

УДК 628.3:578.834

DOI <https://doi.org/10.32782/pub.health.2026.1.1>

Брезицька Дануся Михайлівна,
лікар-епідеміолог, завідувачка Острозького відділення
ДУ «Рівненський обласний ЦКПХ МОЗ»;
викладач кафедри громадського здоров'я та фізичного виховання
Національного університету «Острозька Академія»
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8084-7313>

Сафонов Роман Валерійович,
генеральний директор
ДУ «Рівненський обласний ЦКПХ МОЗ України»,
Головний державний санітарний лікар Рівненської області
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9351-1218>

Гашовська Олена Василівна,
заступник генерального директора
ДУ «Рівненський ОЦКПХ МОЗ»
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9467-8065>

Макеєва Мирослава Миколаївна,
завідувачка вірусологічної лабораторії,
лікар-вірусолог ДУ «Рівненський ОЦКПХ МОЗ»
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8964-1152>

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЧНИХ ВОД НА НАЯВНІСТЬ КОРОНАВІРУСУ SARS-COV-2 ТА ВІРУСІВ ГРИПУ В РІВНЕНСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Актуальність. Пандемія COVID-19, спричинена вірусом SARS-CoV-2, продемонструвала необхідність розробки ефективних систем епідеміологічного нагляду, здатних оперативно виявляти поширення інфекційних захворювань у популяції. Одним із перспективних підходів є моніторинг стічних вод, який дозволяє отримувати інформацію про циркуляцію патогенів у громаді незалежно від рівня тестування населення.

Мета: виявлення та аналіз наявності РНК вірусу SARS-CoV-2 та вірусів грипу у стічних водах, а також оцінка можливості використання моніторингу стічних вод як інструменту епідеміологічного нагляду за циркуляцією респіраторних інфекцій у популяції.

Матеріали і методи. У дослідженні застосовано комплекс лабораторних, аналітичних та статистичних методів для виявлення генетичного матеріалу вірусів SARS-CoV-2 та вірусів грипу у стічних водах.

Результати дослідження. При порівнянні даних тестування стічних вод з результатами рутинного спостереження за грипом та SARS-CoV-2, було виявлено важливу закономірність: зростання концентрації збудника у воді більш ніж у півтора рази за тиждень свідчить про можливий спалах захворюваності серед населення протягом наступних 7–14 днів. Це підкреслює ефективність даних досліджень як інструменту раннього попередження і запобігання спалахам хвороб, шляхом прогнозування.

Висновки. Дослідження стічних вод на наявність SARS-CoV-2 та вірусів грипу є актуальним напрямом, що дозволяє вдосконалити системи громадського здоров'я, підвищити ефективність епідеміологічного нагляду та забезпечити своєчасне реагування на загрози.

Ключові слова: стічні води, SARS-CoV-2, віруси грипу, моніторинг, ПЛР, епіднагляд.

Brezytska D. M., Safonov R. V., Hashovska O. V., Makeieva M. M. Analysis of the results of wastewater testing for the presence of the SARS-CoV-2 coronavirus and influenza viruses in rivne region

Topicality. The COVID-19 pandemic, caused by the SARS-CoV-2 virus, has demonstrated the need to develop effective epidemiological surveillance systems capable of promptly detecting the spread of infectious diseases within populations. One of the promising approaches is wastewater monitoring, which allows obtaining information about the circulation of pathogens in a community regardless of the level of population testing.

Purpose to detect and analyze the presence of RNA of the SARS-CoV-2 virus and influenza viruses in wastewater, as well as to assess the feasibility of using wastewater monitoring as a tool for epidemiological surveillance of the circulation of respiratory infections in the population.

Materials and methods. The study employed a complex of laboratory, analytical, and statistical methods to detect the genetic material of SARS-CoV-2 and influenza viruses in wastewater.

Results. A comparison of wastewater testing data with the results of routine surveillance for influenza and SARS-CoV-2 revealed an important pattern: an increase in pathogen concentration in wastewater by more than 1.5 times within a week indicates a potential rise in disease incidence in the population over the following 7–14 days. This finding highlights the effectiveness of wastewater-based monitoring as an early warning tool for predicting and preventing disease outbreaks.

Conclusions. The study of wastewater for the presence of SARS-CoV-2 and influenza viruses is a relevant and перспективний напрям, which contributes to improving public health systems, enhancing the effectiveness of epidemiological surveillance, and ensuring timely response to health threats

Key words: wastewater, SARS-CoV-2, influenza viruses, monitoring, PCR, surveillance.

Вступ. Пандемія COVID-19, спричинена вірусом SARS-CoV-2, продемонструвала необхідність розробки ефективних систем епідеміологічного нагляду, здатних оперативно виявляти поширення інфекційних захворювань у популяції. Одним із перспективних підходів є моніторинг стічних вод, який дозволяє отримувати узагальнену інформацію про циркуляцію патогенів у громаді незалежно від рівня тестування населення. Стічні води можуть містити генетичний матеріал вірусів, що виділяються інфікованими особами, включаючи безсимптомних носіїв. Це робить метод wastewater-based epidemiology (WBE) важливим інструментом для раннього виявлення спалахів інфекцій. Окрім SARS-CoV-2, актуальним є також моніторинг вірусів грипу, які щорічно спричиняють сезонні епідемії та значний тягар для систем охорони здоров'я. Таким чином, дослідження стічних вод на наявність SARS-CoV-2 та вірусів грипу є актуальним напрямом, що дозволяє вдосконалити системи громадського здоров'я, підвищити ефективність епідеміологічного нагляду та забезпечити своєчасне реагування на загрози.

Мета та завдання. Метою даного дослідження є виявлення та аналіз наявності генетичного матеріалу вірусу SARS-CoV-2 та вірусів грипу у стічних водах, а також оцінка можливості використання моніторингу стічних вод як інструменту епідеміологічного нагляду за циркуляцією респіраторних інфекцій у популяції.

Завдання: провести відбір та підготовку зразків стічних вод для лабораторного дослідження; визначити наявність генетичного матеріалу вірусу SARS-CoV-2 та вірусів грипу у зразках стічних вод із застосуванням молекулярно-біологічних методів; оцінити рівень та динаміку концентрації вірусного генетичного матеріалу у досліджуваних зразках; проаналізувати взаємозв'язок між показниками вірусного навантаження у стічних водах та даними рутинного епідеміологічного нагляду; визначити можливості використання моніторингу стічних вод як інструменту раннього виявлення та прогнозування спалахів респіраторних інфекцій; обґрунтувати доцільність впровадження даного підходу у систему громадського здоров'я на регіональному рівні.

Методи дослідження. У дослідженні застосовано комплекс лабораторних, аналітичних та статистичних методів для виявлення генетичного матеріалу вірусів SARS-CoV-2 та вірусів грипу у стічних водах. Відбір зразків стічних вод здійснювався на визначених об'єктах відповідно до стандартних процедур відбору. Зразки відбиралися у стерильні контейнери з дотриманням умов транспортування та зберігання з метою збереження стабільності вірусної РНК. Для детекції вірусів застосовувався метод полімеразної ланцюгової реакції в реальному часі (RT-qPCR), який дозволяє виявити навіть низькі концентрації вірусної РНК. Визначали наявність РНК вірусів SARS-CoV-2, грипу (типи А та В). Кількість населення розраховувалась за вмістом аміаку (амонійного азоту) стічних водах. Метод базується на визначенні загальної маси забруднень, що надходять, та діленні її на норму виділення від однієї людини (приблизно 7–8 г/(люд х*доба)). Формула:

$$N = Q * C, 1000 * q$$

де Q – витрата води (м³/добу),

C – концентрація аміаку (мг/л),

q – норма на людину.

Для обробки результатів використовували статистичний метод, порівняльний та кореляційний аналіз.

Результати дослідження. Упродовж останніх років у світі активно розвивається напрям дослідження стічних вод як інструменту епідеміологічного нагляду.

Епідеміологічний нагляд за стічними водами – систематичний, безперервний процес збору, відбору проб, лабораторного аналізу та інтерпретації даних про вміст біологічних маркерів (вірусів, бактерій, паразитів у стічних водах з метою оцінки циркуляції інфекційних агентів у популяції, раннього виявлення змін епідемічної ситуації, прогнозування ризиків та підтримки прийняття рішень у сфері громадського здоров'я.

Одними з перших досліджень, що підтвердили можливість виявлення SARS-CoV-2 у стічних водах, були роботи Ахмеда В. та співавт. (2020), які продемонстрували наявність вірусної РНК у зразках каналізаційних вод в Австралії [1]. Подібні результати

отримали Медема Дж. та співавт. (Нідерланди), які показали, що вірус можна виявити у стічних водах ще до офіційного підтвердження випадків COVID-19 у регіоні [2]. Дослідження Пессіа Дж. та співавт. (США) встановило кореляцію між концентрацією РНК SARS-CoV-2 у стічних водах та кількістю госпіталізацій, що підтверджує можливість використання цього методу для прогнозування розвитку епідемії [3]. Щодо вірусів грипу, дослідження Хейджен Л. та співавт. (2021) показали, що віруси грипу А можуть бути виявлені у стічних водах та використовуватися для моніторингу сезонної циркуляції [4]. Інші дослідження підтверджують, що комбінований моніторинг SARS-CoV-2 та грипу дозволяє підвищити точність оцінки епідемічної ситуації [5]. Крім того, ВООЗ визнає моніторинг стічних вод як ефективний інструмент доповнення традиційного епіднагляду, особливо у періоди зниження рівня тестування населення [6]. Таким чином, закордонні дослідження підтверджують високу ефективність аналізу стічних вод як інструменту раннього виявлення та моніторингу інфекційних захворювань, зокрема COVID-19 та грипу.

У жовтні 2022 року, на запит МОЗ, в рамках виконання проєкту USAID Ukraine – USAID Україна «Підтримка зусиль у протидії туберкульозу в Україні», що виконує PATH, було розпочато новий для України напрямок епідеміологічного нагляду за збудниками інфекційних хвороб у стічних водах (WWS).

7 жовтня 2024 року наказом Міністерства охорони здоров'я України №1701 затверджено та

офіційно введено в дію «Методичні рекомендації для моніторингу збудників інфекційних хвороб у стічних водах, утворених у процесі господарсько-побутової діяльності» [7]. Документ став результатом роботи спеціалістів вірусологічних лабораторій за технічної підтримки МОЗ та ЦГЗ МОЗ.

У березні 2023 року, за підтримки ЦГЗ, в ДУ «Рівненський обласний ЦКПХ МОЗ» було розпочато моніторинг збудників інфекційних хвороб у стічних водах. Процес дослідження стічних вод на території Рівненської області проводиться з 23.03.2023 року та включає етапи відбору, транспортування, пробопідготовки, екстракції, ампліфікації, типування та реєстрації результатів дослідження двічі на тиждень у загальнодержавній системі реєстрації. Для досліджень було обрано забір проб в 4 точках стічних вод Рівненської області: м. Дубно КП «Дубноводоканал», м. Рівне РОВКП ВКГ «Рівнеоблводоканал», Рівненський р-н с. Городок ПАТ «Рівнеазот», м. Сарни КП «Екосервіс». Кількість населення, яке користується послугами систем централізованого каналізування розраховується за вмістом аміаку (амонійного азоту) у стічних водах представлена на рис. 1.

Проби стічних вод рекомендовано відбирати на вході до очисних споруд або вище за течією в мережах збору стічних вод. Відбір проводять із середини глибини загального потоку, з урахуванням місця відбору, мети дослідження та типу проби. Використовують лише стерильні інструменти з дотриманням гігієнічних вимог та пра-

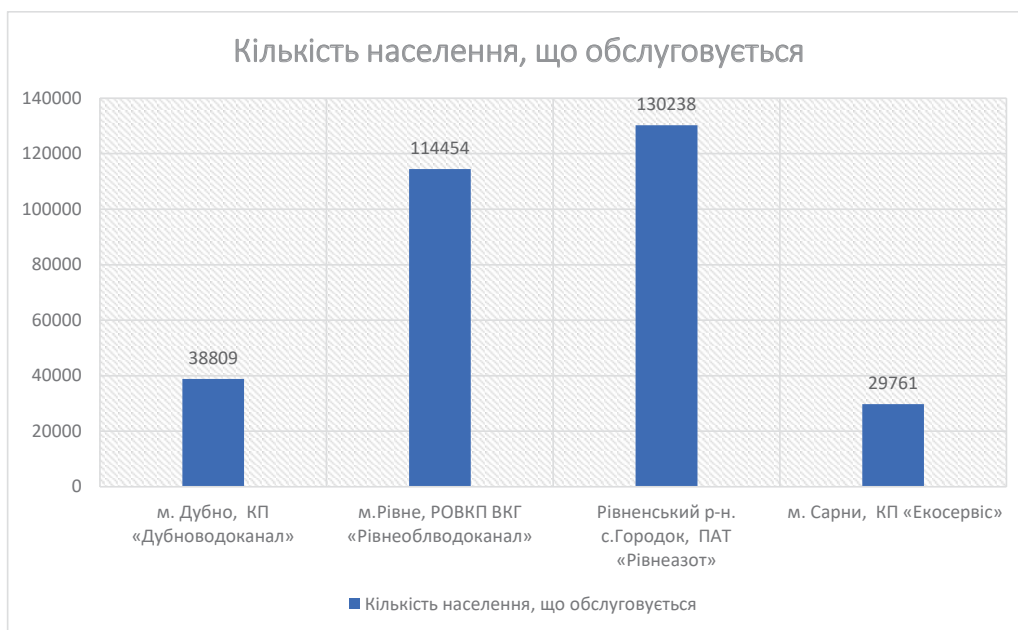


Рис. 1. Кількість населення, що обслуговується. Витрати стоків коливаються в межах 0,03–0,32 м³/с, в середньому становлять 0,15 м³/с

вил біобезпеки. Проби маркують відповідно до встановлених вимог (дата, час, місце, тип проби тощо). Відібраний матеріал пакують у відповідні, щільно закриті ємності згідно з інструкціями. Проби стічної води доставляють до лабораторії ЦКПХ відповідного профілю з дотриманням холодового ланцюга (сумки холодильники, контейнери з холодними елементами) при температурі +2...+8 °С. Час доставки до лабораторії не повинен перевищувати 6 годин. При надходженні проби: перевірка цілісності упаковки, маркування та супровідних документів. Реєстрація матеріалу в лабораторній базі даних / журналі (форма № 274/о). Вірусологічна лабораторія ЦКПХ розпочинає дослідження протягом 1 години з моменту надходження проби. Якщо дослідження в день доставки неможливе: зберігання при +2...+8 °С до 24 год або при -20 °С за тривалішого зберігання. Далі видають отримані результати та формують звіт. Результати застосовують наступним чином: включення даних до системи епіднагляду; виявлення/підтвердження спалахів інфекцій; створення прогнозів поширення захворювань; оцінка ефективності медико-санітарних заходів; визначення необхідності додаткових обмежувальних або профілактичних дій.

За період проведення епідеміологічного нагляду за стічними водами з 23.03.2023 по 26.02.2026 в ДУ «Рівненський обласний ЦКПХ МОЗ» було здійснено дослідження 1228 проб з використанням кількісної ПЛР. Дані, що отримані в результаті досліджень показані на графіках,

свідчать про високу концентрацію вірусу в епідемічний сезон, що вимагає додаткових заходів з профілактики поширення інфекції. Для візуалізації було обрано період за 12 місяців 2025 року. Загалом за цей час було відібрано 381 зразків, з яких у 134 пробах виявлено РНК SARS-CoV-2 (35,1%); у 45 – віруси грипу (А/В), що становило 11,8% (рис. 2).

Варто зауважити, що більшість негативних результатів отримані за весняно-літній період та вони корелюють з рівнем захворюваності на територіях, що обслуговуються. За весь період епіднагляду 196 зразків, що містили високу концентрацію вірусних часток, направлені в референс-лабораторію з діагностики ВІЛ/СНІДу, вірусних та особливо-небезпечних патогенів ДУ «Центр громадського здоров'я МОЗ України». У результаті тестування методом повногеномного секвенування у зразках переважав штам коронавірусу – Omicron.

Здійснювався паралельний епідеміологічний нагляд за захворюваністю на COVID-19 та циркуляцією вірусу SARS-CoV-2 у господарсько-побутових стічних водах. Результати нагляду свідчать про випереджувальний характер сигналів в окремі періоди, які отримані за даними досліджень стічних вод: зростання частки позитивних зразків та концентрації вірусу фіксувалося на 1–2 тижні раніше порівняно з динамікою офіційно зареєстрованих випадків захворювання. На рис. 3, 4, 5, 6 представлено результати досліджень проб стічних вод на наявність РНК вірусу SARS-CoV-2 та

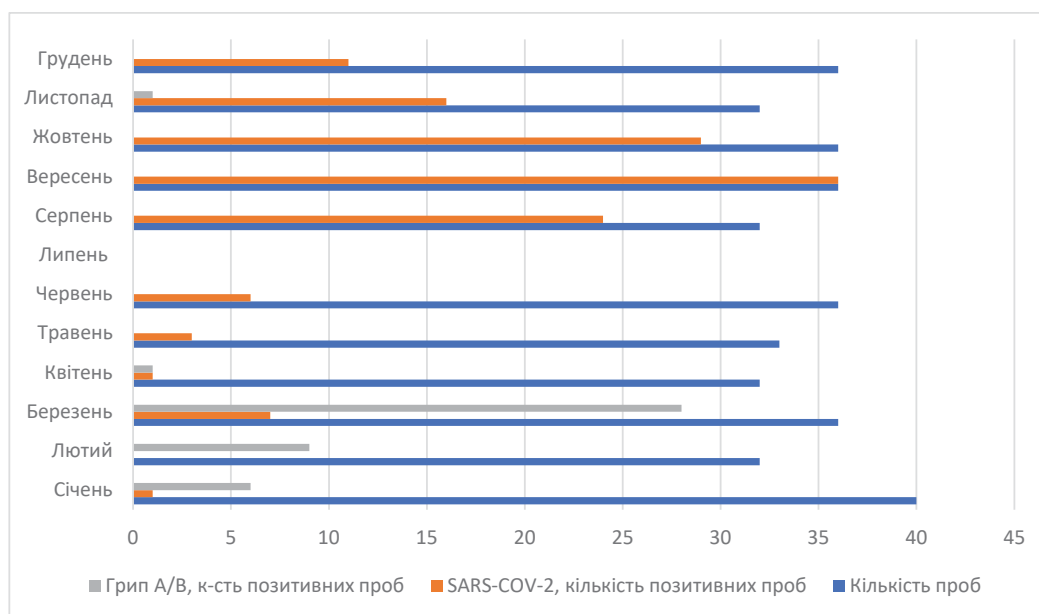


Рис. 2. Співвідношення кількості відібраних проб до позитивних знахідок за 2025 рік, Рівненська область



Рис. 3. Результати досліджень проб стічних вод на наявність РНК SARS-CoV-2 та динаміка захворюваності (м. Дубно, вул. Гірницька, 3а, КП «Дубновоканал») за I–III квартал 2025 р.

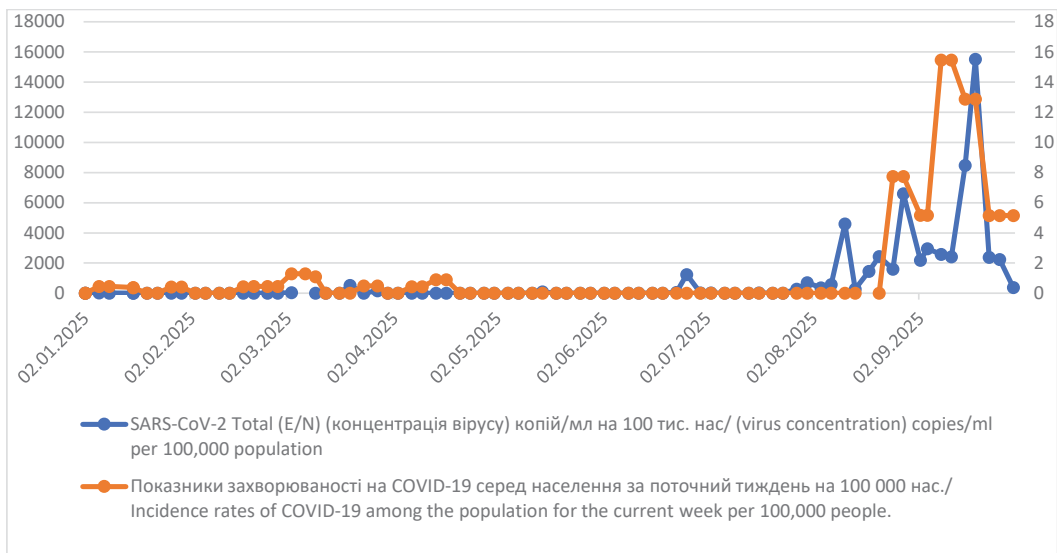


Рис. 4. Результати досліджень проб стічних вод на наявність РНК SARS-CoV-2 та динаміка захворюваності (м. Рівне, вул. Будівельників, 1, РОВКП ВКГ «Рівнеоблводоканал»)

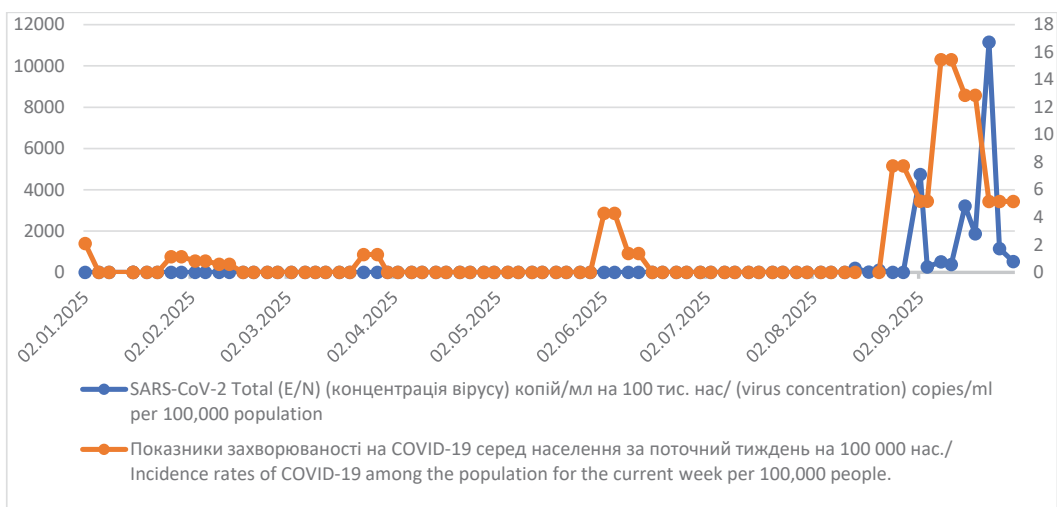


Рис. 5. Результати досліджень проб стічних вод на наявність РНК SARS-CoV-2 та динаміка захворюваності (Рівненський р-н., с. Городок, вул. Штейнгеля барона, 139А, ПАТ «Рівнеазот»)

динаміка захворюваності на відповідній території за перші 3 квартали 2025 року в 4-х точках відбору. Як бачимо з графіків, рівень захворюваності корелює з концентрацією вірусу SARS-CoV-2 в стічних водах.

На рис. 7 можна побачити порівняння концентрації вірусу SARS-CoV-2 Total (E/N) копій/мл/ в стічних водах впродовж липня–вересня 2025 р. між різними точками забору. Як бачимо, протягом усього періоду, концентрація вірусу є найвищою в точці забору м. Рівне, вул. Будівельників, 1, РОВКП ВКГ «Рівнеоблводоканал».

Також проводились дослідження на наявність РНК вірусу грипу А/В. При дослідженні 381 проби у 45 із них було виявлено РНК вірусу грипу А/В (11,8%). На рис. 8 показано відсоткове співвідношення виявлення вірусів, залежно від

точки забору. Із 01.01.2025 року по 03.04.2025 року частота виявлення фрагментів геному була найвищою (100% усіх позитивних знахідок). При аналізі співвідношення частоти виявлених позитивних зразків, спостерігається чітка кореляція із кількістю населення, що користується (чим більша кількість населення, тим вища частота виявлень).

За перші два місяці 2026 р. вірусологічною лабораторією ДУ «Рівненський обласний центр контролю та профілактики хвороб МОЗ України» було досліджено 68 проб стічної води і в 5 (4-за січень, 1-в лютому) зразках був виділений SARS-CoV-2 Total, при цьому в контрольних точках області спостерігається тенденція до зниження циркуляції вірусів SARS-CoV-2 Total. Також у 5 пробах (за лютий) виявлено РНК вірусу

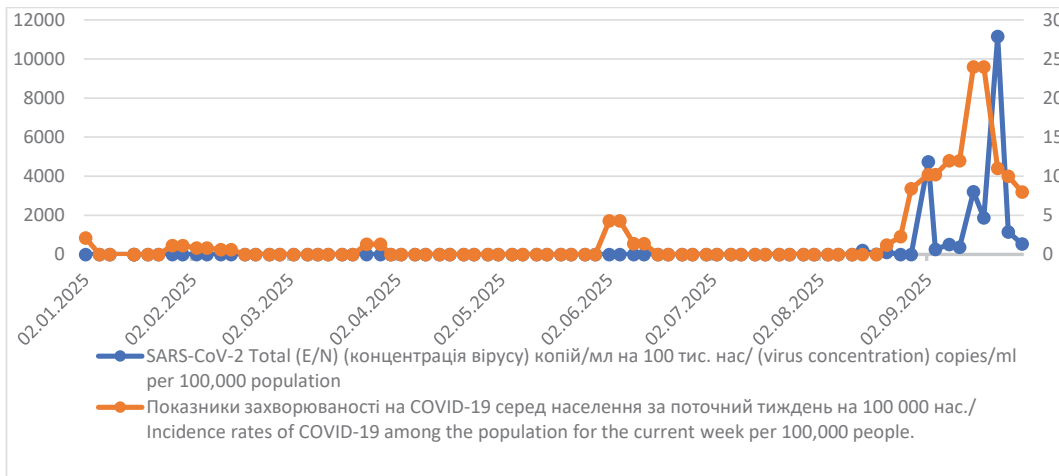


Рис. 6. Результати досліджень проб стічних вод на наявність РНК SARS-CoV-2 та динаміка захворюваності (Рівненська область м. Сарни, вул. Комунальна, 2, КП «Екосервіс»)

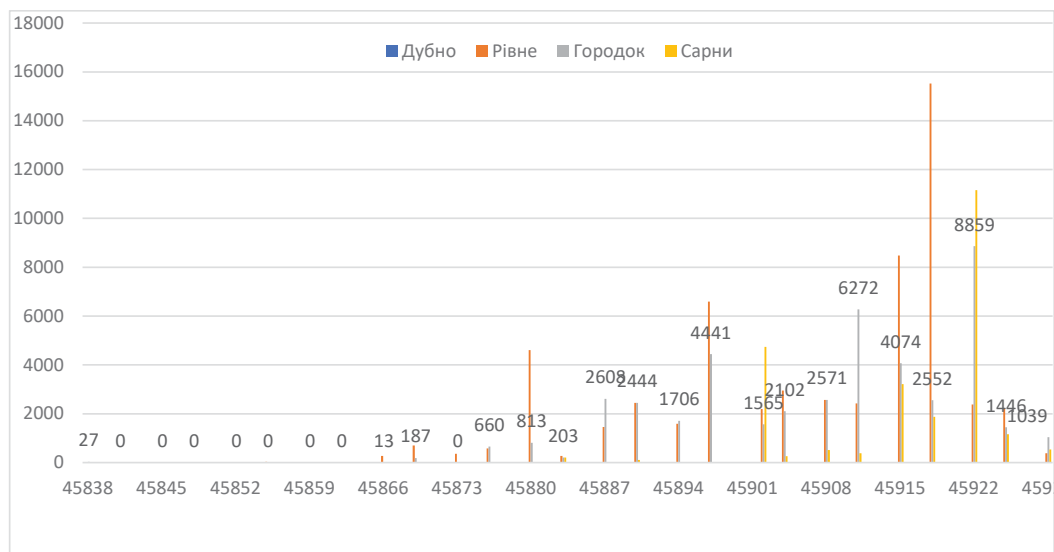


Рис. 7. SARS-CoV-2 Total (E/N) (концентрація вірусу) копій/мл/ в стічних водах впродовж липня–вересня 2025 р.

грипу А/В, в січні позитивних знахідок не було. Спостерігається тенденція до підвищення циркуляції вірусів грипу в контрольних точках.

Епідеміологічний нагляд за вмістом вірусів SARS-CoV-2 та грипу в господарсько-побутових стічних водах здійснюється у 22 областях України (за винятком Донецької та Луганської областей) та місті Києві. Результати нагляду свідчать про зростання частки позитивних зразків та концентрації вірусу на 1–2 тижні раніше порівняно з динамікою зареєстрованих випадків захворювання. І, що характерно, дана тенденція спостерігається у всіх областях. Зокрема, у липні-серпні 2024 року кількість зареєстрованих випадків COVID-19 зростає з 292 до понад 16 000, тоді як кількість позитивних зразків стічних вод – з 43 до 133, із досягненням пікових значень на 34–36 тижнях року. Аналогічна тенденція спостерігалася у липні–вересні

2025 року: кількість випадків захворювання збільшилася з 145 до майже 15 000, а кількість позитивних лабораторних знахідок у стічних водах – з 37 до 105, з піком на 36–37 тижнях року. Особливо показовим було зростання концентрації вірусу SARS-CoV-2 у стічних водах до 72 210,35 копій/мл на 100 тис. населення на 36-му тижні 2025 року, яке передувало піку клінічно підтверджених випадків (37-й тиждень) та підтверджувало доцільність використання цього показника як тригера для 3 раннього реагування (рис. 9). Подальше підвищення концентрації вірусу до 15 504,9 копій/мл на 39-му тижні минулого року на тлі зниження кількості офіційно зареєстрованих випадків імовірно свідчило про латентну циркуляцію вірусу в популяції, зниження рівня тестування або потенційний недооблік випадків. Зазначена динаміка відповідала типовій епіде-

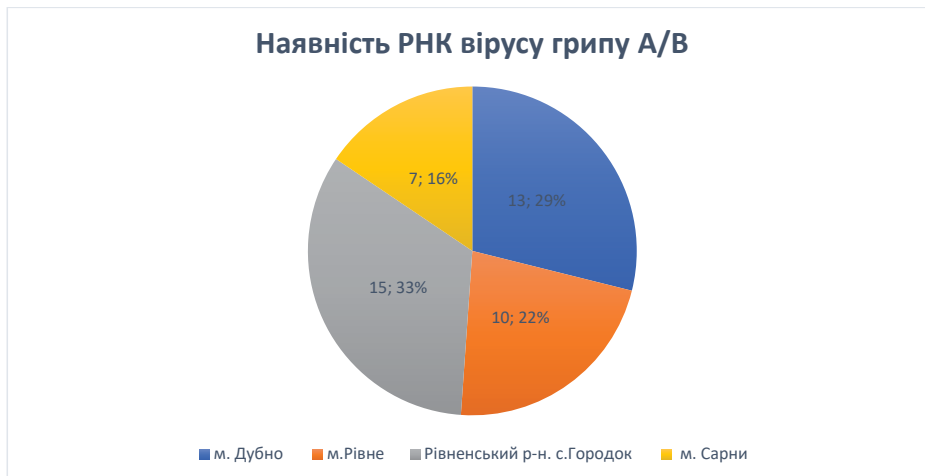


Рис. 8. Наявність РНК вірусу грипу А/В в точках забору за 2025 рік

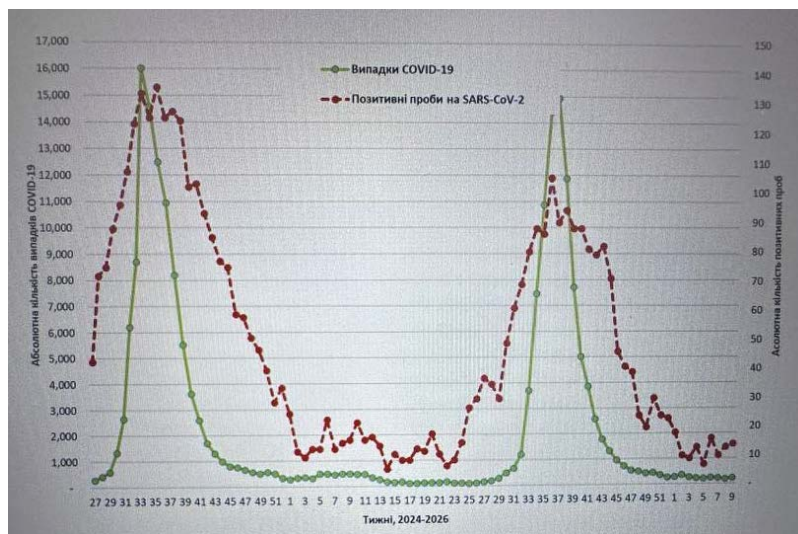


Рис. 9. Динаміка реєстрації випадків COVID-19 та результатів виявлення SARSCoV-2 у пробах стічних вод, Україна, тижні 2024–2026 рр.

мічній хвилі: період низьких значень → різкий піковий сигнал → спад → вторинне підвищення показників наприкінці аналізованого періоду.

Таким чином, результати проведеного дослідження підтверджують ефективність використання моніторингу стічних вод як додаткового інструменту епідеміологічного нагляду за респіраторними інфекціями. Виявлення РНК SARS-CoV-2 та вірусів грипу у стічних водах дозволяє оцінювати інтенсивність циркуляції збудників у популяції та прогнозувати зміни епідемічної ситуації. Отримані дані свідчать про доцільність інтеграції цього підходу у систему громадського здоров'я як елементу раннього попередження інфекційних захворювань.

Висновки.

1. Проведене дослідження підтвердило можливість ефективного виявлення генетичного матеріалу вірусу SARS-CoV-2 та вірусів грипу у стічних водах, що свідчить про доцільність використання цього підходу як інструменту епідеміологічного нагляду.

2. Встановлено, що аналіз стічних вод дозволяє отримувати інтегровану інформацію про циркуляцію респіраторних вірусів у популяції, включаючи безсимптомні випадки, що не охоплюються традиційними системами медичного спостереження.

3. Доведено наявність часової залежності між змінами концентрації вірусного генетичного матеріалу у стічних водах та рівнем захворюваності населення: зростання концентрації більш ніж у 1,5 раза протягом тижня може слугувати індикатором можливого підвищення захворюваності у найближчі 7–14 днів.

4. Отримані результати підтверджують, що моніторинг стічних вод може виконувати функцію системи раннього попередження, дозволяючи прогнозувати розвиток епідемічної ситуації та своєчасно впроваджувати профілактичні та протиепідемічні заходи.

5. Встановлено, що інтеграція даних wastewater-based epidemiology з результатами рутинного епідеміологічного нагляду підвищує точність оцінки епідемічних процесів та сприяє прийняттю обґрунтованих управлінських рішень у сфері громадського здоров'я.

6. Показано, що використання даного підходу є економічно доцільним та ресурсоефективним, особливо в умовах обмежених можливостей масового тестування населення.

7. Отримані результати обґрунтовують необхідність подальшого розвитку та впровадження систем моніторингу стічних вод на регіональному та національному рівнях як складової сучасної системи громадського здоров'я.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Ahmed W., Angel N. et al. First confirmed detection of SARS-CoV-2 in untreated wastewater in Australia: A proof of concept for the wastewater surveillance of COVID-19 in the community. *Science of the Total Environment*. 2020. Vol. 728. Art. 138764. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138764>
2. Medema G., Heijnen L., Elsinga G., et al. Presence of SARS-CoV-2 RNA in sewage and correlation with reported COVID-19 prevalence in the early stage of the epidemic in the Netherlands. *Environmental Science & Technology Letters*. 2020. Vol. 7, no. 7. P. 511–516. <https://doi.org/10.1021/acs.estlett.0c00357>
3. Peccia J., Zulli A., Brackney D. E., et al. Measurement of SARS-CoV-2 RNA in wastewater tracks community infection dynamics. *Nature Biotechnology*. 2020. Vol. 38. P. 1164–1167. <https://doi.org/10.1038/s41587-020-0684-z>
4. Heijnen L., Medema G. Surveillance of influenza A and norovirus in sewage. *Applied and Environmental Microbiology*. 2011. Vol. 77, no. 13. P. 4669–4675. <https://doi.org/10.1128/AEM.00359-11>
5. Wolfe M.K., Duong K., Bakker K.M. Wastewater-based detection of multiple respiratory viruses. *Science of the Total Environment*. 2022. Vol. 812. Art. 152484. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152484>
6. Status of environmental surveillance for SARS-CoV-2 virus: Scientific brief, 15 December 2022. World Health Organization. 2022. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-environmental-surveillance-status-2022.1>
7. Про систему громадського здоров'я : Закон України від 06.09.2022 № 2573-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2573-20>
8. Про затвердження державних санітарних норм і правил «Організація роботи лабораторій при дослідженні матеріалу, що містить біологічні патогенні агенти I–IV груп патогенності молекулярно-генетичними методами» : Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 24.01.2008 № 26. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0088-08>
9. Про затвердження методичних вказівок «Санітарно-вірусологічний контроль водних об'єктів» : Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 30.05.2007 № 284. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0284655-07>
10. Про затвердження Методичних рекомендацій щодо здійснення спостереження за динамікою вмісту збудників інфекційних хвороб у стічних водах : Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 07.10.2024 № 1701. URL: <https://moz.gov.ua/uk/decrees/nakaz-moz-ukrayini-vid-07-10-2024-1701-pro-zatverdzhennya-metodichnih-rekomendacij-shodo-zdijsnennya-sposterezhennya-za-dinamikoju-vmistu-zbudnikiv-infekciynih-hvorob-v-stichnih-vodah-sho-utvorilisa-v-procesi-gospodarsko-pobutovoyi-diyalnosti>
11. Brezytska D. M., Hushchuk I. V., Smilianov V. A. et al. Determination of the hazard of medical waste in the context of the COVID-19 pandemic. *Acta Balneologica*. 2022. Vol. 64, no. 2. P. 118–122. URL: <https://doi.org/10.36740/ABAL202202113>

REFERENCES:

1. Ahmed, W., Angel, N., Edson, J., Bibby, K., Bivins, A., O'Brien, J. W., Choi, P. M., Kitajima, M., Simpson, S. L., Li, J., Tschärke, B., Verhagen, R., Smith, W. J. M., Zaugg, J., Dierens, L., Hugenholtz, P., Thomas, K. V., & Mueller, J. F. (2020). First confirmed detection of SARS-CoV-2 in untreated wastewater in Australia: A proof of concept for the wastewater surveillance of COVID-19 in the community. *Science of the Total Environment*, 728, 138764. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138764> [in English].
2. Medema, G., Heijnen, L., Elsinga, G., Italiaander, R., & Brouwer, A. (2020). Presence of SARS-CoV-2 RNA in sewage and correlation with reported COVID-19 prevalence in the early stage of the epidemic in the Netherlands. *Environmental Science & Technology Letters*, 7(7), 511–516. <https://doi.org/10.1021/acs.estlett.0c00357> [in English].
3. Peccia, J., Zulli, A., Brackney, D. E., Grubaugh, N. D., Kaplan, E. H., Casanovas-Massana, A., Ko, A. I., Malik, A. A., Wang, D., Wang, M., Warren, J. L., Weinberger, D. M., Arnold, W., & Omer, S. B. (2020). Measurement of SARS-CoV-2 RNA in wastewater tracks community infection dynamics. *Nature Biotechnology*, 38, 1164–1167. <https://doi.org/10.1038/s41587-020-0684-z> [in English].
4. Heijnen, L., & Medema, G. (2011). Surveillance of influenza A and norovirus in sewage. *Applied and Environmental Microbiology*, 77(13), 4669–4675. <https://doi.org/10.1128/AEM.00359-11> [in English].
5. Wolfe, M. K., Duong, D., Bakker, K. M., Ammerman, M., Mortenson, L., Hughes, B., Arts, P. J., Lauring, A. S., & Boehm, A. B. (2022). Wastewater-based detection of multiple respiratory viruses. *Science of the Total Environment*, 812, 152484. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152484> [in English].
6. World Health Organization. (2022). *Status of environmental surveillance for SARS-CoV-2 virus: Scientific brief, 15 December 2022*. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-environmental-surveillance-status-2022.1> [in English].
7. Verkhovna Rada of Ukraine. (2022, September 6). *Pro systemu hromadskoho zdorovia* [On the public health system] (Law No. 2573-IX). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2573-20> [in Ukrainian].
8. Ministry of Health of Ukraine. (2008, January 24). *Pro zatverdzhennia derzhavnykh sanitarnykh norm i pravyl "Orhanizatsiia roboty laboratorii pry doslidzhenni materialu, shcho mistyt biolohichni patohenni ahenty I–IV hrup patohennosti molekuliarno-henetychnymy metodamy"* [On approval of state sanitary norms and rules "Organization of work of laboratories during the study of material containing biological pathogenic agents of I–IV pathogenicity groups by molecular genetic methods"] (Order No. 26). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0088-08> [in Ukrainian].
9. Ministry of Health of Ukraine. (2007, May 30). *Pro zatverdzhennia metodychnykh vkazivok "Sanitarno-virusolohichni kontrol vodnykh ob'ektiv"* [On approval of methodological guidelines "Sanitary-virological control of water bodies"] (Order No. 284). <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0284655-07> [in Ukrainian].
10. Ministry of Health of Ukraine. (2024, October 7). *Pro zatverdzhennia Metodichnykh rekomendatsii shchodo zdiisnennia sposterezhennia za dynamikoiu vmistu zbudnykiv infektsiinykh khvorob u stichnykh vodakh* [On approval of Methodological recommendations for monitoring the dynamics of the content of pathogens of infectious diseases in wastewater] (Order No. 1701). <https://moz.gov.ua/uk/decrees/nakaz-moz-ukrayini-vid-07-10-2024-1701-pro-zatverdzhennya-metodichnih-rekomendacij-shodo-zdiisnennya-sposterezhennya-za-dinamikoyu-vmistu-zbudnykiv-infektsijnih-hvorob-v-stichnih-vodah-sho-utvorilisya-v-procesi-gospodarsko-pobutovoyi-diyalnosti> [in Ukrainian].
11. Brezytska, D. M., Hushchuk, I. V., Smilianov, V. A., Vivsiannyk, O. M., Safonov, R. V., & Khoronzhevska, I. S. (2022). Determination of the hazard of medical waste in the context of the COVID-19 pandemic. *Acta Balneologica*, 64(2), 118–122. <https://doi.org/10.36740/ABAL202202113> [in English].

Дата першого надходження статті до видання: 20.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 28.05.2026



Стаття поширюється на умовах ліцензії
відкритого доступу (CC BY 4.0)