. 367–370.

23. **Тимофеева С. С.** Энзимоиндикация качества очистки сточных вод в аэротенках / Химия и технология воды. — 1987. — Т.9. — № 5. — С. 445–448.

24. **Гуринович А. Д., Житенёв Б. Н., Воронович Н. В.** Очистка природных вод от фармацевтических препаратов методом окисления // Вестник Брестского государственного технического университета. — 2012. — № 2. — С. 21–27.

25. Коршунова. Т. Ю. Микробиологические процессы на очистных сооружениях / Т. Ю. Коршунова, Н. Н. Силищев, О. И. Логинов. — Уфа : Издательство «Реактив». 2005. — 62 с.
26. Путилина Н. И., Кеитницкая Н. Н., Костовецкий Я. И. Микробный метод обесфеноливания сточных вод. — К. : Здоров'я. 1969. — 144 с.
27. Гвоздяк П. І. Актуальні питання біологічного очищення води // Ойкумена. — 1992. — № 5–6. — С. 58–70.
28. Гвоздяк П. І. 50 запитань і 49 відповідей з нової біотехнології очистки води. — К. : Знання. 1990. — 28 с.
29. Джигирей В. С., Сторожук В. М., Яцюк Р. А. Основы экологии та охорони навколишнього природного середовища. — Львів: Афіша. 2000. — 272 с.
30. Джигирей В. С. Экология та охорона навколишнього природного середовища. — 3-е вид., випр. і доп. — К. : Знання, КОО, 2004. — 309 с.
31. Воронов Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов / Ю. В. Воронов, С. В. Яковлев. — М. : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. — 704 с.
32. Воронов Ю. В., Яковлев С. В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов: — М. : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. — 704 с.
33. Френкель В. С. Мембранные технологии: прошлое, настоящее и будущее (на примере Северной Америки) // Водоснабжение и санитарная техника. — 2010. — № 8. — С. 48–54.
34. Голубовская. Э. К. Биологические основы очистки воды: учебное пособие для студентов строительных специальностей вузов / Э. К. Голубовская. — М. : Высш. школа, 1978. — 268 с.
35. Доливо-Добровольский Л. Б. Микробиологические процессы очистки воды: учеб. пособие / Л. Б. Доливо-Добровольский. — М. : Издательство Коммунального хозяйства РСФСР. 1958. — 174 с.
36. Карюхина Т. А. Химия воды и микробиология: учебник для техникумов Т. А. Карюхина, И. Н. Чурбанова. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство «Стройиздат». 1995. — 208 с.
37. Долина Л. Ф. Реакторы для очистки стічних вод. — Дніпропетровськ, Дніпропетровський державний технічний університет залізничного транспорту, 2001. — 82 с.

Вовк О. О., Бойченко С. В., Шаманський С. Й., Бойченко М. С., Гладішева В. О.
ПЕРСПЕКТИВИ МІКРОБІОЛОГІЧНОГО СПОСОБУ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД
БІОРЕЗИСТЕНТНОЇ ФАРМАЦЕВТИЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ

У статті визначено мету, предмет, об'єкт, напрям та завдання дослідження причин та факторів, що формують стан екологічної безпеки під час виробництва та використання ФП.

Розуміння негативного впливу ФВ на довкілля внаслідок нецивілізованої антропогенної діяльності у сфері поводження з ФВ як причина проблеми формує необхідність розроблення інноваційних методологічних інструментів підвищення екологічної безпеки під час виробництва та застосування ФП. За даними ЮНЕСКО 80 % усіх захворювань пов'язане з якістю питної води. Особливої уваги викликає забруднення водних об'єктів ФП, виявлення їх присутності, складу, розподілу, біодеградації, способів моніторингу, попередження забруднення та видалення залишків різноманітних лікарських засобів (ЛЗ). Дані біорезистентні сполуки можна віднести до групи ксенобіотиків. Вони важко піддаються біологічній деструкції та накопичуються у навколишньому середовищі. Сучасні способи очищення питної води відрізняються різноманітністю, від майже безкоштовних до високотехнологічних і дорогих. Це в основному механічні, хімічні, фізико-хімічні та біологічні способи. Сучасні світові дослідження в другій половині ХХ століття показали можливість і доцільність застосування біохімічних методів для очищення фармацевтичних стоків. Ефективність біохімічного очищення на самих сучасних установках становить 90 % за органічними речовинами та лише 20–40 % – за неорганічними. Біологічне очищення характеризується найвищим ступенем видалення (до 99 %). Створення ефективних апаратів і споруд з біологічного очищення, що працюють в таких умовах – перспективний напрям у технології очищення стічних вод у всьому світі. Одними з таких споруд є мембранні біореактори (МБР)

Ключові слова: екологічна безпека, фармацевтична продукція, фармацевтичні відходи, життєвий цикл, ксенобіотики, стічні води, біологічне очищення, мембранні біореактори.

Vovk O. O., Boichenko S. V., Shamansky S. Ya., Boichenko M. S., Gladisheva V. O.
PROSPECTS OF THE MICROBIOLOGICAL METHOD OF WASTEWATER TREATMENT
FROM BIOREASURABLE PHARMACEUTICAL PRODUCTS.

The article defines the purpose, object, subject, direction and tasks of environmental safety studying and the causes and factors that define it during pharmaceutical products (PP) production and use.

Understanding different negative impacts of PP on the environment, resulted from non-civilized anthropogenic activities in the field of PP handling, leads to necessity of innovative methodological tools development, which help to increase environmental safety during PP production and use. According to UNESCO, 80% of all diseases is related to drinking water quality. Particular attention is necessary to be paid to the water bodies, polluted with PP. It is necessary to identify their presence in the water, their composition, distribution, biodegradation, monitoring methods, ways of

removal their residues. These bioresistant compounds can be classified as xenobiotics. They are hardly biodegradable and accumulate in the environment. Modern methods to purify drinking water are very different. Their prices can vary from very cheap to very expensive. The methods are mainly mechanical, chemical, physical, chemical and biological. In the second half of the XX century studies shown the feasibility and applicability of biochemical methods for purification of pharmaceutical effluents. Effectiveness of biochemical purification, while applying the most modern facilities, is 90% by organic matter and only 20-40% by inorganic. Biological purification is characterized by the highest effectiveness (up to 99%). One of the most promising branch of sewage treatment technology around the world is biological treatment. It is very important task to create more effective biological treatment facilities and apparatus, which can operate in different conditions. One of the facilities for biological treatment is membrane bioreactor (MBR).

Keywords: ecological safety; pharmaceutical products; pharmaceutical effluents; life cycle; xenobiotics; wastewater; biological treatment; membrane bioreactor.

**Вовк О. О., Бойченко С. В., Шаманский С. И., Бойченко М. С., Гладышева В. О.
ПЕРСПЕКТИВЫ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО СПОСОБА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ
БИОРЕЗИСТЕНТНОЙ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ**

В статье определены цели, предмет, объект, направление и задачи исследования причин и факторов, формирующих состояние экологической безопасности при производстве и использовании фармацевтических препаратов (ФП).

Понимание негативного влияния ФП на окружающую среду, как результат нецивилизованной антропогенной деятельности в сфере обращения с ФП, формирует необходимость разработки инновационных методологических инструментов повышения экологической безопасности при производстве и применении ФП. По данным ЮНЕСКО 80% всех заболеваний связано с качеством питьевой воды. Особого внимания заслуживает загрязнение водных объектов ФП, выявление их присутствия, состава, распределения, биодegradации, способов мониторинга, предупреждение дальнейшего загрязнения и возможности удаления остатков различных лекарственных средств (ЛС). Указанные биорезистентные соединения можно отнести к группе ксенобиотиков. Они трудно поддаются биологической деструкции и накапливаются в окружающей среде. Современные способы очистки питьевой воды отличаются разнообразием, от почти бесплатных до высокотехнологичных и дорогих. Это в основном механические, химические, физико-химические и биологические способы. Современные мировые исследования во второй половине XX века показали возможность и целесообразность применения биохимических методов для очистки фармацевтических стоков. Эффективность биохимической очистки на наиболее современных установках составляет 90% по органическим веществам и только 20-40% по неорганическим.

Биологическая очистка характеризуется высокой эффективностью (до 99%). Создание эффективных аппаратов и сооружений биологической очистки, работающих в различных условиях – перспективное направление в развитии технологий очистки сточных вод во всем мире. Одними из таких сооружений являются мембранные биореакторы (МБР).

Ключевые слова: экологическая безопасность; фармацевтическая продукция; фармацевтические отходы; жизненный цикл; ксенобиотики; сточные воды; биологическая очистка; мембранные биореакторы.

Стаття надійшла до редакції 22.02.2018 р.

Прийнято до друку 28.02.2018 р.

Рецензент— д-р техн. наук, проф. Дичко А. О.