



КОМУНАЛЬНЕ ГОСПОДАРСТВО МІСТ

ISSN (print) 2522-1809
ISSN (online) 2522-1817

3(170)'2022

КОМУНАЛЬНЕ ГОСПОДАРСТВО МІСТ КОММУНАЛЬНОЕ ХОЗЯЙСТВО ГОРОДОВ MUNICIPAL ECONOMY OF CITIES

НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЗБІРНИК
СЕРІЯ: ТЕХНІЧНІ НАУКИ ТА АРХІТЕКТУРА

ТОМ 3 ВИПУСК 170'2022

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 22331-12231ПП від 23.09.2016 р.

Наукове фахове видання категорія «Б» за спеціальностями 121, 122, 123, 124, 125, 126, 131, 132, 133, 191, 192, 193, 194, 261, 263, 273, 274,275 (наказ МОН України № 1301 від 15.10.19), 141, 183 (наказ МОН України № 1643 від 28.12.19)

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

БАБАЄВ В. М.	відповідальний редактор, держ. упр., ректор ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
СУХОНОС М. К.	відповідальний секретар, д.т.н., проректор з наукової роботи, ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
ДЯДІН Д.В.	к.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
КОГАЛОВСЬКИЙ В.	к.т.н., Інженерний коледж «Самі Шамун», Ізраїль
ЛОБАШОВ О.О.	д.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
ПЛЮГІН В.Є.	д.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
ЧУМАЧЕНКО І.В.	д.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
ШЕВЧЕНКО Р.І.	д.т.н., НУЦЗ України
ШМУКЛЕР В.С.	д.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
ШПАЧУК В.П.	д.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова

КООРДИНАЦІЙНА РАДА

ШУТЕНКО Л. М.	голова координаційної ради, д.т.н., почесний ректор ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
ГОВОРОВ П.П.	д.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
ДАЛЕКА В.Х.	д.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
ДРЕВАЛЬ І.В.	д.архіт., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
ДУШКІН С.С.	д.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
КОНДРАЩЕНКО О.В.	д.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
МАЛЯРЕНКО В.А.	д.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
МИХАЙЛИШИН О.Л.	д.архіт., НУВГП
ОСИЧЕНКО Г.О.	д.архіт., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
ТОВБИЧ В.В.	д.архіт., КНУБА
ФЕЙРУША С.Х.	к.т.н., Університет Салахаддін – Ербіль, Ірак
ХАРЧЕНКО В.Ф.	д.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
ЧЕЧЕЛЬНИЦЬКИЙ С.Г.	д.архіт., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
ЧУДНОВСЬКИЙ А.	к.т.н., Гамбурзький університет, Германія
ЮРКЕВИЧ І.	к.т.н., Астонський університет, Великобританія
ЯНКЕЛЕВИЧ М.	к.т.н., Парсонс, США

EDITORIAL BOARD

BAVAYEV V.	Editor-in-Chief, Dr. Sc., Rector of the O.M. Beketov NUUE
SUKHONOS M.	Executive Managing Editor, Dr. Sc., Vice-rector of the O.M. Beketov NUUE
DIADIN D.	PhD, O.M. Beketov NUUE
KAGALOVSKY V.	PhD, Engineering College "Sami Shamun", Israel
LOBASHOV O.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
PLUGIN V	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
CHUMACHENKO I.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
SHEVCHENKO R.	Dr.Sc., NUCDU
SHMUKLER V.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
SHPACHUK V.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE

COORDINATION COUNCIL

SHUTENKO L.	Chairman of the Coordination Council, Dr.Sc., Honorary Rector of the O.M. Beketov NUUE
GOVOROV P.	Dr. Sc., O.M. Beketov NUUE
DALEKA V.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
DREVAL I.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
DUSHKIN S.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
KONDRASHENKO O.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
MALYARENKO V.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
MYHAYLISHYN O.	Dr.Sc., NUWEE
OSYCHENKO G.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
TOVBICH V.	Dr.Sc., KNUCA
FEIRUSHA S.	PhD, Salahaddin University – Erbil, Iraq
HARCHENKO V.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
CHECHELNITSKY S.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
CHUDNOVSKIY A.	Ph.D., University of Hamburg, Germany
YURKEVICH I.	Ph.D., Aston University, United Kingdom
YANKELEVICH M.	PhD, PARSONS, USA

Адреса редакції / Editorial office address:

61002, м. Харків, вул. Маршала Бажанова, 17 / 17, Marshala Bazhanova Street, Kharkiv, 61002

Тел./tel.: +38 (057) 707-33-21, e-mail: khg@kname.edu.ua

ISSN (print) 2522 – 1809

ISSN (online) 2522 – 1817

Затверджений до друку Науково-технічною Радою Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова (протокол № 10 від 24 червня 2022 року)

С.А. Коваленко¹, Р.В. Пономаренко¹, О.В. Третьяков², А.В. Титаренко¹, Є.В. Іванов¹

¹Національний університет цивільного захисту України, Україна

²ДВНЗ «Придніпровська академія будівництва та архітектури», Україна

ВИЗНАЧЕННЯ НОВИХ АСПЕКТІВ ЗМІНИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОВЕРХНЕВОГО ВОДНОГО ОБ'ЄКТУ

У статті представлено аналіз зміни екологічного стану річки Сейм, яка протікає у межах України. Визначено можливі причини забруднення. Отримані результати можуть бути використані у наступних етапах дослідження під час розробки та впровадженні надійної та ефективної моделі прогнозування екологічного стану поверхневих водних об'єктів із застосуванням басейнового принципу управління водними ресурсами.

Ключові слова: екологічний стан, поверхневий водний об'єкт, концентрація, оцінка якості, річка Сейм.

Постановка проблеми

До національної системи моніторингу забруднення навколишнього природного середовища (далі – НПС) відносять забруднення атмосферного повітря; поверхневих вод суші; 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.

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 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].

Поверхневі водні об'єкти України займають 24,1 тис.км² (4%) від загальної площі країни – 603,7 тис.км². 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.

Моніторинг стану вод суші 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].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

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.

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 призводить 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, виконує 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].

Мета статті

Визначення нових часово-просторових тенденцій зміни концентрацій основних забруднюючих речовин за течією річки Сейм у межах Сумської області та Чернігівської областей для забезпечення можливості застосування отриманих результатів у якості вихідних даних у подальших етапах дослідження для застосування басейнового принципу управління водними ресурсами.

Виклад основного матеріалу

Для оцінки екологічного стану поверхневого водного об'єкта, а саме річки Сейм, застосовано статистичний та системний 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.

На основі моніторингових даних ДАВР України проведено аналіз зміни екологічного стану за вмістом, амонію, нітритів, нітратів, сульфатів та фосфатів 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. Батурич, Бахмацького р-ну.

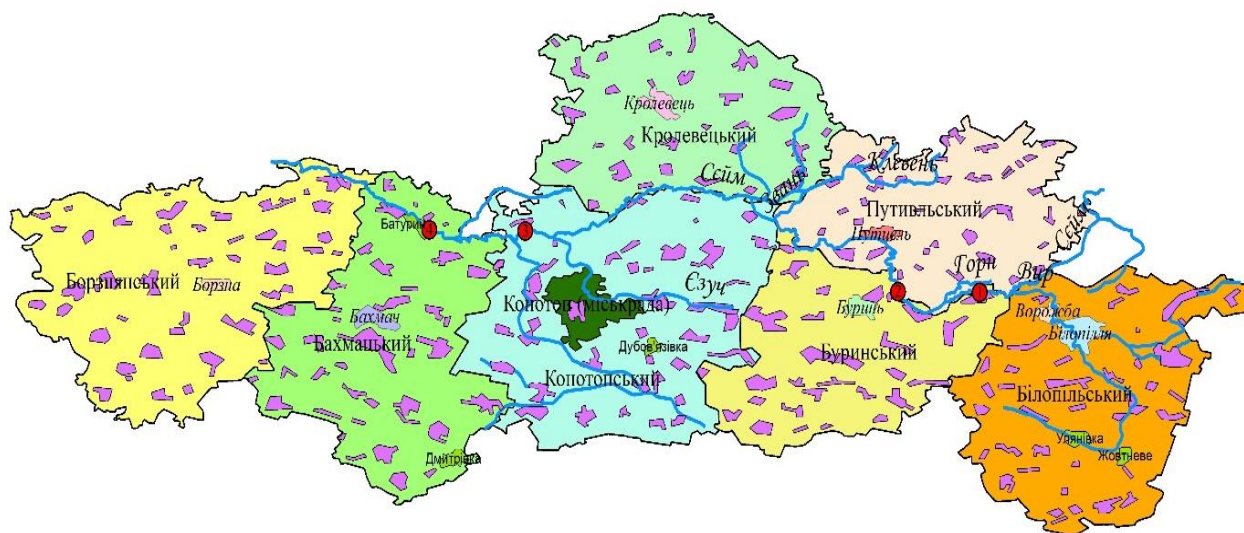


Рис. 1. Схематичне розміщення 4-х постів спостереження, за даними яких проводилось дослідження

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.

Вміст нітратів та нітритів – це показник хімічного складу природної води, що використовується при проведенні екологічної оцінки якості природ-

них. 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 незадовільне зберігання. 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 вмісту концентрації понад 20 мг/дм³ [11].

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.

Вміст сульфатів у природних водах змінюється за рахунок скидання у водойми промислових і побутових стічних вод та вимивання 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 пальмова чи кокосова олії. 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 спричинити подразнення слизової шлунково-кишкового тракту. Також використання води з надмірним вмістом сульфатів може викликати корозію бетону та залізобетонних конструкцій.

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. Надмірна кількість фосфатів у воді 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.

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

Таблиця 1
Вміст NH₄⁺, ммоль/дм³ 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

Згідно з даними таблиці 1 на посту 1 найнижчий рівень вмісту NH₄⁺ був у 2013 році, а найвищим у 2020 р. Вміст NH₄⁺ у 2020 році збільшився на 63,3% у порівнянні з 2012 роком. На посту 2 найнижчий рівень у 2013 році, найвищий – 2017 р. Вміст NH₄⁺ 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 NH₄⁺ у 2020 році збільшився на 51,9% у порівнянні з 2012 роком. На посту 4 найнижчий рівень вмісту NH₄⁺ був у 2019 році, а найвищий – у 2017 році. Вміст NH₄⁺ 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%. Можна зробити припущення, що це є наслідком зростання використання мінеральних добрив, що призводить до зростання вмісту амонію-іонів у воді річки Сейм. Додатково 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]. Зміщення природного співвідношення сполук нітрогену (NH₄⁺, NO₂⁻ та NO₃⁻) у водному середовищі є результатом техногенного впливу. Підвищення вмісту іонів амонію з кожним 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.

Таблиця 2
Вміст NO_3^- , ммоль/дм³ 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

Згідно з даними таблиці 2 на посту 1 найнижчий рівень вмісту NO_3^- був у 2019 році, а найвищим у 2016 р. Вміст 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 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 NO_3^- у 2020 році збільшився на 57,9% у порівнянні з 2012 роком. На посту 4 найнижчий рівень вмісту NO_3^- був у 2012 році, а найвищий – у 2017 році. Вміст 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].

Таблиця 3
Вміст NO_2^- , ммоль/дм³ 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

Згідно з даними таблиці 3 на посту 1 найнижчий рівень вмісту NO_2^- був у 2014 році, а найвищим у 2017 р. Вміст 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 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 – 2012 році.

Вміст NO_2^- у 2020 році зменшився на 75% у порівнянні з 2012 роком. На посту 4 найнижчий рівень вмісту NO_2^- – у 2016 та 2019 роках, а найвищий – у 2013 та 2018 роках. Нітриту як продукт біохімічного окиснення амонію є сполуками нестійкими і виявляються лише при порівняно свіжому забрудненні джерела. Бактерії роду *Nitrosomonas* окислюють NH_4^+ до NO_2^- , а роду *Nitrobacter* далі окислюють NO_2^- в NO_3^- [16].

Таблиця 4
Вміст SO_4^{2-} , ммоль/дм³ 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 4 на посту 1 найнижчий рівень вмісту SO_4^{2-} був у 2020 році, а найвищим у 2013 р. Вміст 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 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 SO_4^{2-} у 2020 році зменшився на 93,5% у порівнянні з 2012 роком. На посту 4 найнижчий рівень вмісту SO_4^{2-} був у 2019 році, а найвищий – у 2017 році. Вміст SO_4^{2-} у 2020 році зменшився на 6,97% у порівнянні з 2012 роком.

Таблиця 5
Вміст PO_4^{3-} , ммоль/дм³ 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

Згідно з даними таблиці 5 на посту 1 найнижчий рівень вмісту PO_4^{3-} був у 2016 році, а найвищий у 2013 р. Вміст 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 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 PO_4^{3-} у 2020 році збільшився на 50,6% у порівнянні з 2012 роком. На посту 4 найнижчий рівень вмісту PO_4^{3-} був у 2015 році, а найвищий – у 2018 році. Вміст PO_4^{3-} 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 кожним роком. Згідно з даними документів [17, 18] кількість населення у Путивльському районі зменшилась з 29323 особи (2012 рік) до 26194 особи (2020 рік), у 2018 році – 27056 осіб; у Кролевецькому районі у 2012 році було 40201 особа, у 2020 році – 36390 осіб, у 2018 році – 37579 осіб; у Конотопському районі кількість населення з 31525 осіб (2012 рік) зменшилась до 26838 осіб (2020 рік), у 2018 році – 28032 особи; у Бахмацькому районі у 2012 році було 47392 особи, у 2020 році 42381 особа, у 2018 році – 43990 осіб. 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 для більш наглядного відображення зміни вмісту показників для 2018 року.

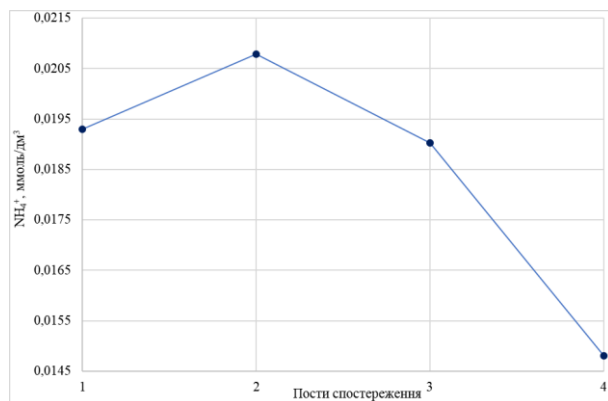
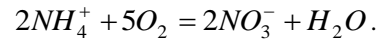


Рис. 2. Загальний вміст амонію-іонів по постах заборів води річки Сейм за 2018 рік

Поява NH_4^+ 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 Снуносове), Буринського району (села Чумакове, Клепани та Піски).

На рисунку 2 спостерігається підвищення вмісту амонію іонів, а на постах 3–4 зафіксовано зменшення концентрації амонію. Однією з причин зниження вмісту амонію є окиснення його киснем, що розчинений у воді, до нітрат-іонів (рисунк 4).



Нітрифікація – це процес окиснення аміаку до азотистої (HNO_2) або далі до азотної (HNO_3) кислоти, який відбувається в аеробних умовах у ґрунті та природних водах.

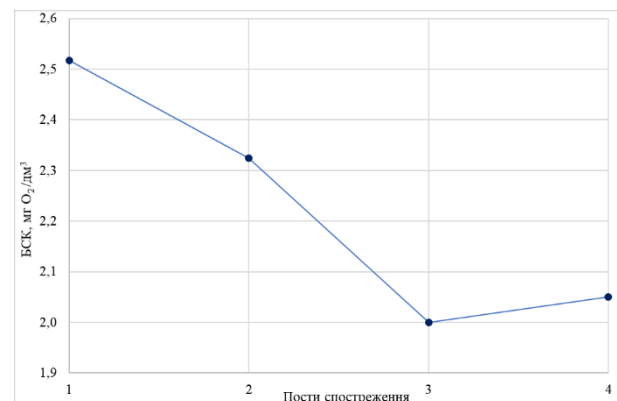


Рис. 3. Загальний вміст БСК по постах заборів води річки Сейм за 2018 рік

Згідно з аналізом рисунку 3 у річці Сейм по 4 постах спостерігається постійне погіршення кисневого режиму.

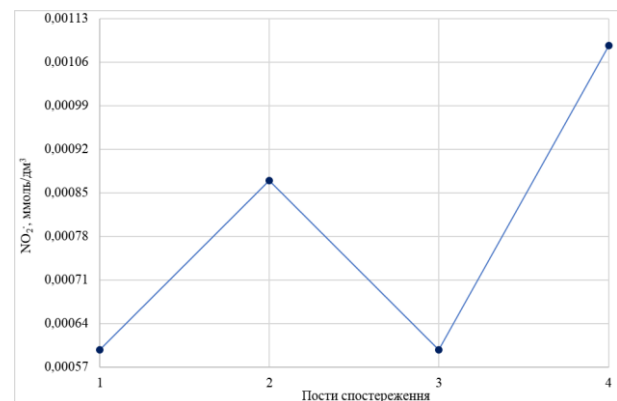


Рис. 4. Загальний вміст нітритів-іонів по постах заборів води річки Сейм за 2018 рік

На рисунку 4 на постах 2 (с. Чумакове) та 4 (м. Батурич) спостерігається суттєве збільшення вмісту нітритів.

Нітрифікація часто викликає нітрати у такій кількості, що проявляють токсичну дію. Затримка окислення NO_2^- до NO_3^- під час 2 стадії нітрифікації

свідчить про забруднення водойми [16], що у свою чергу може бути зумовлене використанням мінеральних добрив у сільському господарстві, наприклад аміачної селітри.

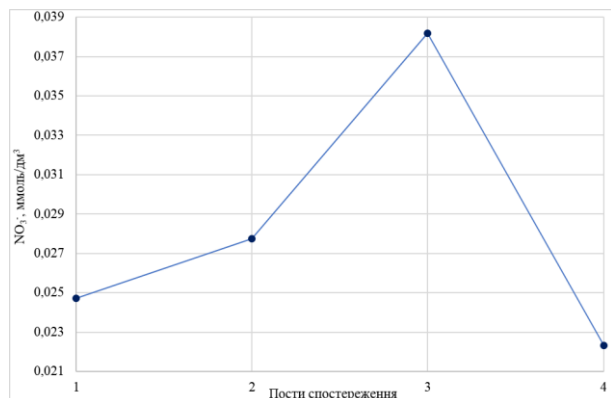


Рис. 5. Загальний вміст нітратів-іонів по постах заборів води річки Сейм за 2018 рік

Нітрати потрапляють до поверхневих водних об'єктів разом із стоками з полів, що оброблені нітратними добривами. Наприклад, аміачна селітра (NH₄NO₃), кальцієва селітра (Ca(NO₃)₂). Можна зробити припущення, що використання таких добрив зумовлює підвищення вмісту нітратів у воді (рисунок 5 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 4 від пункту 2 до пункту 3 та на рисунку 5 від посту 3 до посту 4 спостерігається різке зменшення вмісту нітритів та нітратів. Зниження концентрації нітрит- та нітрат-іонів між постами 2–3 на рисунку 4 та на рисунку 5 між постами 3–4 може свідчити про протікання процесів 1 і 2 стадії нітрифікації, а також аноксидного окислення амонію

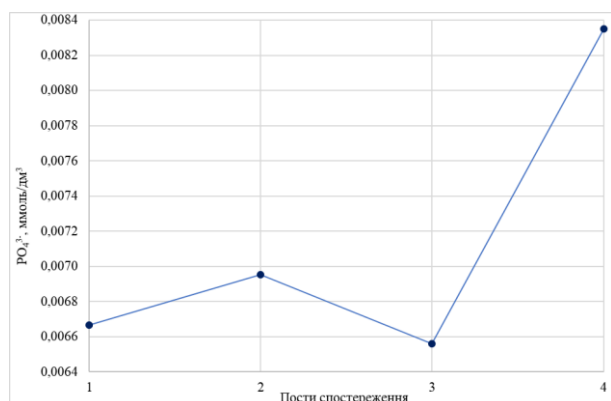


Рис. 6. Загальний вміст фосфатів-іонів по постах заборів води річки Сейм за 2018 рік

З аналізу рисунку 6 спостерігається збільшення вмісту фосфатів (пункт 4), а в пункті 3 спостерігається навпаки – його зменшення. Причиною

збільшення вмісту фосфатів може бути розміщення постів спостереження у населених пунктах (с. Клепалки, с. Мельня, с. Митченки). 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 [19]. Також додатковим джерелом потрапляння у поверхневі водні об'єкти є фосфатні добрива, які використовують у сільському господарстві. Наприклад, дигідрофосфат кальцію (Ca(H₂PO₄)₂) – сполука, яка добре засвоюється рослинами на всіх видах ґрунтів.

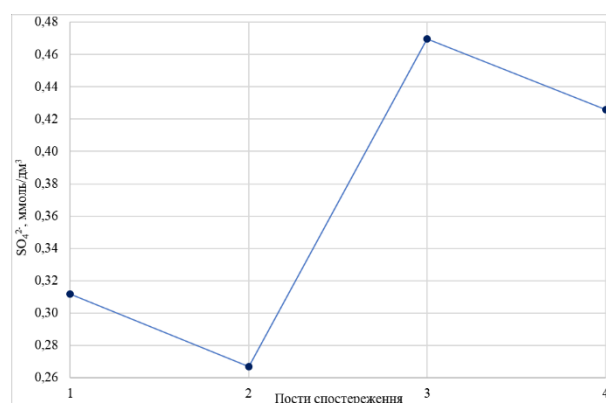


Рис. 7. Загальний вміст сульфатів-іонів по постах заборів води річки Сейм за 2018 рік

З рисунку 7 від поста 1 до поста 4 спостерігається збільшення вмісту сульфатів, між постами 1–2 та 3–4 – незначне зменшення концентрації. Можемо зробити припущення, що причиною даного явища слугує скидання неочищених чи недостатньо очищених стічних вод підприємств, наприклад приватне агропідприємство «ЗІНОВЕ», ДП «Попівський експериментальний завод» (виробництво мила та миючих засобів, засобів для чищення та полірування, виробництво хімічних продуктів), колективне сільськогосподарське підприємство асоціація пайовиків колгоспу ім. Мічуріна. 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. Використання сульфату калію із азотними і фосфатними добривами позитивно впливає на врожайність льону, картоплі, буряку.

Отримані результати під час дослідження дають можливість стверджувати, що екологічний стан річки Сейм, одного з важливих приток річки Дніпро, погіршується вже сьогодні внаслідок

техногенного впливу. Це приводить до погіршення якості води і режиму його річкового стоку.

Висновки

Аналіз результатів дослідження, що представлений у даній статті, показує, що з 2012 року по 2020 рік на дослідженій ділянці річки Сейм, що протікає по території України, спостерігається тенденція до погіршення екологічного стану. Можна зробити припущення, що однією з причин такої динаміки зміни екологічного стану поверхневого водного об'єкту є посилення техногенного навантаження на річку Сейм.

Визначено нові просторово-часові тенденції зміни розподілу концентрацій основних забруднюючих речовин за течією річки Сейм: амонію, нітритів та нітратів, сульфатів та поліфосфатів. Отримані дані можливо застосувати як необхідні вихідні дані в наступних етапах дослідження для застосуванням басейнового принципу управління водними ресурсами.

На основі аналізу особливостей числових даних щодо аналізу проб водних об'єктів з 4 наявних постів спостереження та географічних особливостей розміщення самих постів вздовж річки, визнано за доцільне встановити додаткові пункти спостереження між постами № 2 і № 3 річки Сейм для більш детального представлення екологічного стану поверхневого водного об'єкту.

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 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <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 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/758-2018-%D0%BF#Text>
3. Jianga J. A comprehensive review on the design and optimization of surface water quality monitoring networks / Jiping Jianga, Sijie Tangab, Dawei Hanc, Guangtao Fud, Dimitri Solomatinee, Yi Zheng // *Environmental Modelling & Software*. – 2020. – Vol. 132. – 104792. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2020.104792>
4. Пономаренко Р.В. Дослідження зміни якісного стану поверхневого водного об'єкта в умовах техногенного навантаження / Р.В. Пономаренко, Л.Д. Пляцук, П.А. Ковальов, Й. Затько // *Техногенно-екологічна безпека*. – 2020. – № 8(2020). – С. 48–54. DOI: <https://doi.org/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 : моногр. – Харків : Планета-Прінт, 2020. – 112 с.
6. Vigiak O. Probability maps of anthropogenic impacts affecting ecological status in European rivers / Olga Vigiak, Angel Udias, Alberto Pistocchi, Michela Zanni etc // *Ecological Indicators*. – 2021. – Vol. 126. – 107684. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107684>
7. Ponomarenko R. Determining the effect of anthropogenic loading on the environmental state of a surface source of water supply / R. Ponomarenko, L. Plyatsuk, L. Hurets, D. Polkovnychenko etc. // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2020. – Vol. 3/10(105). – P. 54–62. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.206125>
8. Ho K.T. Contaminants, mutagenicity and toxicity in the surface waters of Kyiv, Ukraine / Kay T. Ho, Igor M. Konovets, Anna V. Terletskaia, Mykhailo V. Milyukin etc. // *Marine Pollution Bulletin*. – 2020. – Vol. 155. – 111153. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111153>
9. Пономаренко Р.В. Визначення екологічного стану головного джерела водопостачання України / Р.В. Пономаренко, Л.Д. Пляцук, О.В. Третьяков, А.П. Ковальов // *Техногенно-екологічна безпека*. – 2020. – № 6(2019). – С. 69–77. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3559035>
10. Коваленко С.А. Екологічна оцінка якісного складу поверхневого водного об'єкту (на прикладі річки Псел) / Коваленко С.А., Пономаренко Р.В., Крайнюк О.В., Северинов О.В. // *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, Сер.: Екологія*. – 2021. – Вип. 25. – С. 31–41. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2021-24-03>
11. Коткова Т.М. Екологічна оцінка питної води Лугинського району Житомирської області на вміст хлоридів, сульфатів та нітратів / Коткова Т.М., Федючка М.І., Карась І.Ф. // *Науковий вісник НЛТУ України*. – 2018. – Т. 28, № 7. – С. 83–87. DOI: <https://doi.org/10.15421/40280718>
12. Підвищення ефективності прогнозування впливу техногенного забруднення на поверхневі водойми / О.В. Третьяков, В.Л. Безсонний, Р.В. Пономаренко, П.Ю. Бородин // *Проблеми надзвичайних ситуацій*. – 2019. – № 1(29). – С. 61–78. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.2602648>
13. Коваленко С.А. Дослідження зміни екологічного стану річки Псел / Коваленко С.А., Пономаренко Р.В., Третьяков О.В., Іванов Є.В. // *Техногенно-екологічна безпека*. – 2021. – Вип. 10(2021). – С. 45–51. DOI: <https://doi.org/10.52363/2522-1892.2021.2.7>
14. Державне агентство водних ресурсів України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.davr.gov.ua/>
15. Департамент агропромислового розвитку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.apk.sm.gov.ua/index.php/uk/2013-04-18-21-50-12/26-napryamki-divalnosti-roslinnitstvo/1907-valove-vyrobnytstvo-silskohospodarskykh-kultur-u-2019-2020-rokakh-po-vsiam-katehoriiam-hospodarstv>
16. Цитлішвілі К.О. Екологія іммобілізованого азот-трансформуючого мікробіоценозу в системах очистки стічних вод: дис. ... доктор філософії: 101. – Харків : УКРНДІЕП, 2021. – 187 с.
17. Чисельність наявного населення України на 1 січня 2012 року [Електронний ресурс] // Державна служба статистики України : Офіційний веб сайт. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

18. Чисельність наявного населення України на 1 січня 2020 року [Електронний ресурс] // Статистичний збірник. Державна служба статистики України : Офіційний веб сайт. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

19. Правила приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення : Затв. Наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 01.12.2017 № 316 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0056-18#Text>

References

1. On approval of the State sanitary norms and rules «Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption» 2.2.4-171-10. (2010). Order of the Ministry of Health of 12.05.2010 No 400. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text> [in Ukrainian]
2. On approval of the Procedure for state water monitoring. (2018). Post of the Cabinet of Ministers of Ukraine of Sept. 19, 2018 No 758. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/758-2018-%D0%BF#Text> [in Ukrainian]
3. Jianga, J., Tangab, S., Hanc, D., Fud, G., Solomatinee, D., Zheng, Y. (2020). A comprehensive review on the design and optimization of surface water quality monitoring networks. *Environmental Modelling & Software*, 132, 104792. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2020.104792>
4. Ponomarenko, R., Plyatsuk, L., Kovalev, P., Zat'ko, J. (2020). 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: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4300769> [in Ukrainian]
5. Ponomarenko, R.V. (2020). *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, Planet-Print. URL: <http://repositc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/10628> [in Ukrainian]
6. Vigiak, O., Udias, A., Pistocchi, A., Zanni, M. etc. (2021). Probability maps of anthropogenic impacts affecting ecological status in European rivers. *Ecological Indicators*, 126, 107684. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107684>
7. Ponomarenko, R., Plyatsuk, L., Hurets, L., Polkovnychenko, D. etc. (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: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.206125>
8. Ho, K.T., Konovets, I.M., Terletskaia, A.V., Milyukin, M.V. etc. (2020). Contaminants, mutagenicity and toxicity in the surface waters of Kyiv, Ukraine. *Marine Pollution Bulletin*, 155, 111153. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111153>
9. Ponomarenko, R., Plyatsuk, L., Tretyakov, O., Kovalev, P. (2019). Determination of the ecological state of the main source of water supply of Ukraine. *Technogenic and ecological safety*, 6(2/2019), 69–77. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3559035> [in Ukrainian]
10. Kovalenko, S.A., Ponomarenko, R.V., Kraynyuk, O.V., Severynov, O.V. (2021). 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: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2021-24-03> [in Ukrainian]

11. Kotkova, T.N., Fedjuchka, N.I., & Karas, I.F. (2018). Environmental assessment of drinking water in Luhyny district of Zhytomyr region on chlorides, sulphates and nitrates content. *Scientific Bulletin of UNFU*, 28(7), 83–87. DOI: <https://doi.org/10.15421/40280718> [in Ukrainian]
12. Tretyakov, O., Bezsonnyi, V., Ponomarenko, R., Borodich, P. (2019). Improving the efficiency of forecasting the impact of man-made pollution on surface water bodies. *Problems of emergencies*, 1(29), 61–78. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.2602648> [in Ukrainian]
13. Kovalenko, S., Ponomarenko, R., Tretyakov, O., Ivanov, Y. (2021). Study of changes in the ecological condition of the Psel river. *Technogenic and ecological safety*, 10(2/2021), 45–51. DOI: <https://doi.org/10.52363/2522-1892.2021.2.7> [in Ukrainian]
14. State Agency of Water Resources of Ukraine. URL: <https://www.davr.gov.ua/> [in Ukrainian]
15. Tsytlshvili, K. (2021). Ecology of Immobilized Nitrotransforming Microbiocenosis in the Wastewater Treatment Systems. Dissertation for the degree Doctor of Philosophy (PhD). Scientific-Research Institution “Ukrainian Scientific-Research Institute of Ecological Problems”, Kharkiv. [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/roslinnistvo/1907-valove-vyrobnytstvo-silskohospodarskykh-kultur-u-2019-2020-rokakh-po-vsım-katehoriıam-hospodarstv> [in Ukrainian]
17. Number of Existing Population of Ukraine as of January 1, 2012. State Statistics Service of Ukraine. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> [in Ukrainian]
18. Number of Existing Population of Ukraine as of January 1, 2020. Statistical Publication. State Statistics Service of Ukraine. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> [in Ukrainian]
19. Rules for accepting wastewater into centralized drainage systems. (2017). Approved By order of the Ministry of Regional development, construction and housing and communal services of Ukraine from 01.12.2017 No 316. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0056-18#Text> [in Ukrainian]

Рецензент: д-р технічних наук, професор Ю. Буц, Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Україна.

Автор: КОВАЛЕНКО Світлана Андріївна
аспірантка
Національний університет цивільного захисту України
E-mail – kovalenkoss@nuczu.edu.ua
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2323-0856>

Автор: ПОНОМАРЕНКО Роман Володимирович
доктор технічних наук, професор, начальник
факультету оперативно-рятувальних сил
Національний університет цивільного захисту України
E-mail – prv@nuczu.edu.ua
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6300-3108>

Автор: ТРЕТЬЯКОВ Олег Вальтерович
доктор технічних наук, професор
ДВНЗ «Придніпровська академія будівництва та
архітектури»
E-mail – mega_ovtr@ukr.net

Автор: ІВАНОВ Євген Володимирович
кандидат технічних наук, заступник начальника
факультету пожежної безпеки
Національний університет цивільного захисту України
E-mail – ivanov@nuczu.edu.ua

Автор: ТИТАРЕНКО Андрій Вікторович
кандидат психологічних наук, доцент, проректор з
персоналу
Національний університет цивільного захисту України
E-mail – titarenko@nuczu.edu.ua

DEFINITION OF NEW ASPECTS OF CHANGING THE ECOLOGICAL STATE OF A SURFACE WATER OBJECT

S. Kovalenko¹, R. Ponomarenko¹, O. Tretyakov², A. Tytarenko¹, Y. Ivanov¹

¹National University of Civil Defence of Ukraine, Ukraine

²Prydniprovskaya State Academy of Civil Engineering and Architecture, Ukraine

The article analyzes the qualitative composition of the surface water body, namely the Seym River in Chernihiv and Sumy regions, to determine changes in its ecological status. Possible causes of its pollution have been identified. Statistical and systematic analysis of environmental change was conducted on the basis of 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 based on data from four observation posts of the Seym.

The purpose of the study is to identify new temporal and spatial trends in the concentration of major pollutants along the Seym River within Sumy and Chernihiv regions to ensure the possibility of using the results as baseline data in subsequent stages of the study to apply the basin principle of water management.

The content of the main indicators was analyzed: polyphosphates, ammonium, nitrates and nitrites, phosphates and sulfates. Data on water intake control from four posts within the Seym River were studied. The increase in the content of ammonium ions every year indicates a deterioration in the sanitary condition of the water in the Seym River. According to the data on biological oxygen consumption in the Seym River, there is a constant deterioration of the oxygen regime at four posts. The increase in nitrate content is associated with an increase in the area of nitrate washout. The decrease in the content of phosphates and sulphates in the Seym River at the observation posts may be due to the fact that the population in the settlements is decreasing every year. From the point of view of basin management, it is expedient to establish an additional point of quality control of water discharges. 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 Seym River. The results obtained during the study make it possible to state that the ecological condition of the Seym River, one of the important tributaries of the Dnieper River, is deteriorating today due to man-made impact. This leads to a deterioration of water quality and the regime of its river runoff.

Keywords: ecological condition, surface water body, concentration, quality assessment, river Seym.