

# Scientific and technical journal «Technogenic and Ecological Safety»

RESEARCH ARTICLE  
OPEN ACCESS

## ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОВЕРХНЕВОГО ВОДНОГО ОБ'ЄКТУ (НА ПРИКЛАДІ РІЧКИ СЕЙМ)

С. А. Коваленко<sup>1</sup>, Р. В. Пономаренко<sup>1</sup>, О. В. Третяков<sup>2</sup>, А. В. Титаренко<sup>1</sup>, Є. В. Іванов<sup>1</sup><sup>1</sup>Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна<sup>2</sup>Національний авіаційний університет, Київ, Україна

УДК 502.51:502.172

DOI: 10.52363/2522-1892.2022.2.3

Отримано: 26 квітня 2022

Прийнято: 25 листопада 2022

Cite as: Kovalenko S., Ponomarenko R., Tretiyakov O., Titarenko A., Ivanov Y. (2022). Determination of the ecological condition of a surface water object (on the example of the Seim River). Technogenic and ecological safety, 12(2/2022), 23–31. doi: 10.52363/2522-1892.2022.2.3

### Анотація

У статті наведено аналіз якісного складу поверхневого водного об'єкту, а саме річки Сейм у Чернігівській та Сумській областях, з метою визначення зміни його екологічного стану. Проведено статистичний та систематичний аналіз зміни екологічного стану за даними інтерактивної карти «Моніторингу та екологічної оцінки водних ресурсів України» Державного агентства водних ресурсів України у період з січня 2012 року по грудень 2020 року. Також проаналізовано вміст основних показників: поліфосфатів, амонію, нітратів, нітритів та сульфатів. Досліджено дані контролю забору води з 4-х постів у межах річки Сейм. У подальшому результати дослідження можуть бути використані при розробці та впровадженні надійної та ефективної моделі прогнозування зміни екологічного стану річки Сейм.

**Ключові слова:** поверхневі водні об'єкти, техногенне навантаження, екологічний стан, басейновий принцип управління, р. Сейм.

### 1. Постановка проблеми.

Поверхневі водні об'єкти України займають 24,1 тис.км<sup>2</sup> (4 %) від загальної площі країни – 603,7 тис.км<sup>2</sup>. До них належать озера, водосховища, річки, канали, ставки тощо. До головних річок України належать Дніпро з загальною довжиною 2201 км, у межах України – 705 км, Дністер має загальну довжину 1362 км, у межах України – 705 км, Сіверський Донець загальна довжина – 1053 км, у межах України – 672 км, Південний Буг – 806 км.

На сьогоднішній день проблема зміни екологічного стану поверхневих водних об'єктів країни залишається актуальною для усіх 9 водних басейнів України, що існують на території держави. У басейнах річок Дніпра, річках Приазов'я, окремих притоків Західного Бугу і Дністра, річки Сіверський Донець якість води відносять до VI класу («дуже брудна») відповідно до вимог СанПіН 2.2.4-171-10 [1].

Система екологічного моніторингу – це відкрита інформаційна система, пріоритетами функціонування якої є захист життєво важливих екологічних інтересів людини і суспільства; збереження природних екосистем; відвернення кризових змін екологічного стану довкілля і запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям [2].

До національної системи моніторингу забруднення навколишнього природного середовища (далі – НПС) відносять забруднення атмосферного повітря; поверхневих вод суши; морів та джерел забруднення; ґрунтів; фонові спостереження. Крім того, система моніторингу забруднення НПС поділяється за видами спостережень та контролю: базовий, фоновий, дистанційний, біологічний та ін.

Моніторинг стану вод суши дозволяє провести оцінку хімічного складу води, біогенних параметрів, наявних зважених часток та органічних речовин,

основних забруднюючих речовин, важких металів та пестицидів, за хронічною токсичністю води, визначають показники радіоактивного забруднення поверхневих вод [3].

Україна належить до списку держав з недостатнім забезпеченням прісними водними ресурсами, вода яких придатна для використання в сфері забезпечення населення питною водою. Техногенне навантаження приводить до погіршення якості води і режиму його річкового стоку [4–6]. Відповідно до статті 13 Водного кодексу України державне управління в галузі використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів здійснюється за басейновим принципом на основі державних, цільових, міждержавних та регіональних програм використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів, а також планів управління річковими басейнами.

Недотримання природоохоронних вимог, що проявляється у надлишковому використанні у сільськогосподарському виробництві мінеральних і органічних добрив, отрутохімікатів, їх незадовільне зберігання, порушення вимог агротехнології, призводить до забруднення, у тому числі і поверхневих водних об'єктів. Це призводить до гострих нітратних отруєнь, інфекційних захворювань, інколи до летальних випадків. Небезпечний вплив на якість водних ресурсів здійснює гірничодобувна промисловість. Величезна кількість відвалів, відходів виробництва, хвостосховищ, шлако-накопичувачів призводить до неконтрольованого хімічного та радіоактивного забруднення вод, зокрема поверхневих водних об'єктів.

Водні ресурси – важливий компонент для життя людини. Щорічно зростає техногенне навантаження на компоненти НПС, у тому числі і на поверхневі водні об'єкти. Безперервна діяльність людини постійно

приводить до погіршення якості води та екологічного режиму річкового стоку. Техногенна діяльність може призводити до регіональних і глобальних змін НПС. Зміни в якісному складі води з тенденцією до постійного погіршення спостерігаються практично в усіх поверхневих джерелах водопостачання країни [7–11]. Щороку зі стічними водами до поверхневих водних об'єктів скидається біля 2 млн тон забруднюючих речовин. За даними державного моніторингу вод Держводагентства спостерігаються високі концентрації органічних сполук, сполук нітрогену й фосфору, фенолів, нафтопродуктів, важких металів тощо.

Одне з важливих питань у сфері охорони НПС та раціонального використання природних ресурсів – це зниження екологічних ризиків поверхневих водних об'єктів в умовах басейнового принципу управління водними ресурсами. Відповідно до статті 41 Водного кодексу України забороняється скидання у водні об'єкти забруднюючих речовин, для яких не встановлено нормативи екологічної безпеки водокористування та нормативи гранично допустимого скидання. На сьогодні головним джерелом під час підготовки питної води в Україні (до 70 %) є води поверхневих водних джерел. Вода є основною складовою всіх рідин організму, зокрема крові, в якій понад 90 % міститься саме її, виконуючи такі основні функції: регуляція температури тіла; виведення шлаків токсинів і продуктів життєдіяльності; транспорт поживних речовин і кисню; засвоєння і переварювання продуктів харчування; транспортна функція; амортизація

суглобів та запобігання їх тертя; підтримка структур клітин; захист тканин і внутрішніх органів.

Безперервна діяльність людини постійно призводить до погіршення якості води поверхневих водних об'єктів та екологічного режиму річкового стоку. Техногенна діяльність може призводити до регіональних і глобальних змін НПС [12, 13].

Метою дослідження є визначення нових часово-просторових тенденцій зміни розподілу концентрацій основних забруднюючих речовин за течією річки Сейм у межах України для забезпечення можливості застосування отриманих результатів для реалізації басейнового принципу управління водними ресурсами.

## 2. Матеріали та методи.

Для оцінки якісного складу поверхневого водного об'єкта, а саме річки Сейм, застосовано ретроспективний аналіз даних моніторингу та екологічної оцінки водних ресурсів України Державного агентства водних ресурсів (далі – ДАВР) України [14] за період з січня 2012 року по грудень 2020 року.

## 3. Результати та їх обговорення.

На основі моніторингових даних ДАВР України було проведено аналіз зміни екологічного стану за вмістом поліфосфатів, амонію, нітратів та нітритів, фосфатів та сульфатів річки Сейм на основі даних з 4-х постів спостереження річки Сейм (рис. 1): 1) 230 км, с. Піски, Буринський р-н, кордон з російською федерацією; 2) 182 км, с. Чумакове; 3) 66 км, с. Мельня, кордон Сумської і Чернігівської обл.; 4) 42 км, м. Батури Бахмацького р-ну.

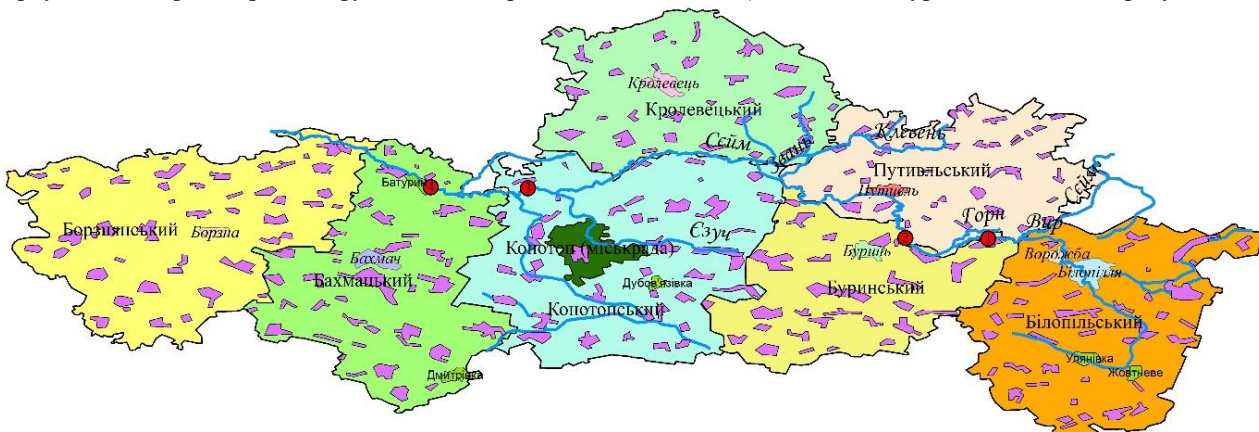


Рисунок 1 – Схематичне розміщення чотирьох постів спостереження, за даними яких проводилось дослідження

Постійне вживання води з надмірною концентрацією амонію призводить до ряду захворювань: порушень нервової системи; підвищення артеріального тиску; порушень кислотно-лужного балансу; серйозних порушень в репродуктивній системі; хвороб печінки, нирок і легень.

Під час потрапляння фосфатів у поверхневі водні об'єкти відбувається швидкий ріст водоростей, зокрема синьо-зелених, що призводить до евтрофікації води. Відбувається цвітіння води. Фосфати містяться майже у всіх мийних засобах, наприклад у пральних порошках, засобах для миття посуду тощо. Фосфати, що містяться в воді у надмірній кількості, негативно впливають на

здоров'я людини, зокрема викликають онкологічні та шкірні захворювання. Джерелами забруднення поверхневих водних об'єктів фосфатами є: господарсько-побутові і промислові стічні води, змиви мінеральних добрив та пестицидів із сільськогосподарських угідь, відходів тваринницьких ферм, дренажні води зрошувальних систем, дощові стоки із територій населених пунктів.

Вміст нітратів та нітритів – це показник хімічного складу природної води, що використовується при проведенні екологічної оцінки якості природних. Нітрати та нітрити потрапляють у воду зі стоків промислових і сільськогосподарських підприємств. Недотримання природоохоронних вимог призводить до

забруднення поверхневих та підземних вод. Воно проявляється у надлишковому використанні мінеральних і органічних добрив, отрутохімікатів у сільськогосподарському виробництві та їх незадовільному зберіганні. Це призводить до гострих нітратних отруєнь, інфекційних захворювань, інколи до летальних випадків. Під час розкладання білків рослинного і тваринного походження мікроорганізмами виділяються сполуки амонію. При контакті з повітрям вони окислюються до нітратів та нітритів, які потім потрапляють у воду. Порушується транспортування кисню до тканин людини, в подальшому відбувається порушення роботи нервової системи. Також надлишковий вміст нітратів призводить до порушень підшлункової та щитовидної залоз, до серцевої недостатності, онкологічних захворювань, захворювань серцево-судинної системи, захворювання нирок. Токсичну дію на організм людини нітрати здійснюють у разі досягнення концентрації понад  $20 \text{ мг/дм}^3$  [11].

Вміст сульфатів у природних водах змінюється завдяки скиданню у водойми промислових і побутових стічних вод та вимиванню сульфатвмісних порід. Головним джерелом сульфатів у поверхневих водних об'єктах є процеси хімічного вивітрювання і розчинення сірковмісних мінералів, окислення сульфідів і сірки. Значна кількість сульфатів надходить у водойми у процесі відмирання організмів, окислення наземних і водних речовин рослинного і тваринного походження, з підземним стоком. Також сульфати виділяються з рослинних або нафтових джерел, наприклад, з пальмовою чи кокосовою олією. Зазвичай це мийні засоби або поверхнево-активні речовини, які містяться у шампуні, засобах для миття, зубній пасті, тощо. Вживання води з підвищеним вмістом сульфатів негативно впливає на здоров'я людей: може спричиняти подразнення слизової шлунково-кишкового тракту. Також використання води з надмірним вмістом сульфатів може викликати корозію бетону та залізобетонних конструкцій.

У таблицях 1–5 наведено вміст забруднюючих речовин по постах забору води річки Сейм в період з 2012 року до 2020 року.

Згідно з даними таблиці 1 на посту 1 найнижчий рівень вмісту  $\text{NH}_4^+$  був у 2013 році, а найвищим у 2020 р. Вміст  $\text{NH}_4^+$  у 2020 році збільшився на 63,3 % у порівнянні з 2012 роком. На посту 2 найнижчий рівень у 2013 році, найвищий – 2017 р. Вміст  $\text{NH}_4^+$  у 2020 році збільшився на 13,3 % у порівнянні з 2012 роком. На посту 3 найнижчий рівень у 2012 р., а найвищий у 2019 році. Вміст  $\text{NH}_4^+$  у 2020 році збільшився на 51,9 % у порівнянні з 2012 роком. На посту 4 найнижчий рівень вмісту  $\text{NH}_4^+$  був у 2019 році, а найвищий – у 2017 році. Вміст  $\text{NH}_4^+$  у 2020 році зменшився на 24,2 % у порівнянні з 2012 роком. Відповідно до [15] врожайність у 2020 році зросла у порівнянні з 2019 роком приблизно у 10 %. Це може бути наслідком зростання використання мінеральних добрив, що, у свою чергу, призводить до зростання вмісту амонію-іонів у воді річки Сейм.

Також відбуваються сезонні коливання концентрацій іонів амонію. Зниження зазвичай відбувається навесні, а влітку – збільшення, під час посилення процесів бактеріального розкладу органічних речовин. А під час осінньо-зимового періоду продовжується збільшення вмісту іонів амонію, що пов'язане із розкладом органічних речовин в умовах слабкої чи повної відсутності його споживання фітопланктоном [16]. Підвищення вмісту іонів амонію у 2020 року у порівнянні з 2013 роком свідчить про погіршення санітарного стану води у річці Сейм. Збільшення концентрації зумовлене надходженням у поверхневий водний об'єкт господарсько-побутових стічних вод, азотних і органічних добрив.

Згідно з даними таблиці 2 на посту 1 найнижчим рівень вмісту  $\text{NO}_2^-$  був у 2014 році, а найвищим у 2017 р. Вміст  $\text{NO}_2^-$  у 2020 році збільшився на 10,5 % у порівнянні з 2012 роком. На посту 2 найнижчий рівень у 2016 році, найвищий – 2017 р. Вміст  $\text{NO}_2^-$  у 2020 році зменшився на 7,14 % у порівнянні з 2012 роком. На посту 3 найнижчий рівень у 2017 та 2018 рр., а найвищий у 2012 році. Вміст  $\text{NO}_2^-$  у 2020 році зменшився на 75 % у порівнянні з 2012 роком. На посту 4 найнижчий рівень вмісту  $\text{NO}_2^-$  був у 2016 та 2019 роках, а найвищий – у 2013, 2017 та 2018 роках. Нітроти – це нестійкі сполуки. Виявити їх можливо при порівняно свіжому забрудненні водного об'єкту [16]. Бактерії окислюють іони амонію до нітритів, а далі окислюють нітроти у нітрати.

Згідно з даними таблиці 3 на посту 1 найнижчий рівень вмісту  $\text{NO}_3^-$  був у 2019 році, а найвищим у 2016 р. Вміст  $\text{NO}_3^-$  у 2020 році зменшився на 4,04 % у порівнянні з 2012 роком. На посту 2 найнижчий рівень у 2019 році, найвищий – 2013 р. Вміст  $\text{NO}_3^-$  у 2020 році збільшився на 2 % у порівнянні з 2012 роком. На посту 3 найнижчий рівень у 2012 р., а найвищий у 2020 році. Вміст  $\text{NO}_3^-$  у 2020 році збільшився на 57,9 % у порівнянні з 2012 роком. На посту 4 найнижчий рівень вмісту  $\text{NO}_3^-$  був у 2012 році, а найвищий – у 2017 році. Вміст  $\text{NO}_3^-$  у 2020 році збільшився на 27,4 % у порівнянні з 2012 роком.

Нітрати – це продукти розкладу органічних речовин. Розчини, які збагачені нітратами та нітритами добре поглинаються рослинами, зокрема зерновими культурами [16]. Підвищення вмісту нітратів пов'язане зі збільшенням площі змиву нітратів [17].

Згідно з даними таблиці 4 на посту 1 найнижчий рівень вмісту  $\text{PO}_4^{3-}$  був у 2016 році, а найвищий у 2013 р. Вміст  $\text{PO}_4^{3-}$  у 2020 році зменшився на 27,2 % у порівнянні з 2012 роком. На посту 2 найнижчий рівень у 2015 році, найвищий – 2017 р. Вміст  $\text{PO}_4^{3-}$  у 2020 році збільшився на 27,6 % у порівнянні з 2012 роком. На посту 3 найнижчий рівень у 2017 р., а найвищий у 2013 році. Вміст  $\text{PO}_4^{3-}$  у 2020 році збільшився на 50,6 % у порівнянні з 2012 роком. На посту 4 найнижчий рівень вмісту  $\text{PO}_4^{3-}$  був у 2015 році, а найвищий – у 2018 році. Вміст  $\text{PO}_4^{3-}$  у 2020 році зменшився на 6,97 % у порівнянні з 2012 роком.

Таблиця 1 – Вміст  $\text{NH}_4^+$ , ммоль/дм<sup>3</sup> по постах забору води річки Сейм

Роки	Пости			
	П1	П2	П3	П4
2012	0,0124	0,0212	0,0071	0,0167
2013	0,0078	0,0111	0,0137	0,0135
2014	0,0148	0,0141	0,0156	0,0197
2015	0,0162	0,0186	0,0168	0,0169
2016	0,0160	0,0149	0,0215	0,0137
2017	0,0198	0,0246	0,0145	0,0198
2018	0,0193	0,0208	0,0190	0,0148
2019	0,0182	0,0182	0,0287	0,0105
2020	0,0339	0,0245	0,0147	0,0135

Таблиця 2 – Вміст  $\text{NO}_2^-$ , ммоль/дм<sup>3</sup> по постах забору води річки Сейм

Роки	Пости			
	П1	П2	П3	П4
2012	0,00092	0,00109	0,00500	0,00103
2013	0,00091	0,00057	0,00076	0,00109
2014	0,00038	0,00082	0,00071	0,00082
2015	0,00120	0,00087	0,00116	0,00087
2016	0,00065	0,00038	0,00087	0,00065
2017	0,00158	0,00179	0,00060	0,00109
2018	0,00060	0,00087	0,00060	0,00109
2019	0,00082	0,00082	0,00087	0,00065
2020	0,00103	0,00101	0,00125	0,00103

Таблиця 3 – Вміст  $\text{NO}_3^-$ , ммоль/дм<sup>3</sup> по постах забору води річки Сейм

Роки	Пости			
	П1	П2	П3	П4
2012	0,0395	0,0476	0,0258	0,0196
2013	0,0368	0,0616	0,0435	0,0200
2014	0,0357	0,0543	0,0440	0,0223
2015	0,0226	0,0581	0,0373	0,0263
2016	0,0414	0,0351	0,0433	0,0276
2017	0,0273	0,0463	0,0322	0,0294
2018	0,0247	0,0277	0,0382	0,0223
2019	0,0203	0,0231	0,0283	0,0245
2020	0,0379	0,0485	0,0613	0,0271

Таблиця 4 – Вміст  $\text{PO}_4^{3-}$ , ммоль/дм<sup>3</sup> по постах забору води річки Сейм

Роки	Пости			
	П1	П2	П3	П4
2012	0,0089	0,0052	0,0043	0,0081
2013	0,0116	0,0090	0,0089	0,0068
2014	0,0072	0,0065	0,0064	0,0042
2015	0,0069	0,0032	0,0057	0,0032
2016	0,0049	0,0043	0,0054	0,0061
2017	0,0092	0,0106	0,0035	0,0079
2018	0,0067	0,0070	0,0066	0,0084
2019	0,0066	0,0082	0,0073	0,0073
2020	0,0070	0,0072	0,0087	0,0076

Таблиця 5 – Вміст  $\text{SO}_4^{2-}$ , ммоль/дм<sup>3</sup> по постах забору води річки Сейм

Роки	Пости			
	П1	П2	П3	П4
2012	0,4035	0,5124	0,7891	0,4579
2013	0,5536	0,3995	0,4333	0,5057
2014	0,5023	0,5326	0,4320	0,5747
2015	0,4734	0,5862	0,5503	0,5505
2016	0,4393	0,4451	0,4771	0,5265
2017	0,4602	0,4284	0,3398	0,6317
2018	0,3120	0,2669	0,4698	0,4258
2019	0,3448	0,3203	0,3000	0,3464
2020	0,2810	0,3566	0,4078	0,4280

Згідно з даними таблиці 5 на посту 1 найнижчий рівень вмісту  $\text{SO}_4^{2-}$  був у 2020 році, а найвищим у 2013 р. Вміст  $\text{SO}_4^{2-}$  у 2020 році зменшився на 43,6 % у порівнянні з 2012 роком. На посту 2 найнижчий рівень у 2018 році, найвищий – 2015 р. Вміст  $\text{SO}_4^{2-}$  у 2020 році зменшився на 43,7 % у порівнянні з 2012 роком. На посту 3 найнижчий рівень у 2019 р., а найвищий у 2012 році. Вміст  $\text{SO}_4^{2-}$  у 2020 році зменшився на 93,5 % у порівнянні з 2012 роком. На посту 4 найнижчий рівень вмісту  $\text{SO}_4^{2-}$  був у 2019 році, а найвищий – у 2017 році. Вміст  $\text{SO}_4^{2-}$  у 2020 році зменшився на 6,97 % у порівнянні з 2012 роком.

Зменшення вмісту фосфатів та сульфатів у річці Сейм (таблиця 4 та 5 відповідно) на постах спостереження може бути пов'язане з тим, що зменшується кількість населення у населених пунктах з 2013 року до 2020 року. Згідно з даними

Державної служби статистики України [18] кількість населення у Путивльському районі зменшилась з 29040 осіб (2013 рік) до 26194 особи (2020 рік); у Кролевецькому районі у 2013 році було 39822 особи, у 2020 році – 36390 осіб; у Конотопському районі кількість населення з 30840 осіб (2013 рік) зменшилась до 26838 осіб (2020 рік); у Бахмацькому районі у 2013 році було 46846 осіб, у 2020 році 42381 особа. Таким чином, зменшується кількість скиду забруднених стічних вод, які містять у своєму складі фосфати та сульфати. Також ліві та праві притоки річки Сейм привносять у річку додаткову кількість води тим самим розбавляють її, що сприяє зменшенню вмісту забруднюючих речовин.

На основі даних таблиць 1–5 було побудовано графіки (рисунки 2–6) для більш наглядного відображення зміни вмісту показників для 2020 року.

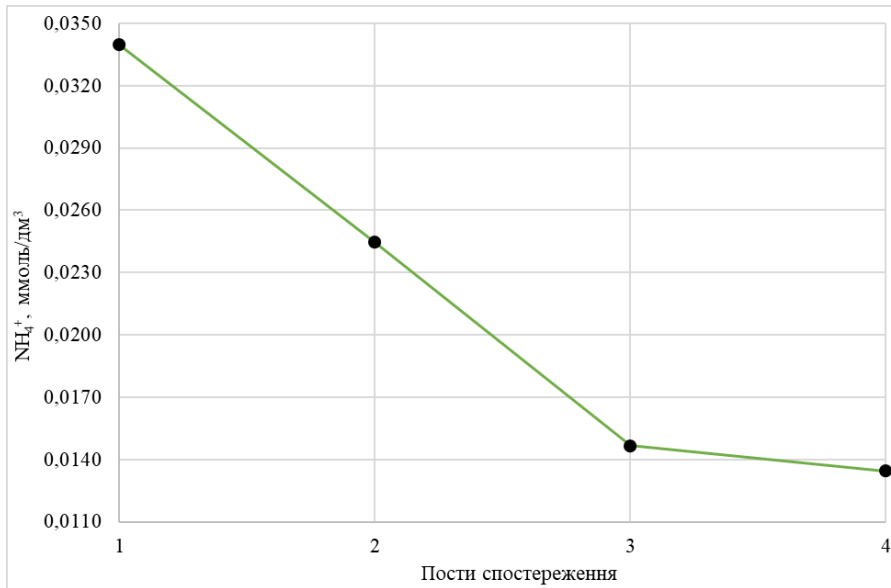


Рисунок 2 – Загальний вміст амонію-іонів по постах заборів води річки Сейм за 2020 рік

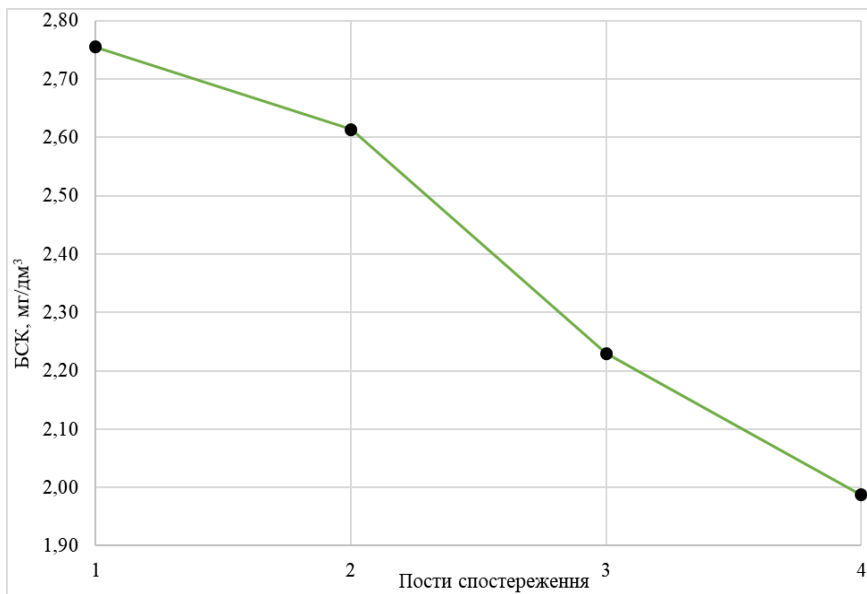


Рисунок 3 – Загальний вміст БСК по постах заборів води річки Сейм за 2020 рік

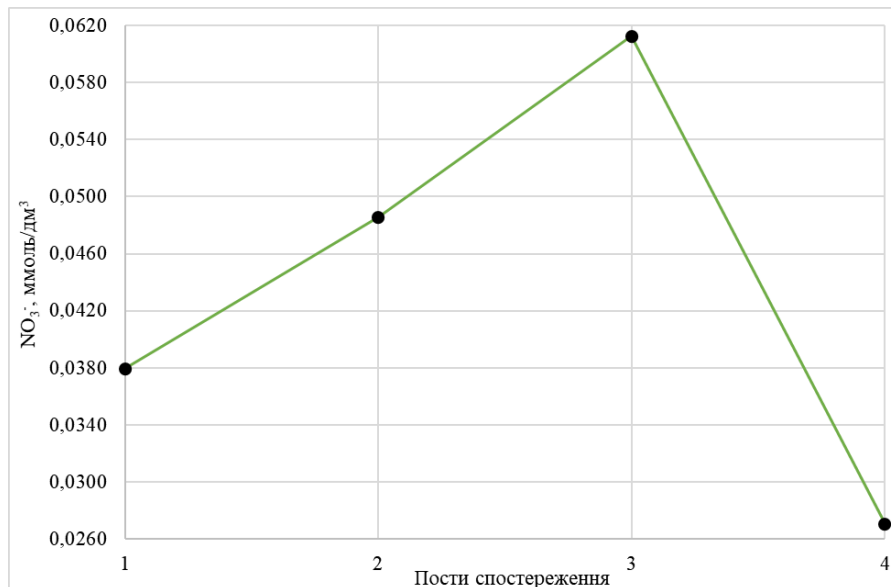


Рисунок 4 – Загальний вміст нітратів-іонів по постах заборів води річки Сейм за 2020 рік

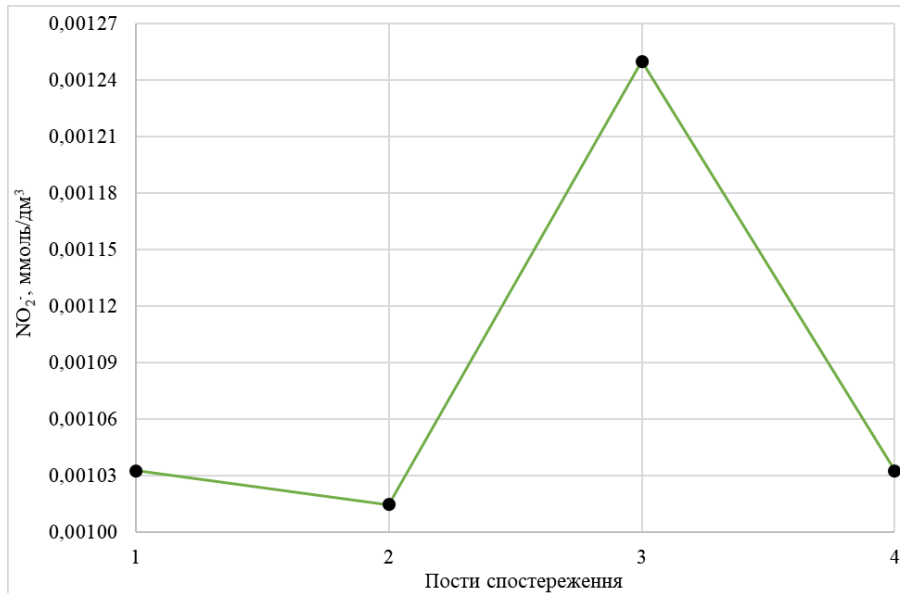


Рисунок 5 – Загальний вміст нітритів-іонів по постах заборів води річки Сейм за 2020 рік

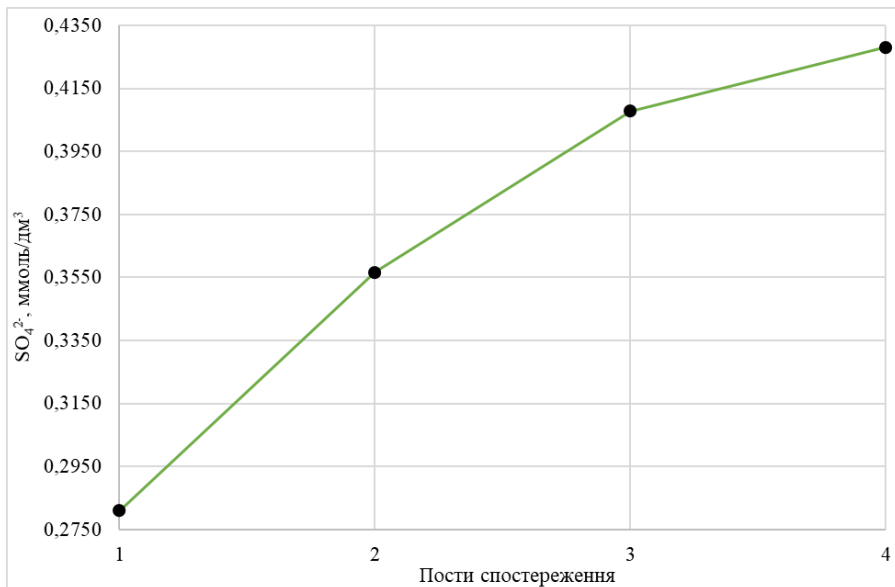
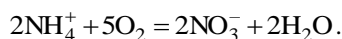


Рисунок 6 – Загальний вміст сульфатів-іонів по постах заборів води річки Сейм за 2020 рік

Поява NH<sub>4</sub><sup>+</sup> зумовлена стоками з сільськогосподарських угідь та від сільськогосподарських підприємств і комунальними скидами зворотних вод з очисних споруд та без очистки у населених пунктах Бахмацького району (село Матіївка), Конотопського району (села Мельня та Хижки), Путивльського району (м. Путивль, села Зарічне та Снуосове), Буринського району (села Чумакове, Клепани та Піски).

На рисунку 2 спостерігається постійне зменшення концентрації амонію від посту 1 до посту 4. Пониження концентрацій амонію може відбуватись за рахунок його окиснення киснем, який розчинений у воді, до нітрат-іонів (рисунок 4, 5).



Аналіз рисунку 3 показав, що у річці Сейм по 4 постах спостерігається постійне погіршення кисневого режиму.

Нітрати можуть потрапляти до поверхневих водних об'єктів разом із стоками з полів, які оброблені нітратними добривами. Наприклад, аміачна селітра (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>), кальцієва селітра (Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>). Можна зробити припущення, що використання таких добрив зумовлює підвищення вмісту нітратів у воді (рисунок 4, пости 1–3). У селах Піски (пункт 1), Чумакове (пункт 2) та Мельня (пункт 3) добре розвинене сільське господарство, що також пояснює підвищення вмісту нітратів.

На рисунку 5 на посту 3 (с. Мельня) спостерігається суттєве збільшення вмісту нітритів.

Нітрифікація – це процес окиснення аміаку до азотистої (HNO<sub>2</sub>) або далі до азотної (HNO<sub>3</sub>) кислоти, який відбувається в аеробних умовах у ґрунті та природних водах. Нітрифікація часто викликає появу нітратів у такій кількості, що проявляє токсичну дію. Затримка окислення NO<sub>2</sub><sup>-</sup> до NO<sub>3</sub><sup>-</sup> під час другої стадії нітрифікації свідчить про забруднення водойми [16], що у свою чергу може

бути зумовлене використанням мінеральних добрив у сільському господарстві, наприклад аміачної селітри.

На рисунку 4 та 5 від пункту 3 до пункту 4 спостерігається різке зменшення вмісту нітритів та нітратів. Зниження концентрації нітрат- і нітрит-іонів між постами 3-4 на рисунках 4 та 5 відповідно може свідчити про протікання процесів 1 і 2 стадії нітрифікації, а також аноксидного окислення амонію.

З рисунку 6 від поста 1 до поста 4 спостерігається постійне збільшення вмісту сульфатів. Можемо зробити припущення, що причиною даного явища слугує скидання неочищених чи недостатньо очищених стічних вод підприємств, наприклад, ТОВ Молоко Вітчизни, ДП «Попівський експериментальний завод» (виробництво мила та миючих засобів, засобів для чищення та полірування, виробництво хімічних продуктів). Загальновідомим є той факт, що у технологічному процесі на підприємствах використовують сірчану кислоту для виготовлення добрив та хімічних речовин. Потрапляння сульфатів у поверхневі водні об'єкти також зумовлене процесами житлово-комунального господарства населених пунктів. З точки зору басейнового управління доцільно встановити додатковий пункт контролю якості водних скидів цих підприємств. У селах Піски (пункт 1), Чумакове (пункт 2) та Мельня (пункт 3)

добре розвинене сільське господарство, що також пояснює підвищення вмісту сульфатів. Наприклад, сульфат калію ( $K_2SO_4$ ) – це концентроване калійне добриво. Використання сульфату калію із азотними і фосфатними добривами позитивно впливає на врожайність льону, картоплі, буряку.

З аналізу рисунку 7 спостерігається збільшення вмісту фосфатів (пункти 1–3), а в пункті 4 навпаки спостерігається його зменшення. Причиною збільшення вмісту фосфатів може бути розміщення постів спостереження у населених пунктах (с. Чумакове, с. Хижки, с. Жолдани с. Мельня). Можна припустити, що населення скидає неочищені побутові стічні води. На сьогодні в Україні відсутні нормативи для вмісту фосфатів у побутових миючих засобах, проте встановлені нормативи вмісту фосфатів у стічних водах, які приймаються до систем централізованого водовідведення [17]. Також додатковим джерелом потрапляння у поверхневі водні об'єкти є фосфатні добрива, які використовують у сільському господарстві. Наприклад, дигідрофосфат кальцію ( $Ca(H_2PO_4)_2$ ) – сполука, яка добре засвоюється рослинами на всіх видах ґрунтів.

Отримані під час дослідження результати дають можливість стверджувати, що екологічний стан річки Сейм, однієї з важливих приток річки Дніпро, погіршується вже сьогодні внаслідок техногенного впливу. Це призводить до погіршення якості води і режиму його річкового стоку.

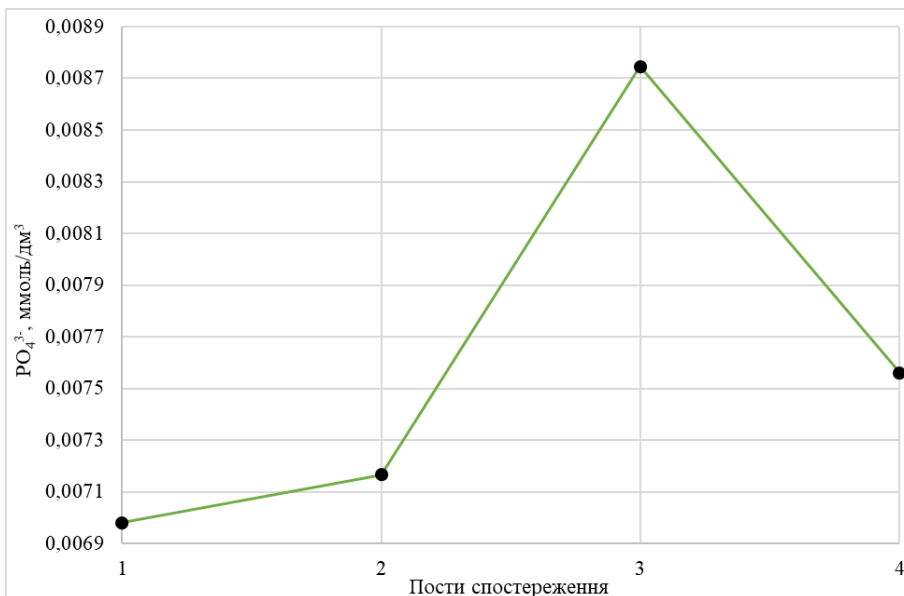


Рисунок 7 – Загальний вміст фосфат-іонів по постах заборів води річки Сейм за 2020 рік

#### 4. Висновки.

Аналіз результатів дослідження показує, що у період з 2012 року до 2020 року спостерігається тенденція до погіршення екологічного стану річки Сейм у межах України. Однією з причин є техногенне навантаження на поверхневий водний об'єкт. Представлений підхід дає можливість проведення аналізу зміни екологічного стану інших поверхневих водних об'єктів України.

Визначено нові часово-просторові тенденції зміни розподілу концентрацій основних

забруднюючих речовин за течією річки Сейм у межах України – поліфосфатів, амонію, нітратів, нітритів та сульфатів для забезпечення можливості застосування отриманих результатів як вихідних даних для реалізації басейнового принципу управління водними ресурсами.

Для річки Сейм доцільно встановити додаткові пункти спостереження для більш детального представлення екологічного стану поверхневого водного об'єкта між постами 2 та 3.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10). Наказ Міністерства охорони здоров'я від 12.05.2010 №400. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>.
2. Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод. Постанова Кабінету Міністрів України від 19 вересня 2018 р. № 758. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/758-2018-%D0%BF#Text>.
3. A comprehensive review on the design and optimization of surface water quality monitoring networks / Jiang J. et al. *Environmental Modelling & Software*. 2020. Vol. 132. Art. 104792. DOI: 10.1016/j.envsoft.2020.104792. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364815220300049?via%3Dihub>.
4. Дослідження зміни якісного стану поверхневого водного об'єкта в умовах техногенного навантаження / Пономаренко Р. В., Пляцук Л. Д., Ковальов П. А., Затько Й. *Техногенно-екологічна безпека*. 2020. № 8(2/2020). С. 48–54. DOI: 10.5281/zenodo.4300769.
5. Пономаренко Р. В. Науково-теоретичні основи зниження техногенного навантаження на системи водопостачання регіону з урахуванням основних принципів басейнового управління водними ресурсами: монографія. Харків: Планета-Прінт, 2020. 112 с.
6. Probability maps of anthropogenic impacts affecting ecological status in European rivers / Vigiak O. et al. *Ecological Indicators*. 2021. Vol. 26. Art. 107684. DOI: 10.1016/j.ecolind.2021.107684.
7. Determining the effect of anthropogenic loading on the environmental state of a surface source of water supply / R. Ponomarenko et al. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. № 3/10 (105). Pp. 54–62. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.206125. URL: <http://journals.urau.ua/ejet/article/view/206125/206926>.
8. Contaminants, mutagenicity and toxicity in the surface waters of Kyiv, Ukraine / Ho K.T. et al. *Marine Pollution Bulletin*. 2020. Vol. 155. Art. 111153. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2020.111153. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X2030271X>.
9. Визначення екологічного стану головного джерела водопостачання України / Р. В. Пономаренко, Л. Д. Пляцук, О. В. Третяков, А. П. Ковальов. *Техногенно-екологічна безпека*. 2020. № 6(2/2019). С. 69–77. DOI: 10.5281/zenodo.3559035.
10. Екологічна оцінка якісного складу поверхневого водного об'єкта (на прикладі річки Псел) / С. А. Коваленко, Р. В. Пономаренко, О. В. Крайнюк, О. В. Северинов. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна серія «Екологія»*. 2021. Вип. 25. С. 31–41. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2021-24-03>.
11. Коткова Т. М., Федючка М. І., Карась І. Ф. Екологічна оцінка питної води Лугинського району Житомирської області на вміст хлоридів, сульфатів та нітратів. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. Т. 28, № 7. С. 83–87.
12. Підвищення ефективності прогнозування впливу техногенного забруднення на поверхневі водойми / О. В. Третяков, В. Л. Безсонний, Р. В. Пономаренко, П. Ю. Бородич. *Проблеми надзвичайних ситуацій*. 2019. №1(29). С. 61–78. DOI: 10.5281/zenodo.2602648.
13. Дослідження зміни екологічного стану річки Псел / С. А. Коваленко, Р. В. Пономаренко, О. В. Третяков, Є. В. Іванов. *Техногенно-екологічна безпека*. 2021. № 10(2/2021). С. 45–51. DOI: 10.52363/2522-1892.2021.2.7.
14. Державне агентство водних ресурсів України. Держводагенство. Офіційний вебсайт. URL: <https://www.davr.gov.ua/>.
15. Департамент агропромислового розвитку. Офіційний вебсайт. URL: <http://www.apk.sm.gov.ua/index.php/uk/2013-04-18-21-50-12-26-paruamki-diyalnosti/roslinnitstvo/1907-valove-vyrobnytstvo-silskohospodarskykh-kultur-u-2019-2020-rokakh-po-vsim-katehoriyam-hospodarstv>.
16. Цитлішвілі К. О. Екологія іммобілізованого азоттрансформуючого мікробіоценозу в системах очистки стічних вод: дис. ... доктор філософії: 101. УКРНДІЕП. Харків, 2021. 187 с.
17. Правила приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення. Затв. Наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 01.12.2017 № 316.
18. Державна служба статистики України. Офіційний вебсайт. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.

**Kovalenko S., Ponomarenko R., Tretyakov O., Titarenko A., Ivanov Y.**

**DETERMINATION OF THE ECOLOGICAL CONDITION OF A SURFACE WATER OBJECT (ON THE EXAMPLE OF THE SEIM RIVER)**

The article presents an analysis of the qualitative composition of the surface water body, namely the Seim River in Chernihiv and Sumy regions, to determine changes in its ecological status. A statistical and systematic analysis of changes in the ecological state according to the interactive map "Monitoring and environmental assessment of water resources of Ukraine" of the State Agency of Water Resources of Ukraine in the period from January 2012 to December 2020. The content of normative indicators was also analyzed: polyphosphates, ammonium, nitrates and nitrites, phosphates and sulfates. Data on control of water intake from 4 posts within the Seim River were studied. In the future, the results of the study can be used in the development and implementation of a reliable and effective model for forecasting the ecological status of the Seim River.

**Key words:** surface water body, man-made load, ecological status, basin management principle, Seim River.

## REFERENCES

1. *Derzhavni sanitarni normy ta pravyla "Gigijenichni vymogy do vody pytmoi, pryznachenoj dlja spozhyvannja ljudynoju"* [State sanitary norms and rules "Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption"], Approved by order of Ministry of Health of Ukraine (2010). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>. [in Ukrainian].
2. *Porjadok zdijsnennja derzhavnogo monitoryngu vod* [Procedure for state water monitoring], Approved by order of Cabinet of Ministers of Ukraine (2018). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/758-2018-%D0%BF#Text>. [in Ukrainian].
3. Jiang, J., Tanga, S., Han, D., Fu, G., Solomatine, D., & Zheng, Y. (2020). A comprehensive review on the design and optimization of surface water quality monitoring networks. *Environmental Modelling & Software*, 132, 104792. DOI: 10.1016/j.envsoft.2020.104792.
4. Ponomarenko, R., Plyatsuk, L., Kovalev, P., & Zatyko, J. (2020). Doslidzhennja zminy jakisnogo stanu poverhnevoogo vodnogo ob'jekta v umovah tehnogennoogo navantazhennja [Study of changes in the quality of the surface water body under man-made conditions]. *Technogenic and ecological safety*, 8(2/2020), 48–54. DOI: 10.5281/zenodo.4300769. [in Ukrainian].
5. Ponomarenko, R. V. (2020). *Naukovo-teoretychni osnovy znyzhennja tehnogennoogo navantazhennja na systemy vodopostachannja regionu z urahuvannjam osnovnyh pryncypiv basejnogo upravlinnja vodnymy resursamy: monografija* [Scientific and theoretical bases of reduction of technogenic loading on systems of water supply of region taking into account the basic principles of basin management of water resources: monograph]. Kharkiv, Publ. Planet-Print, 112 p. [in Ukrainian].
6. Vigiak, O., Udias, A., Pistocchi, A., Zanni, M., Aloe, A., & Grizzetti, B. (2021). Probability maps of anthropogenic impacts affecting ecological status in European rivers. *Ecological Indicators*, 126, 107684. DOI: 10.1016/j.ecolind.2021.107684.
7. Ponomarenko, R., Plyatsuk, L., Hurets, L., Polkovnychenko, D., Grigorenko, N., Sherstiuk, M., & Miakaiev, O. (2020). Determining the effect of anthropogenic loading on the environmental state of a surface source of water supply. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3/10 (105), 54–62. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.206125.



8. Ho, K. T., Konovets, I. M., Terletskaia, A. V., Milyukin, M. V., Lyashenko, A. V., Shitikova, L. I., Shevchuk, L. I., Afanasyev, S. A., Krot, Y. G., Zorina-Sakharova, K. Ye., Goncharuk, V. V., Skrynnyk, M. M., Cashman, M. A., & Burgess, R. M. (2020). Contaminants, mutagenicity and toxicity in the surface waters of Kyiv, Ukraine. *Marine Pollution Bulletin*, 155, 111153. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2020.111153.
9. Ponomarenko, R., Plyatsuk, L., Tretyakov, O., & Kovalev, P. (2019). Vyznachennja ekologichnogo stanu golovnoho dzherela vodopostachannja Ukraïny [Determination of the ecological state of the main source of water supply of Ukraine]. *Technogenic and ecological safety*, 6(2/2019), 69–77. DOI: 10.5281/zenodo.3559035. [in Ukrainian].
10. Kovalenko, S. A., Ponomarenko, R. V., Krainyuk, O. V., & Severynov, O. V. (2021). Ekologichna ocinka jakisnogo skladu poverhnevoho vodnogo ob'jektu (na prykladi richky Psel) [Environmental assessment of surface water body quality (on the example of the Psel river)]. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University series «Ecology»*, 25, 31–41. DOI: 10.26565/1992-4259-2021-24-03. [in Ukrainian].
11. Kotkova, T. N., Fedjuchka, N. I., & Karas, I. F. (2018). Ekologichna ocinka pytnoi vody Lughyn'skogo rajonu Zhytomyrs'koi oblasti na vmist hlorydiv, sul'fativ ta nitrativ [Environmental assessment of drinking water in Luhyn district of Zhytomyr region on chlorides, sulphates and nitrates content]. *Scientific Bulletin of UNFU*, 28(7), 83–87. DOI: 10.15421/40280718. [in Ukrainian].
12. Tretyakov, O., Bezsonnyi, V., Ponomarenko, R., & Borodich, P. (2019). Pidvyshhennja efektyvnosti prognozuvannja vplyvu tehnogennoho zabrudnennja na poverhnevi vodojmy [Improving the efficiency of forecasting the impact of man-made pollution on surface water bodies]. *Problems of emergencies*, 1(29), 61–78. DOI: 10.5281/zenodo.2602648. [in Ukrainian].
13. Kovalenko, S., Ponomarenko, R., Tretyakov, O., & Ivanov, Y. (2021). Doslidzhennja zminy ekologichnogo stanu richky Psel [Study of changes in the ecological condition of the Psel river]. *Technogenic and ecological safety*, 10(2/2021), 45–51. doi: 10.52363/2522-1892.2021.2.7. [in Ukrainian].
14. State Agency of Water Resources of Ukraine. Official website. URL: <https://www.davr.gov.ua/>.
15. Tsytlshvili, K. (2021). *Ekologija immobilizovanogo azottransformujuchogo mikrobiocenu v systemah ochystky stichnyh vod [Ecology of Immobilized Nitrotransforming Microbiocenosis in the Wastewater Treatment Systems]*. PhD Thesis. Scientific-Research Institution “Ukrainian Scientific-Research Institute of Ecological Problems”, Kharkiv, 2021. [in Ukrainian].
16. Department of agro-industrial development. URL: <http://www.apk.sm.gov.ua/index.php/uk/2013-04-18-21-50-12/26-napryamki-diyalnosti/roslinnitstvo/1907-valove-vyrobnystvo-silskohospodarskykh-kultur-u-2019-2020-rokakh-po-vsikh-katehoriyam-hospodarstv>.
17. *Pravyla pryjmannja stichnyh vod do system centralizovanogo vodovidvedennja [Rules for accepting wastewater into centralized drainage systems]*, Approved by order of Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal services of Ukraine (2017). [in Ukrainian].
18. State Statistics Service of Ukraine. Official website. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>