

ВПЛИВ ЕКОЛОГІЧНИХ НОРМ НА ЕВТРОФІКАЦІЮ НА ПРИКЛАДІ УКРАЇНСЬКОГО ЗАКОНОДАВСТВА ПРО ВМІСТ ЗАГАЛЬНОГО ФОСФОРУ

Наталія Степова¹, Олександр Кушка², Юрій Калугін³

^{1, 3} Інститут гідромеханіки, Національна академія наук України
8/4, вулиця Марії Капніст, м. Київ, Україна, 03680

¹ канд. техн. наук, с.н.с, stepovanataly@yahoo.com, orcid.org/0000-0001-6135-9875

² Київський національний університет будівництва і архітектури
31, Повітрофлотський пр., м. Київ, Україна, 03037

² канд. техн. наук, доцент, kushka.om@knuba.edu.ua, orcid.org/0000-0003-0568-9006

³ канд. фіз.-мат. наук, с.н.с, yurii.kalugin@yahoo.com, orcid.org/0000-0003-0720-0665

DOI:10.32347/2524-0021.2021.35.56-64

Анотація. Оскільки фосфати є одним з основних чинників евтрофікації, наявність чіткого регулювання їх вмісту на законодавчому рівні є обов'язком кожної сучасної держави. Порівнюючи стандарти ЄС і України щодо вмісту загального фосфору у стічних водах, стоках очисних споруд, питній воді та мийних засобах, автори статті показують, як відмінності в законодавстві можуть призвести до легітимізації евтрофікації водойм в Україні. Причиною цього є те, що державні нормативні акти України, на відміну від ЄС, не встановлюють чітких лімітів щодо вмісту загального фосфору у стоках, які після очисних споруд потрапляють до водойм. Натомість Україна забороняє скидати до централізованих каналізаційних мереж стічні води з вмістом загального фосфору більше 5 мг/л, хоча такі великі міста Німеччини, як Берлін, Ганновер, Дюссельдорф, дозволяють скидати до своїх мереж до 50 мг/л загального фосфору. Слід зауважити, що лише природний метаболізм людини дає до 10 мг/л загального фосфору у побутових стічних водах. Тому, щоб знизити концентрацію загального фосфору до 5 мг/л, у кожному будинку повинні бути власні очисні споруди, що є неможливим. Усе це призводить до ситуації, коли водогосподарчі підприємства замість модернізації 30-40-річних очисних споруд штрафують своїх клієнтів через нереальні вимоги. Так Хмельницькводоканал виграв справу № 20/4901 проти Хмельницького заводу експериментального виробництва, який скинув до комунальної каналізації м. Хмельницьк 17,42 мг/л фосфатів (або 5,68 мг/л в перерахунку на загальний фосфор), звичайних для ЄС. Крім того, евтрофікації сприяє й наявність фосфонатів у мийних засобах, які позиціонуються як «безфосфатні». Додатковою проблемою є й те, що через брак кваліфікованого персоналу значення концентрації загального фосфору в одній і тій самій пробі води, але отримані в різних лабораторіях, можуть різнитися в кілька разів.

Ключові слова: екологічне законодавство; евтрофікація; загальний зміст фосфору; фосфати; фосфонати; стічні води

ВСТУП

Викликана надлишком біогенних речовин, таких як фосфати й нітрати, евтрофікація водойм є серйозною екологічною проблемою для України [1, 2]. Через накопичення осаду на дні водойми зменшується її глибина, вода змінює свій колір, стає менш прозорою, активно розростається біомаса. Внаслідок цього у придонних шарах виникає брак кисню. Це, в свою чергу, призводить до загибелі риби, а також до зміни біологічних видів, що населяють екосистему [3]. І хоча евтрофікація більш характерна для замкнених водойм, таких як водосховища або озера (див. рис. 1), останніми роками «цвітіння» води, викликане ціанобактеріями *Nodularia sputigena*, регулярно спостерігалось навіть у Чорному морі.



Рис. 1. Евтрофіковане озеро, вкрите шаром водоростей

Fig.1. An eutrophicated lake covered with algae

У липні 2010 р., під час своєї першої появи, максимальна чисельність токсичної для людини й тварин синьо-зеленої водорості виду *Nodularia sputigena* у плямі «цвітіння», до складу якої входили й інші види фітопланктону, становила $585,6 \cdot 10^6$ ниток на літр або 6200 мг/л біомаси [4]. З того часу дане явище спостерігається у Чорному морі регулярно.

У 2019 році інтенсивне «цвітіння» морської води біля м. Одеси, викликане *Nodularia sputigena*, уперше з'явилося вже на початку червня, про що Міністерство екології й природних ресурсів України повідомило на своїй сторінці в Facebook 9 червня 2019 року.

В 2020 році «цвітіння» води у Чорному морі розпочалось наприкінці червня через холодний початок літа. Національний центр управління та випробувань космічних засобів провів супутниковий моніторинг води у північно-західному регіоні Чорного моря під час пікового періоду «цвітіння» з 28 червня по 1 липня 2020 року. Результати моніторингу показали особливо високе скупчення водоростей у прибережній зоні поблизу Херсону, а також у м. Білгород-Дністровський. Космічні знімки, зроблені в ході цього моніторингу, можна знайти на сайті Центру (<https://bit.ly/2NZRLTV>).

Слід зауважити, що фосфати, хоча і є найбільш розповсюдженими сполуками фосфору, проте викликати евтрофікацію разом з нітратами й органічними забрудненнями здатні не лише вони. Останні дослідження, наприклад [5, 6], показують, що фосфонати – сполуки, які часто додаються до пральних порошоків, також можуть призвести до евтрофікації водойми. Саме тому стандарти ЄС регулюють виключно концентрацію загального фосфору (ЗФ), а не лише фосфатів, як це робиться в деяких українських директивах; адже до загального фосфору належать абсолютно усі сполуки, що містять фосфор (фосфати, фосфонати, фосфіди тощо), що присутні в воді, як у розчиненому вигляді, так і у вигляді завислих речовин [1].

МЕТА І МЕТОДИ

Враховуючи той факт, що Україна хоче стати членом євроспільноти (Угода про асоціацію між Україною і ЄС була підписана 27 червня 2014 року), усі українські закони й нормативні акти повинні відповідати законодавчим вимогам Євросоюзу. Це також означає відповідність українських директив нормативно-правовим актам ЄС у сфері охорони навколишнього середовища. Тому метою даної роботи є, по-перше, порівняння українських стандартів і стандартів ЄС відносно сполук фосфору (у стічних водах, що скидаються в каналізаційні системи, у стічних

водах очисних споруд, питній воді, а також у мийних засобах, які використовуються у пральних та посудомийних машинах); по-друге, демонстрація того, як різниця в природоохоронному регулюванні сприяє евтрофікації водних об'єктів в Україні.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ПОЯСНЕННЯ

Розуміння відмінностей між українським і європейським законодавством у сфері регулювання вмісту загального фосфору є нагальним питанням, оскільки українське законодавство не зобов'язує водогосподарчі підприємства модернізувати міські каналізаційні очисні споруди (ОС), доповнюючи їх блоками денітрифікації та видалення сполук, що містять фосфор. Якщо прийняти до уваги, що в більшості населених пунктів України каналізаційні ОС були збудовані ще за радянських часів, то можна стверджувати, що ефективність видалення фосфатів на більшості українських станцій не перевищує 20%. Саме таке значення наведено у Додатку 2 (пункт 93) до попередніх Правил приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України, затверджені тодішнім Державним комітетом будівництва, архітектури та житлової політики (Наказ № 37 від 19.02.2002 г.) [7], які були чинні до 10.03.2017 г.

Хоча цей параметр відсутній у нових Правилах 2017 року [8], ситуація не змінилась на краще, і на сьогоднішній день у більшості населених пунктів України, у тому числі в таких великих містах, як Київ, відсутнє спеціальне очищення від сполук фосфору. Проте Джарві та його колеги у своїй роботі [9] переконливо доводять, що саме скид недостатньо очищених стічних вод, а не дифузійні витіки з сільськогосподарських угідь є основним джерелом фосфатів у річках. І саме вони забезпечують найбільш значний ризик евтрофікації водойм навіть у сільській місцевості з високою часткою сільськогосподарських земель, де фосфати використовуються в якості добрива. Дослідники

встановили цей факт після моніторингу 54 ділянок річок Великобританії на семи основних низинних водозборах. Для спостереження за розповсюдженнями забруднень, що потрапляють до водойм зі стічними водами, дослідники використовували спеціальний маркер – бор.

Саме тому регулювання концентрації сполук фосфору у стічних водах є таким важливим чинником. Спробуємо порівняти аналогічні законодавства України і ЄС, розпочавши з регулювання вмісту загального фосфору в стоках.

1. Регулювання скиду стічних вод до централізованої каналізаційної мережі

На відміну від українських нормативів, Директива Ради ЄС 91/271/ЕЕС [10] регулює скидання до централізованої системи водовідведення населених пунктів виключно промислових стоків і лише у вигляді рамкових положень. Так у статті 11 Директиви [10] говориться, що скидання промислових стічних вод у міську каналізаційну систему або в систему очисних споруд повинно бути предметом попереднього регулювання й/або спеціальних дозволів компетентних місцевих органів влади, які повинні гарантувати, що скидання стічних вод не може вплинути на здоров'я людей, які забезпечують роботу комунальної каналізаційної системи, завдати шкоди самій системі, а також не повинно впливати на показники очищеної води та осаду.

Директива ЄС (1991 р.) не встановлює гранично допустимі концентрації (ГДК) для окремих хімічних сполук, залишаючи це на розсуд спеціалістів місцевих органів влади. На відміну від Директиви ЄС (1991 р.), українські нормативні акти такі ГДК встановлюють. Зокрема для ЗФ ГДК становить 5 мг/л (г/м³) [8]. Межа в 5 мг/л запропонована і в проекті розпорядження Київської міської державної адміністрації «Про затвердження Правил приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення міста Києва» від 30.03.2020 року [11].

Більш того, ця норма стосується не лише промислових підприємств – вона поширюється на всіх «суб'єктів господарювання...», що скидають стічні води до систем централізованого водовідведення ... міста Києва» [11], відповідно й на комунальні підприємства та ОСББ/ЖБК, що обслуговують багатоквартирні будинки. Таким чином, до комунальних каналізаційних систем не повинні надходити стічні води з вмістом ЗФ більше 5 мг/л.

На нашу думку, це нереальна величина, тому що будь-який багатоквартирний будинок в силу природнього метаболізму людини скидає стічні води з концентрацією ЗФ більш 5 мг/л. От цитати з авторитетних джерел, що підтверджують цю думку.

Як сказано в одному з найбільш відомих посібників з проектування та експлуатації каналізаційних очисних споруд у США «Wastewater Engineering»: «Комунальні стічні води в США містять від 4 мг/л до 16 мг/л фосфору у вигляді Р» [12]. Але комунальні стічні води являють собою суміш побутових стічних вод, промислових стічних вод та/або дощових вод. Дощові води й більшість промислових стічних вод містять дуже низьку (або навіть нульову) кількість фосфатів і розбавляють більш концентровані (стосовно сполук фосфору) побутові стічні води.

У той же час, побутові стічні води (стічні води від житлових будинків або міст де перебуває людина), як зазначає австрійський посібник з очищення стічних вод [13], мають загальну концентрацію фосфору близько 10 мг/л. При цьому від кожної людини щодня потрапляє до каналізації близько 1,7 г загального фосфору (див. розділ 1.5.2, таблиця 1-1 [13]).

Таким чином, для виконання вимог щодо ЗФ в 5 мг/л, встановлених Правилами [8], кожен багатоквартирний будинок повинен очищати свої стічні води перш ніж скинути їх до міської каналізаційної системи, що наразі є нереальним.

Усе це призводить до парадоксальної ситуації, коли водоканали замість модернізації застарілих ОС виграють позови до

підприємств, що скидають у міські каналізаційні мережі лише трохи більше 5 мг/л ЗФ. Так 15 грудня 2008 р. муніципальне підприємство "Хмельницькводоканал" виграло справу N20/4901 (суддя Хладій С.В.) проти акціонерного товариства «Хмельницький завод експериментального виробництва», яке 27 листопада 2007 р. скинуло до міської каналізації 17,42 мг/л фосфатів (це 5,68 мг/л в перерахунку на ЗФ). 28 квітня 2009 р. Господарський апеляційний суд м. Житомира (суддя Ляхевич А.А.) також виніс рішення в справі на користь Хмельницькводоканала.

У той же час, багато місцевих нормативних актів в країнах ЄС допускають приймання комунальними системами водовідведення окремих стоків з набагато більшими концентраціями ЗФ. Наприклад, такі столиці федеральних земель Німеччини, як Берлін, Ганновер і Дюссельдорф, дозволяють скидати до своїх муніципальних каналізаційних систем до 50 мг/л ЗФ [14-16].

2. Вимоги до очищених стоків, що скидаються після очисних споруд до водойм

Згідно з директивою ЄС [10], при скиданні очищених стоків до водойм, чутливих до евтрофікації, встановлені наступні вимоги щодо граничних концентрацій ЗФ:

- а) міста з населенням більшим ніж 100 000 умовних мешканців – 1 мг/л;
- б) міста з населенням від 10 000 до 100 000 умовних мешканців – 2 мг/л;
- в) міста з населенням меншим ніж 10 000 умовних мешканців мають знижувати концентрацію ЗФ не менш ніж на 80%.

В Україні лише з 2017 року разом з іншими нормами, ухваленими за часів СРСР, відмінили СанПіН 4630-88 «Охрана поверхностных вод от загрязнений», який допускав скидання до водойм близько ста речовин, до складу яких входив фосфор. У тому числі до 5 мг/л поліамін-метилфосфатів, до 4 мг/л фосфонових кислот, до 3,5 мг/л (в перерахунку на

PO₄) фосфатів кальцію, метафосфатів натрію, пірофосфатів натрію, а також поліфосфатів.

Наразі діють Правила охорони поверхневих вод від забруднення [17], які регулюють лише такі параметри як БСК₅, хімічне споживання кисню та завислі речовини. Щодо інших забруднюючих речовин, їх нормуванням мають займатись «органи, уповноважені видавати дозвіл на спеціальне водокористування, за умови, що категорія якості води при цьому не погіршиться». На жаль, автори не змогли знайти жодних нормативів, які б регламентували, наприклад, скидання до нашої найбільшої водної артерії, Дніпра, стічних вод після очисних споруд таких великих міст, як Київ, Дніпро, Запоріжжя тощо. Тепер порахуємо наскільки небезпечним є відсутність чіткого загальнодержавного регулювання лише для такої сполуки як ЗФ. Для прикладу візьмемо Бортницьку станцію аерації. Якщо вважати, що за добу вона скидає до Дніпра близько 800 000 м³ очищених стоків, і прийняти ефективність очищення від фосфатів на рівні 20% (оскільки станція не модифікована для видалення біогенних сполук), а також вважати, що вміст ЗФ у побутових стічних водах зазвичай знаходиться на рівні 10 мг [13], то за підрахунком тільки Київ може скидати до Дніпра щодоби до шести тон загального фосфору ($10 \text{ г/м}^3 \times 0.8 \times 800 \text{ 000 м}^3 = 6 \text{ 400 000 г} = 6.4 \text{ т}$).

3. Методики визначення вмісту ЗФ у пробах води

Наразі в Україні затверджені ті самі методики визначення ЗФ, які застосовуються і в країнах ЄС. Це ISO 6878:2004 (для концентрацій ЗФ у пробі води без розбавлення від 0,005 до 0,8 мг/л) і ISO 11885:2007, який окрім інших елементів (загалом до 35) дозволяє визначати концентрацію ЗФ у пробі води без розбавлення від 0,02 до 50 мг/л при наявності завислих речовин у воді до 2 г/л. Крім цих стандартів, Україна має й власні затверджені методики. Це МВВ 081/12-0005-01

«Методика виконання вимірювань масової концентрації розчинених ортофосфатів фотометричним методом» для вмісту ортофосфатів від 0.05 до 100 мг/л і ГОСТ 18309-72 «Вода питьевая. Метод определения содержания полифосфатов», використання якого рекомендує діючий ДСанПіН 2.2.4-171-10 [18].

Незважаючи на розмаїття затверджених методик, основною проблемою на сьогодні залишається нестача кваліфікованого персоналу у хімлабораторіях. Так у дослідженні Поліщук [19], одна й та сама проба стічних вод, а також одна й та сама проба річної води була надана для проведення аналізу чотирьом різним лабораторіям. Як видно з таблиці 3 [19], для різних лабораторій отримані концентрації фосфатів коливались від 4.6 до 16.48 мг/л для проби стічної води і від 0.18 до 1.80 мг/л – для річкової.

4. Нормування вмісту загального фосфору у мийних засобах

На сьогодні в Україні загальний вміст фосфору у мийних засобах регулюється додатком 1 до постанови Кабінету Міністрів України №717 [20] зі змінами та доповненнями, вимоги якого є ідентичними до тих, які висуваються у додатку VIa Директиви ЄС 259/2012 [21], а саме вміст ЗФ у мийних засобах обмежується 0,5 грамами для одного стандартного циклу прання у пральній машині і 0,3 грамами для одного стандартного завантаження посудомийної машини.

Однак 16.01.2021 Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України на розгляд КМУ було подано проект «Про внесення змін до Технічного регламенту мийних засобів» №25/1-12/814-21. При цьому додаток 1 цим проектом запропоновано викласти зовсім в іншій редакції, яка передбачає різний вміст ЗФ у мийних засобах промислових і побутових пральних (посудомийних) машин: для промислових до 0,1% від маси мийного засобу, а для побутових приладів - 0,3 г для одного стандартного циклу прання у пральній машині і 0,1 г для одного

стандартного завантаження посудомийної машини. Якщо припустити, що нова редакція буде ухвалена в такому вигляді, як вона подана, існуючі нормативи будуть скасовані, проте нові запрацюють лише в період з 31.12.2023 по 31.12.2026, тобто якийсь час не буде діяти жодних обмежень.

Крім того, незважаючи на існуючу постанову КМУ [20], до Верховної Ради України регулярно подаються законопроекти, аналогічні до неї за змістом. Останні з цих законопроектів: № 5182 від 26.09.2016, № 8138 від 15.03.2018 і № 1170 від 29.08.2019. Суттєвою їх відмінністю є вживання терміну «фосфати» замість «загальний фосфор». Проте відомо, що найбільші бренди пральних порошків в Україні, як, наприклад, «Персіл», «Аріель» додають до своєї продукції не фосфати, а фосфонати, які, потрапляючи до водойм теж можуть сприяти посиленню евтрофікації.

5. Фосфати в питній воді

Попри негативний вплив на водойму з огляду на можливу евтрофікацію, фосфати, навіть у великій кількості, не є шкідливими для людини. Більш того, для забезпечення нормальної життєдіяльності організму, добове споживання фосфатів має становити від 20 до 50 ммоль, що відповідає 600 – 1500 мг фосфору на добу [22]. Напевно з огляду на таку велику добову потребу Директива ЄС № 122/2014 жодним чином не регламентує вміст фосфатів у питній воді. Щодо українських нормативів, ДСанПін [18] встановлює обмеження щодо поліфосфатів (як PO_4) на рівні 3,5 мг/л, хоча навіть кілька десятків

міліграмів фосфатів у воді не можуть зашкодити ані здоров'ю людини [22], ані мікроорганізмам біологічного блоку очищення каналізаційних очисних споруд [13, 23].

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Основною проблемою чинного українського законодавства щодо сполук фосфору у воді є те, що, на відміну від ЄС, Україна не має чітких загальнодержавних норм, які б встановлювали обов'язкові для каналізаційних очисних споруд ліміти щодо вмісту ЗФ (а також сполук азоту) в очищених стоках, що скидаються до природних водойм. З іншого боку, на загальнодержавному рівні встановлені зависокі, нічим не обґрунтовані норми щодо вмісту ЗФ у стічних водах, навіть побутових, які абоненти скидають до централізованих систем водовідведення населених пунктів – 5 мг/л, які неможливо виконати без встановлення локальних очисних споруд, оскільки лише населення, завдяки своїм фізіологічним особливостям, скидає до каналізаційної мережі близько 10 мг/л ЗФ. Як наслідок діючих законів, водоканали замість модернізації застарілих очисних споруд штрафують абонентів за скид до мережі стоків з вмістом ЗФ навіть менше 6 мг/л, які без проблем можна скидати до централізованих систем водовідведення Євросоюзу. Іншою проблемою є те, що аналізи проби води на вміст фосфатів, зроблені в різних лабораторіях, можуть різнитись в кілька разів. Все це в сукупності й призводить до посилення евтрофікації українських водойм, окремі елементи якої можна спостерігати вже навіть у Чорному морі.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Степова Н. Г., Кушка О. М.** Загальний фосфор як уніфікований показник кількісного вмісту сполук фосфору // Водопостачання та водовідведення, 2014, 6. С. 52-55.
2. **Litvinenko A., Stepova N., Kushka O.** EU and Ukrainian regulations concerning phosphorous compounds in water and detergents

- // Proceedings International Conference “Build-Master-Class-2018”, Kyiv, 2018. P. 272-273.
3. **Degrémont SA.** Memento technique de l'eau. T. 1, chapitre 2. France: Rueil-Malmaison, 2005.
 4. **Александров Б. Г., Теренько Л. М., Нестерова Д. А.** Первый случай «цветения» воды в Черном море водорослью *Nodularia*

- Spumigena ex. born. et flah. (Cyanoprokaryota) // *Algologia*, 2012. Т. 22, №2, С. 152-165.
5. **Rott E., Minke R., Bali U., Steinmetz H.** Removal of phosphonates from industrial wastewater with UV/FeII, Fenton and UV/Fenton treatment. *Water Research*, 2017, 122. P. 345-354. doi: [10.1016/j.watres.2017.06.009](https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.06.009)
6. **Rott E., Steinmetz H., Metzger J.W.** Organophosphonates: A review on environmental relevance, biodegradability and removal in wastewater treatment plants. *Science of the Total Environment*, 2018. P. 1176-1191. doi: [10.1016/j.scitotenv.2017.09.223](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.223)
7. **Правила** приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України: Наказ Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України № 37 від 19.02.2002. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0403-02#Text>
8. **Правила** приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення, затверджені: Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України №316 від 01.12.2017. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0056-18#Text>
9. **Jarvie H., Neal C., Withers P.** Sewage-effluent phosphorous: a greater risk to river eutrophication than agricultural phosphorus? // *Science of the Total Environment*, 2006, 360 (1-3). P.246-253. doi: [10.1016/j.scitotenv.2005.08.038](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2005.08.038)
10. **EU-Directive.** Council Directive 91/271/EEC of May 1991 concerning urban waste water treatment // *Official Journal of the European Communities* of 30.5.91, 1991. No L 135, Vol. 34. P. 40-52. URL: <http://data.europa.eu/eli/dir/1991/271/oj>
11. **Проект** розпорядження Київської міської державної адміністрації «Про затвердження Правил приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення міста Києва» від 30.03.2020. URL: https://kyivcity.gov.ua/publiczna_informatsiia_Tag_166122/proyekt_rozpor-yadzheniya_vikonavchogo_or-ganu_kivsko_misko_radi_kivsko_misko_derzh-avno_administratsi_pro_zatverdzhennya_pravil_priymannya_stich-nikh_vod_do_sistem_tsentralizovanogo_vodov-ivvedennya_mista_kiyeva/
12. **Tchobanoglous G., Burton F.L., Stensel H.D.** Inorganic Nonmetallic Constituents. In: *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*, 4th edn. Metcalf&Eddy Inc., 2003, P. 63.
13. **Kroiss H.** Betrieb von Kläranlagen- Grundkurs. Technische Universität Wien, Band 202, Wien, 2007, 625 s. ISBN: 978-3-85234-094-4.
14. **Allgemeine** Bedingungen für die Entwässerung in Berlin (ABE). Berliner Wasserbetriebe, Neufassung von 15.12.2005.
15. **Abwassersatzung** für die Landeshauptstadt Hannover. Rat der Landeshauptstadt Hannover, Gem. Abl. 2016, S.189.
16. **Satzung über die Abwasserbeseitigung der Grundstücke im Stadtgebiet Düsseldorf** (Abwassersatzung) vom 21.12.2011, Düsseldorf Amtsblatt Nummer 51/52 vom 31.12.2011
17. **Правила** охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами: затв. постановою Кабінету Міністрів України від 25.03.1999 №465. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/465-99-%D0%BF#Text>
18. **ДСанПін 2.2.4-171-10** «Гігієнічні вимоги для води питної, призначеної для споживання людиною». Наказ МОЗ України №400 від 12.05.2010. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>
19. **Полищук А. А., Яловский Г. В., Мозолевская Т. М., Гольцов В. И.** Содержание фосфатов в р. Днестр и сточных водах г. Одесса // *Український гідрометеорологічний журнал*, 2012. №11, С.195-201.
20. **Постанова** Кабінету Міністрів України «Про затвердження технічного регламенту мийних засобів» №717 від 20.08.2008 зі змінами від 06.06.12 - 12.02.20. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/717-2008-%D0%BF#Text>
21. **Regulation No 259/2012** of the European Parliament and of the Council of 14 March 2012 as regards the use of phosphates and other phosphorus compounds in consumer laundry detergents and consumer automatic dishwasher detergents, 2012, *Official Journal of the European Union*, L 94. P. 16-21. URL: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:094:0016:0021:en:PDF>
22. **Brody T.** Phosphate Turnover in the Body. // *Nutritional Biochemistry*, 2nd. edn. San Diego: Academic Press, 1999, 773 p.

23. **Степова Н. Г., Кушка О. М.** Аналіз вітчизняних нормативних актів щодо вмісту сполук фосфору у стічних і природних водах та їх вплив на довкілля // Меліорація і водне господарство, 2014, 101, С.105-112.

REFERENCES

1. **Stepova, N. & Kushka, O. (2014).** Total phosphorous as a uniform indicator of the amount of phosphorous compounds. *Vodopostachannia ta vodovidvedennia*. 2014 (6), 52-55. [in Ukrainian].
2. **Litvinenko, A., Stepova, N. & Kushka, O. (2018).** EU and Ukrainian regulations concerning phosphorous compounds in water and detergents. *Proceedings International Conference "Build-Master-Class-2018"*, Kyiv, 272-273.
3. **Degrémont SA (2005).** *Momento technique de l'eau*. Tome 1, chapitre 2. France: Rueil-Malmaison.
4. **Alexandrov, B. G., Terenko, L. M. & Nesterova, D. A. (2012).** The first case of water bloom by *Nodularia Spumigena* ex. born. et flah. (Cyanophyta) in the Black Sea. *Algologia* 22(2). 152-165. [in Russian].
5. **Rott, E., Minke, R., Bali, U. & Steinmetz, H. (2017).** Removal of phosphonates from industrial wastewater with UV/FeII, Fenton and UV/Fenton treatment. *Water Research*, 122. 345-354. doi:10.1016/j.watres.2017.06.009
6. **Rott, E., Steinmetz, H. & Metzger, J.W. (2018).** Organophosphonates: A review on environmental relevance, biodegradability and removal in wastewater treatment plants. *Science of the Total Environment*, 615. 1176-1191. doi:10.1016/j.scitotenv.2017.09.223
7. **State Committee of Construction, Architecture and Housing Policy of Ukraine (2002)** Rules of acceptance of sewage of the enterprises in municipal and departmental systems of the sewerage of settlements of Ukraine. Order №37 dated 19.02.2002. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0403-02#Text>.
8. **Ministry of Regional Development, Construction and Housing of Ukraine (2017)** Rules for accepting wastewater into centralized drainage systems. Order №316 dated 01.12.2017. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0056-18#Text>
9. **Jarvie, H., Neal, C., & Withers, P. (2006).** Sewage-effluent phosphorous: a greater risk to river eutrophication than agricultural phosphorus? *Science of the Total Environment*. 360(1-3). 246-253. doi:10.1016/j.scitotenv.2005.08.038
10. **EU-Directive (1991).** Council Directive 91/271/EEC of May 1991 concerning urban wastewater treatment. *Official Journal of the European Communities of 30.5.91 No L 135*, 40-52. Retrieved from <http://data.europa.eu/eli/dir/1991/271/oj>
11. **Kyiv City State Administration (2020)** About the statement of Rules of acceptance of sewage to systems of the centralized drainage of the city of Kiev Draft order of 30.03.2020. Retrieved from https://kyivcity.gov.ua/publiczna_informatsiia_Tag_166122/proyekt_rozporjadzhennya_vikonavchogo_organu_kivsko_misko_radi_kivsko_misko_derzhavno_administratsi_pro_zatverdzhennya_pravil_priymannya_stichnikh_vod_do_sist_em_tsentralizovanogo_vodovidvedennya_mista_kiyeva/
12. **Tchobanoglous G., Burton F.L., Stensel H.D. (2003).** Inorganic Nonmetallic Constituents. In: *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*, 4th edn. Metcalf&Eddy Inc., (p 63). New York: McGraw-Hill.
13. **Kroiss, H. (2007)** Betrieb von Kläranlagen- Grundkurs. Technische Universität Wien, Band 202, Wien, 2007. ISBN: 978-3-85234-094-4.
14. **ABE (2005).** Allgemeine Bedingungen für die Entwässerung in Berlin. Berliner Wasserbetriebe, Neufassung von 15.12.2005.
15. **Der Rat der Landeshauptstadt Hannover (2016).** Abwassersatzung für die Landeshauptstadt Hannover. Gem.Abl.
16. **Düsseldorfer Stadtrecht (2011).** Satzung über die Abwasserbeseitigung der Grundstücke im Stadtgebiet Düsseldorf (Abwassersatzung) vom 21.12.2011, Düsseldorfer Amtsblatt Nummer 51/52 vom 31.12.2011.
17. **Cabinet of Ministers of Ukraine (1999)** Rules for protection of surface waters from return water pollution. Decree №465 dated 25.03.1999). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/465-99-%D0%BF#Text>
18. **Ministry of Health of Ukraine (2010).** *State sanitary standards and rules "Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption" 2.2.4-171-10*. Order №400 dated 12.05.2010. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>

19. Polishchuk, A. A, Yalovsky, G. V, Mozolevskaya, T. N, & Goltsov, V. I (2012). Contents of Phosphates in the Dniester River and sewage of Odessa. *Ukrainian Hydrometeorological Journal*. 11. [in Russian].
20. Cabinet of Ministers of Ukraine (2008) About the statement of Technical regulation of detergents. Decree №717 dated 20.08.2008. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/717-2008-%D0%BF#Text>
21. The European Parliament and The Council of The European Union (2012) Regulation (EU) No 259/2012 of 14 March 2012 amending Regulation (EC) No 648/2004 as regards the use of phosphates and other phosphorus compounds in consumer laundry detergents and consumer automatic dishwasher detergents. *Official Journal of the European Union*, L 94. 16-21. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:094:0016:0021:en:PDF>
22. Brody, T (1999) Phosphate Turnover in the Body. *Nutritional Biochemistry*, 2nd. edn. San Diego: Academic Press.
23. Stepova, N., & Kushka, O. (2014). Analyze of Ukrainian statutory acts concerning the concentrations of phosphorous compounds in wastewater and natural water as well as their environmental impact. *Melioratsia i vodne hospodarstvo*, 101. 105-112. [in Ukrainian].

Influence of environmental regulations on eutrophication by the example of ukrainian legislation on total phosphorous

Nataliia Stepova, Oleksandr Kushka, Yurii Kalugin

Abstract. Since phosphates are ones of the key components causing eutrophication of water bodies, every country has to have clear legislation on them. Comparing standards of the EU and Ukraine concerning total phosphorous in wastewater, effluents from wastewater treatment plants (WWTPs), drinking water, and consumer detergents, the paper shows how the difference of legislation makes legal the eutrophication of water bodies in Ukraine. As demonstrated, the current Ukrainian regulations do not oblige strictly municipal WWTPs to remove phosphorus compounds from wastewater, although the EU has rigid requirements therein. Instead, Ukraine forbids discharging wastewater with more than 5 mg/l of total phosphorous into the municipal sewage system, though many local regulations in EU-countries allow higher values, e.g. such cities of Germany as Berlin, Hannover, and Düsseldorf permit up to 50 mg/l of total phosphorous in their municipal sewage systems. This is mostly because only natural human metabolism causes up to 10 mg/l of total phosphorous in wastewater, so, to reduce total phosphorous to 5 mg/l, every domestic house would oblige to have its own WWTP. All this leads to the situation where water companies in Ukraine, instead of modernization their 30-40 years old WWTPs, fine their clients due to the steep requirements. For instance, the municipal water company Khmelnytskvodokanal won the case No 20/4901 against the company “Khmelnytsk plant of experimental production” that discharged into the municipal sewage system in the town of Khmelnytsk its wastewater with 17.42 mg/l phosphates (or 5.68 mg/l as total phosphorous), usual concentration for the EU. Moreover, phosphonates in detergents also contribute to the eutrophication. Another problem is that, due to the lack of trained qualified staff, the amount of total phosphorous determined in different laboratories in the same sample of water may differ by several times.

Keywords: environmental legislation; eutrophication; total phosphorous; phosphates; phosphonates; wastewater

Стаття надійшла до редакції 02.05.2021