

## ЦИТОГЕНЕТИЧНА ОЦІНКА НАСЛІДКІВ ДІЯЛЬНОСТІ ГІРНИЧОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Визначені рівні токсико-мутагенної активності ґрунтів та атмосферного повітря за допомогою цитогенетичних методів біоіндикації. Проведена екологічна оцінка стану об'єктів навколишнього середовища на території гірничопромислових центрів Дніпропетровської області.

**Ключові слова:** токсико-мутагенна активність, цитогенетичні методи, біоіндикація.

Установлены уровни токсико-мутагенной активности почв и атмосферного воздуха с использованием цитогенетических методов. Выполнена экологическая оценка состояния объектов окружающей среды на территории горнопромышленных центров Днепропетровской области.

**Ключевые слова:** токсико-мутагенная активность, цитогенетические методы, биоиндикация.

The levels of toxico-mutagenic activity of soils and atmospheric air using cytogenetic methods have been established. Ecological assessment the environmental media of mining centres from Dnepropetrovsk region has been carried out.

**Keywords:** toxico-mutagenic activity, cytogenetic methods, bioindication.

**Актуальність дослідження.** Багаторічний розвиток потужного гірничопромислового комплексу України призвів до високого рівня техногенного навантаження та забруднення довкілля, формування значних обсягів відходів, активізації небезпечних геологічних процесів, деградації екосистем, а також підвищення рівня захворюваності населення.

Одним з головних завдань функціонування гірничодобувної промисловості України та основним напрямом її подальшого розвитку є додержання вимог щодо раціонального використання природних ресурсів, мінімізації негативного впливу на довкілля з урахуванням міжнародних природоохоронних зобов'язань, соціально-економічних пріоритетів та обмежень [9].

Стратегічними цілями використання мінеральної сировини є пріоритетність вимог екологічної безпеки, обов'язковість додержання екологічних стандартів та нормативів щодо охорони навколишнього природного середовища та використання природних ресурсів, а також зменшення і усунення небезпечних наслідків вже заподіяних еколого-небезпечних впливів на довкілля і населення, що мешкає на прилеглих до них територіях [10, 11].

Важливе значення для екологізації гірничодобувної промисловості, визначення пріоритетності та забезпечення контролю за ефективністю реалізації заходів зі зниження та усунення негативного впливу на довкілля має створення в складі державної системи моніторингу навколишнього природного середовища галузевої системи моніторингу екологічних наслідків шкідливого впливу на довкілля, інтегрованої у відповідні регіональні системи. Це дозволить отримувати в безперервному режимі достовірні дані про наслідки шкідливого впливу підприємств гірничої промисловості на довкілля та людину і здійснювати реальну оцінку ефективності природоохоронних заходів [1-3,6].

Розробка та впровадження засобів і систем моніторингу екологічних показників стану об'єктів довкілля з використанням високочутливих цитогенетичних методів біоіндикації дозволить отримати інформацію про загальну токсичність і мутагенність забруднених об'єктів довкілля та ступінь їх небезпеки для біоти та людини [4, 7, 9].

Ці проблеми особливо актуальні для техногенно-навантажених регіонів України, в тому числі Дніпропетровської області, яка є однією з найбільших індустріально-розвинених, з високим рівнем урбанізації. На території області створена потужна енергетична база, яка стала основою розвитку гірничодобувного комплексу [5].

Тому намітилася потреба в оцінці екологічного стану довкілля не тільки традиційними фізико-хімічними методами, що встановлюють фактичні значення концентрацій різноманітних забруднювачів, але й шляхом використання цитогенетичних методів біоіндикації [7]. Останні, як відомо, дають відповіді на питання про загальну токсичність і мутагенність забруднених об'єктів довкілля та ступінь їх небезпеки для біоти та людини, тобто сприяють розв'язанню низки актуальних екологічних проблем у системі сталого розвитку гірничопромислового регіону і держави в цілому [4].

В Україні проведено ряд біоіндикаційних досліджень для визначення екологічного стану окремих об'єктів довкілля або окремих територій, натомість майже не проводилися дослідження комплексного впливу забруднювачів окремих гірничопромислових виробництв на стан компонентів довкілля.

Тому **метою роботи** є встановлення кількісних і якісних закономірностей впливу різних видів гірничої промисловості на стан довкілля і біоти з використанням цитогенетичних методів біоіндикації.

**Результати досліджень.** Для дослідження була вибрана територія Дніпропетровської області, на якій були виділені різні за видом гірничої промисловості міста: Вільногірськ (видобуток поліметалічних руд), Жовті Води (уранові руди), Павлоград (вугільна промисловість), Нікополь (гірничометалургійна промисловість). В якості контролю була використана територія курорту “Солоний Лиман” Новомосковського району Дніпропетровської області. На території кожного міста були вибрані від двох до чотирьох тест-полігонів, які охоплювали як промислові, так і селітебні зони. На кожному з них виділяли від 4 до 8 моніторингових точок, на яких проводився відбір зразків ґрунтів та рослин. Всього досліджено 52 моніторингові точки.

Комплексна біоіндикаційна оцінка впливу діяльності гірничої промисловості на стан об'єктів навколишнього середовища проведена за цитогенетичними тестами “Стерильність пилку рослин-фітоіндикаторів”, “Частота аберантних хромосом”, “Мітотичний індекс” [8]. Біоіндикаційні показники було переведено в єдину безрозмірну систему умовних показників ушкоджуваності біосистем, які за допомогою уніфікованої шкали були використані для оцінки стану довкілля [8].

Результати оцінки токсичності атмосферного повітря за тестом “Стерильність пилку рослин-фітоіндикаторів” на території гірничопромислових центрів Дніпропетровської області приведено в табл. 1.

Аналіз даних табл. 1 свідчить про те, що умовний показник ушкоджуваності біоіндикаторів на досліджуваній території гірничопромислових міст змінюється від 0.454 до 0.533 у.о., що вказує на “незадовільний” стан атмосферного повітря та “загрозливий” стан біоіндикаторів. Найбільша токсичність атмосферного повітря спостерігається у м. Жовті Води та Вільногірськ, УПУ дорівнює 0.533 і 0.509, відповідно. Що стосується території курорту “Солоний Лиман”, то екологічний стан атмосферного повітря характеризується як “еталонний” з “низьким” рівнем ушкодженості біоіндикаторів. Слід відмітити, що рівень ушкодженості біоіндикаторів, що характеризує токсичність атмосферного повітря, в 3–3.6 раз більше на території гірничопромислових міст Дніпропетровської області в порівнянні з контрольною територією.

Таблиця 1

**Порівняльна оцінка токсичності атмосферного повітря на території гірничопромислових центрів Дніпропетровської області**

Місто	УПУ±m	Екологічна ситуація
м. Нікополь	0.454±0.039	Незадовільна
м. Жовті Води	0.533±0.040	Незадовільна
м. Вільногірськ	0.509±0.068	Незадовільна
м. Павлоград	0.491±0.033	Незадовільна
курорт “Солоний Лиман”	0.145±0.031	Еталонна – Задовільна

Таким чином, на території досліджених гірничопромислових центрів Дніпропетровської області загальна токсичність атмосферного повітря за тестом “Стерильність пилку рослин-фітоіндикаторів” у 3.0–3.6 раз вища, ніж на контрольній території курорту “Солоний Лиман”. Найбільша токсичність атмосферного повітря спостерігається на територіях міст Жовті Води та Вільногірськ.

Результати оцінки токсико-мутагенної активності ґрунтів на території досліджуваних міст приведені в табл. 2. Аналіз даних свідчить про те, що умовний показник ушкоджуваності, який характеризує токсичність ґрунтів у гірничопромислових центрах, змінюється від 0.544 до 0.732 у.о. Це вказує на “катастрофічний” екологічний стан ґрунтів у мм. Жовті Води та Вільногірськ і “незадовільний” у мм. Нікополь і Павлоград. На території курорту “Солоний Лиман” стан ґрунтів за показником токсичності оцінений як “еталонний”. Токсичність ґрунтів на територіях гірничопромислових міст Дніпропетровської області в 8.2-11 раз більше ніж на території курорту “Солоний лиман”.

Що стосується мутагенності ґрунтів, то на території міст Жовті Води та Вільногірськ відмічається їх “катастрофічний” стан за цією ознакою. У містах Нікополь і Павлоград стан ґрунтів оцінений як “незадовільний”. Мутагенність ґрунтів у мм. Жовті Води, Вільногірськ, Нікополь і Павлоград у 2.5–4 рази вище ніж на контрольній території. Слід відмітити, що оцінки стану ґрунтів за їх токсичністю та мутагенністю збігаються практично в усіх досліджуваних містах, виключенням є контрольна територія, де відмічене незначне збільшення мутагенності ґрунтів у порівнянні з токсичністю. Загальна токсико-мутагенна активність ґрунтів за інтегральним показником, змінюється від “еталонної” на території курорту “Солоний лиман” (УПУ=0.138 у.о.) до “катастрофічної” у м. Жовті Води (УПУ=0.716 у.о.).

Таблиця 2

**Порівняльний аналіз токсико-мутагенної активності ґрунтів на досліджуваній території за результатами Allium-тесту**

Досліджувана територія	Токсичність, ІУПУ $\pm$ m	Мутагенність, ІУПУ $\pm$ m	Токсико-мутагенна активність, ІУПУ $\pm$ m	Екологічна ситуація
м. Нікополь	0.596 $\pm$ 0.026	0.497 $\pm$ 0.060	0.546 $\pm$ 0.035	Незадовільна
м. Жовті Води	0.732 $\pm$ 0.023	0.701 $\pm$ 0.068	0.716 $\pm$ 0.011	Катастрофічна
м. Вільногірськ	0.660 $\pm$ 0.021	0.652 $\pm$ 0.077	0.656 $\pm$ 0.003	Катастрофічна
м. Павлоград	0.544 $\pm$ 0.045	0.446 $\pm$ 0.068	0.495 $\pm$ 0.035	Незадовільна
курорт “Солоний Лиман”	0.066 $\pm$ 0.054	0.174 $\pm$ 0.029	0.138 $\pm$ 0.040	Еталонна – задовільна

“Катастрофічний” стан ґрунтів, відмічений на території м. Вільногірськ, де біоіндикатори знаходяться в “критичному” стані. На територіях міст Нікополь і Павлоград стан ґрунтів за їх токсико-мутагенною активністю оцінений як “незадовільний” з “загрозливим” станом біосистем. Екологічний стан ґрунтів на контрольній території оцінений як “еталонний” і рівень ушкодженості біосистем менший в 3.5–5.2 раз у порівнянні з гірничопромисловими центрами Дніпропетровської області.

Токсичність ґрунтів на територіях міст Жовті Води, Вільногірськ, Нікополь і Павлоград у 8.2–11.0 раз, а мутагенність у 2.5–4.0 рази вище ніж на контрольній території курорту “Солоний Лиман”. Найбільша токсико-мутагенна активність ґрунтів спостерігається на території міст Жовті Води та Вільногірськ.

Результати комплексної оцінки токсико-мутагенної активності об’єктів довкілля на досліджуваній території приведені в табл. 3 і на рис. 1.

З даних табл. 3 видно, що на територіях міст Жовті Води та Вільногірськ за результатами трьох біотестів виявлена “катастрофічна” екологічна ситуація. На територіях міст Нікополь і Павлоград вона “незадовільна”. Токсико-мутагенна активність об’єктів навколишнього середовища на територіях гірничопромислових міст у 3.8-5.0 раз більша ніж на контрольній території, яка має мінімальний рівень техногенного навантаження.

Інтегральна екологічна оцінка території курорту “Солоний Лиман” за комплексом цитогенетичних біотестів підтвердила “еталонний” стан об’єктів навколишнього середовища з “низьким” рівнем ушкоджуваності біосистем, що вказує на можливість використання даної території в якості контролю в системі екологічного моніторингу Дніпропетровської області.

З рис. 1 видно, що на території всіх гірничопромислових міст Дніпропетровської області найгірша ситуація спостерігається за показником токсичність ґрунтів. Найкраща ситуація виявлена за показником токсичності атмосферного повітря.

Порівняльна оцінка токсико-мутагенної активності ґрунтів та атмосферного повітря на територіях гірничо-промислових центрів Дніпропетровської області за результатами біоіндикації

Показник стану довкілля		Місто				
		Нікополь	Жовті Води	Вільногірськ	Павлоград	Солоний лиман
Атмосфера	Токсичність	0.454± 0.039	0.533± 0.040	0.509± 0.068	0.491± 0.033	0.145± 0.031
	Мутагенність	0.596± 0.026	0.732± 0.023	0.660± 0.021	0.544± 0.045	0.066± 0.054
Ґрунти	Токсичність	0.497± 0.060	0.701± 0.068	0.652± 0.077	0.446± 0.068	0.174± 0.029
	Мутагенність	0.515± 0.034	0.655± 0.050	0.607± 0.040	0.493± 0.023	0.128± 0.026

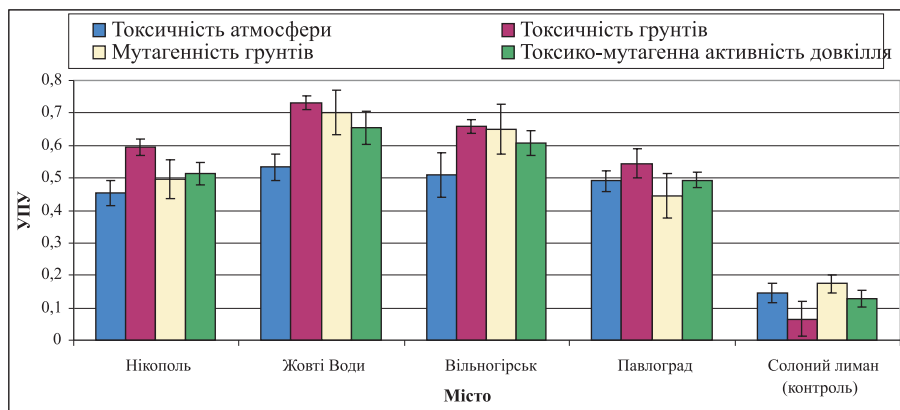
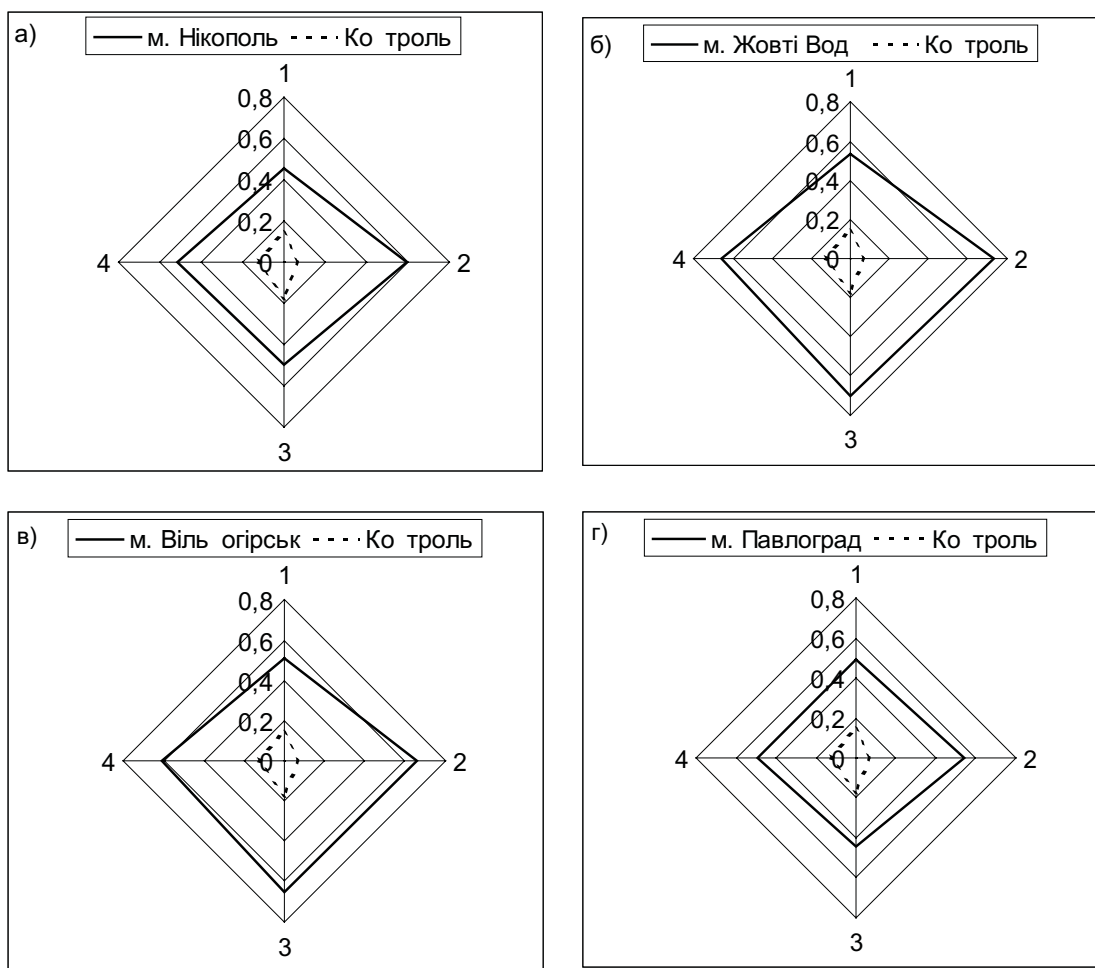


Рис. 1. Порівняльна характеристика токсико-мутагенної активності об'єктів довкілля на територіях гірничо-промислових центрів Дніпропетровської області

Токсико-мутагенна активність об'єктів навколишнього середовища на територіях гірничо-промислових міст у 3.8–5.0 раз вища ніж на контрольній території, яка має мінімальний рівень техногенного забруднення. Проводячи зіставлення результатів еколого-генетичної оцінки стану об'єктів довкілля за допомогою трьох біотестів, було встановлено, що найбільш чутливим з них є біотест “Мітотичний індекс” у кореневих меристемах *Allium cepa* L.

Аналіз результатів комплексних досліджень стану довкілля на територіях гірничо-промислових міст Дніпропетровської області за результатами біоіндикаційних досліджень (рис. 2), вказує на значне перевищення (у 2.5–11.0 разів) умовних показників ушкодженості біоіндикаторів у всіх досліджуваних містах в порівнянні з контролем. Виявлено, що більшість використаних біоіндикаційних показників мають високі рівні ушкодженості. Найбільш чутливим є показник, що характеризує токсичність ґрунтів (мітотичний індекс), за яким на територіях досліджуваних міст спостерігається найбільше перевищення аналогічних показників на контрольній території.

Найбільші рівні ушкодженості біоіндикаторів спостерігаються на територіях видобутку та збагачення уранових руд (м. Жовті Води), а також видобутку поліметалічних руд (м. Вільногірськ). Менші рівні ушкодженості біоіндикаторів спостерігаються на територіях розробки вугільного (м. Павлоград) та марганцевого (м. Нікополь) родовищ. Слід відмітити, що в м. Жовті Води спостерігається найгірша ситуація за всіма біоіндикаційними показниками. На території інших міст рівень ушкодженості біоіндикаторів менший, ніж у м. Жовті Води, але відмічено перевищення показників на контрольній території.



**Рис. 2. Порівняльна характеристика екологічного стану досліджуваних міст Дніпропетровської області за результатами біоіндикаційних досліджень**

1 – Токсичність атмосферного повітря за тестом “Стерильність пилку рослин-фітоіндикаторів”, ІУПУ; 2 – Токсичність ґрунтів за тестом “Мітотичний індекс”, ІУПУ; 3 – Мутагенність ґрунтів за тестом “Частота аберантних хромосом”, ІУПУ; 4 – Загальний токсико-мутагенний фон довкілля.

**Висновки.** Таким чином, на досліджуваних територіях Дніпропетровської області було встановлено наступне:

1. На територіях досліджуваних міст за допомогою тесту “Стерильність пилку рослин-фітоіндикаторів” виявлено “незадовільний” стан атмосферного повітря та “загрозливий” стан біоіндикаторів. Екологічний стан атмосферного повітря на територіях мм. Жовті Води, Вільногірськ, Павлоград і Нікополь приблизно однаковий і оцінюється як “загрозливий”. На території курорту “Солоний лиман” спостерігається найнижча токсичність атмосферного повітря, у 3.0-3.6 раз менше, ніж на територіях досліджуваних міст Дніпропетровської області.

2. Загальна токсико-мутагенна активність досліджених ґрунтів, визначена з використанням Allium-тесту, змінюється від “еталонної” на території курорту “Солоний лиман” до “катастрофічної” у м. Жовті Води. Також “катастрофічний” стан ґрунтів відмічено на території м. Вільногірськ, у містах Нікополь і Павлоград стан ґрунтів за їх токсико-мутагенною активністю оцінено як “незадовільний” з “загрозливим” станом біосистем. Екологічний стан ґрунтів на контрольній території оцінено як “еталонний” і рівень ушкодженості біосистем менше в 3.5–5.2 раз у порівнянні з промисловими центрами Дніпропетровської області.

3. За загальною токсико-мутагенною активністю об'єктів навколишнього середовища, оціненою за комплексом біотестів, виявлено на територіях міст Жовті Води і Вільногірськ “катастрофічну” екологічну ситуацію, у містах Нікополь і Павлоград – “незадовільну”. Інтегральна цитогенетична оцінка території курорту “Солоний лиман” виявила “еталонний” стан об'єктів навколишнього середовища з “сприятливим” станом біосистем. Токсико-мутагенна активність об'єктів навколишнього середовища на територіях промислових міст у 3.8-5.0 раз більша ніж на контрольній території, яка має мінімальний рівень техногенного навантаження.

#### Література

1. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / под ред. Р. Шуберта. – М. : Мир, 1988. – 350 с.
2. Бурдин К. С. Основы биологического мониторинга / К.С. Бурдин. – М. : Из-во Моск. ун-та, 1985. – 158 с.
3. Головін В. В. Методологія побудови системи комплексного моніторингу навколишнього природного середовища на техногенно-навантажених територіях : дис. ... на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 21.06.01 “Екологічна безпека” / В. В. Головін. – Х., 2005. – 182 с.
4. Горовая А.И. Методология эколого-социального мониторинга горнопромышленных регионов, как составляющая устойчивого развития Украины / А.И. Горовая, А.В. Павличенко // Гігієна населених місць : зб. наук. праць. – Київ, 2004. – Вип. 43. – С. 552–559.
5. Екологічний паспорт Дніпропетровської області. – Д., 2007. – 112 с.
6. Костишин С. С. Чотири важливі принципи ефективного біомоніторингу / С.С.Костишин, С.С.Руденко // Екологічний моніторинг. – 2008. – № 1 (49). – С. 5–7.
7. Методологические аспекты оценки мутагенного фона и генетического риска для человека и биоты от действия мутагенных экологических факторов / А.И. Горовая, Л.Ф. Бобырь, Т.В. Скворцова и др. // Цитология и генетика. – 1996. – №6(30). – С.78–86.
8. МР 2.2.12–141–2007. Обстеження та районування території за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об'єктів довкілля з використанням цитогенетичних методів / [С. А. Риженко, А.І. Горова, Т. В. Скворцова та ін.]. – К. : Головне базове видавництво МОЗ України ДП “Центр інформаційних технологій”, 2007. – 35 с.
9. Про Концепцію поліпшення екологічного становища гірничодобувних регіонів України // Постанова Кабінету Міністрів України від 31.08.99 р. № 1606. – Київ, 1999. – 23 с.
10. Рудько Г.І. Екологічна безпека техноприродних геосистем (наукові та методичні основи) : дис. ... доктора техн. наук : 21.06.01 / Г. І. Рудько. – К., 2005. – 466 с.
11. Стратегія економічного і соціального розвитку України (2004-2015 роки) Шляхом Європейської інтеграції / під ред. А. С. Гальчинського. – К. : ІВЦ Держкомстату України, 2004. – 416 с.

## ЕКОЛОГІЯ ГІДРОСФЕРИ ТА АТМОСФЕРИ

УДК536.2

*Масікевич А. Ю., Масікевич Ю.Г.  
Чернівецький факультет Національного  
технічного університету  
«Харківський політехнічний інститут»*

### ВИЛУЧЕННЯ ЛЕГКОЛЕТКИХ КОМПОНЕНТІВ ЗІ СТІЧНИХ ВОД ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ВАКУУМ-ІМПУЛЬСНОЇ ДЕСОРБЦІЇ

Досліджувалися стічні води, підігріті до температури 75-90°C. Десорбція здійснювалася при кипінні води за рахунок застосування вакуум-імпульсних режимів.

**Ключові слова:** гідродинаміка газорідних систем, масообмін, вакуум-імпульсний режим, пульсація, аміак.