

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg202102-307>

Available at (PDF): <http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/307>

УДК 618.3.621.395

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ВОДИ ПОВЕРХНЕВИХ ДЖЕРЕЛ ВОДОПОСТАЧАННЯ ЯК ЧИННИК ВИБОРУ МЕТОДУ ВОДОПІДГОТОВКИ

Д.В. Чарний¹, докт. техн. наук, Є.М. Мацелюк², канд. техн. наук, В.Д. Левицька³,
С.В. Марисик⁴, Н.М. Чернова⁵, канд. техн. наук

¹ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0001-6150-6433>; e-mail: dmitriych10@gmail.com

² Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0001-9960-6333>; e-mail: evgen1523@ukr.net;

³ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0003-2213-1696>; e-mail: veral@ukr.net;

⁴ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0002-0100-7787>; e-mail: sergsi.marisik@ukr.net;

⁵ Національний університет харчових технологій, Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0002-5197-3430>; e-mail: notochka@ukr.net

Анотація. Розглянуто сучасний стан і формування якості води у водоймах, які слугують джерелами питного водопостачання. Виявлено, що одним із головних чинників, який впливає на формування якості води у водосховищах у теплий період із червня по листопад, стає фітопланктон, особливо в період «цвітіння» водосховищ. Здебільшого ці процеси запускаються за рахунок вибухоподібного розвитку синьо-зелених водоростей (ціанобактерій). Показано супутні чинники, що супроводжують це явище. Надана характеристика впливу глобальних кліматичних змін та нового складу стічних вод на якість води в поверхневих джерелах водопостачання. Якщо раніше скиди несли значні об'єми важких металів і нафтопродуктів, фенолів тощо, то зараз спостерігається їх зменшення у разі і навпаки – зростання об'ємів біогенних сполук, особливо фосфатів. Поява фосфатів обумовлена як потраплянням фосфатних добрив у водойми, так і побутовими причинами – масовим розповсюдженням миючих засобів на фосфатній основі та нездатністю діючих каналізаційних очисних споруд ефективно їх переробляти. Скринінговий моніторинг річкового басейну Дніпра засвідчив надзвичайно завищені рівні прогнозованої безпечної концентрації у воді гербіцидів, інсектицидів, фунгіцидів, а також таких фармацевтичних речовин як карбозепінін, лопінавір, діклофенак, ефавіренц тощо.

Тобто серед органічних забруднюючих речовин акцент змінюється з класичних продуктів нафтохімії на продукти, пов'язані з сільськогосподарським і фармацевтичним виробництвом, які у відповідних концентраціях можуть стимулювати розвиток фітопланктону.

Ефективні методи очищення поверхневих вод у сучасних умовах такі:

– фізичне затримання крупнодисперсних фракцій фітопланктону шляхом використання нових конструкцій водозабірних споруд;

– застосування нових фільтрувальних матеріалів, які ефективно затримують тонкодисперсні фракції фітопланктону на головних очисних спорудах і здатні до регенерації фільтрувального завантаження;

– використання нових окиснювачів-дезінфектантів, які не утворюють токсичні хлорорганічні сполуки, із попереднім вилученням мас фітопланктону;

Ключові слова: кліматично-антропогенні зміни, поверхневі води, фітопланктон, ціанобактерії, біогенні речовини, мікроцистини

Актуальність проблеми. Зміни клімату та характеру антропогенного навантаження на природні джерела питного водопостачання призводять до зміни якості води, перш за все, поверхневих водойм. В результаті інтенсивного надходження біогенних сполук у річки і водосховища в останніх спостерігається масовий розвиток фітопланктону, який ускладнює процеси очищення якісної питної

води на станціях водопідготовки. Як свідчить аналіз функціонування діючих станцій водопідготовки, виконаний ІВПіМ НААН (водоочисні станції міст Горішні Плавні, Нікополь, Житомир та ін.), існуючі технології очищення води не в змозі ефективно затримувати фітопланктон у їх блоках вхідних пристроїв і він надходить у водопровідну мережу, сприяючи повторному забрудненню питної води. Для

успішного затримання фітопланктону слід вивчити чинники, що сприяють утворенню органічних забруднень у воді, а також властивості і закономірності їх розвитку. В цій статті авторами здійснена спроба оцінити вплив нинішнього стану якості поверхневих вод на необхідність формування нових підходів до процесів очищення. Для розуміння напрямку удосконалення технологій водопідготовки необхідно проаналізувати причини, які формують якість поверхневих вод у сучасних умовах, і фактори, що впливають на ці процеси.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Формуванню якості поверхневих вод у сучасних умовах присвячені праці багатьох вітчизняних і зарубіжних дослідників [1–8, 12–14]. З погляду висвітлення чинників, які впливають на зміну якості води у водоймах, найбільший інтерес викликають результати досліджень вітчизняних авторів [3, 4, 6, 7, 10], оскільки вони стосуються якості води в основних джерелах питного водопостачання в Україні. Зокрема в працях [3, 6, 7, 8, 10] авторами досліджено вплив вітру, температури води, концентрації сполук азоту та фосфору, а також гумусових речовин на процеси «цвітіння» води у водосховищах. Результати досліджень «цвітіння» води з використанням супутникових даних наведено в [4, 5]. Дані досліджень свідчать про те, що розвиток водоростей у водосховищах пов'язаний з такими чинниками як інтенсивність водообміну, концентрація у воді сполук азоту і фосфору, температура води, кольоровість води. Зафіксовано, що період активного розвитку водоростей припадає на липень-серпень. Зазначається, що максимальна кількість клітин водоростей може сягати кількох мільйонів на кубічний сантиметр, а їх біомаса становить 20–30 мг/дм³. Важливими характеристиками водоростей з погляду оцінюваних їх впливу на процеси очищення води є, окрім зазначених, їх видовий склад та закономірності розвитку. Результати власних досліджень з цього напрямку наведені в даній статті.

Мета роботи. На основі виявлення статистичних залежностей визначити, чи з'явилися нові особливості і закономірності розвитку мас фітопланктону, які здатні впливати на якість води в поверхневих джерелах водопостачання басейну р. Дніпро, для відповідного встановлення напрямків удосконалення технологій підготовки питної води.

Методика досліджень. Аналізувались показники якості води, пов'язані з фітопланктоном: його кількість, видовий склад, темпера-

тура води, азотна і фосфатна складові. Ці дані були надані лабораторіями Дніпровської водопровідної станції м. Києва, водопровідними станціями очищення води міст Горішні Плавні, Житомир, Нікополь. Для аналізу використані методи статистичної обробки, які дозволяють виявити особливості і закономірності досліджуваного процесу – розвитку фітопланктону протягом 2006–2020 рр. До цих методів належать регресійний аналіз, спектральний аналіз часових рядів Фур'є тощо. Статистичну обробку виконували в пакетах Gnumeric, PSPPTa R для виявлення і оцінювання чинників, пов'язаних із життєдіяльністю фітопланктону, що можуть суттєво впливати на якість поверхневих вод. Результати аналізів наведені у вигляді графіків.

Результати статистичних аналізів та обговорення характеристик чинників, що формують якість поверхневих вод. Нині відбуваються докорінні зміни в якості і кількості води у водоймах України, зокрема – у водосховищах р. Дніпро і її притоків. Якщо раніше традиційно складним для процесів водопідготовки був зимовий період із льодовим покривом і, відповідно, зниженими концентраціями кисню, то зараз, навпаки, літній період із підвищеним температурним фоном стає все більш проблемним сезоном для технологів діючих у нас водопроводів.

Нами проаналізовано матеріали, надані Дніпровською водоочисною станцією за період 2006–2020 р.р., які засвідчили бурхливий розквіт фітопланктону у водосховищах Дніпровського каскаду. Такий вибухоподібний розвиток фітопланктону, особливо в останні десятиліття (рис. 1–2), пояснюється низкою як природних, так і антропогенних чинників.

Слід зазначити, що на території України за останні два десятиліття вже проявився вплив глобальних кліматичних змін. Суттєво підвищилася середньорічна температура (значно подовжився теплий період) (рис. 3), змінився характер атмосферних опадів, які є головним джерелом надходження води на водозбори водойм, що розташовані на території України. Опадів стало менше, зими стали малосніжними, останнім часом спостерігається відсутність снігового покриву і самої зими як метеорологічного явища. Одночасно дощові опади набувають характер злив, при яких за одну добу може випасти місячна норма.

На практиці все це формується в сталі посушливі періоди терміном у 5–7 років. Прогнозне моделювання майже за всіма можливими моделями кліматичних змін передбачає, що найближчими десятиліттями

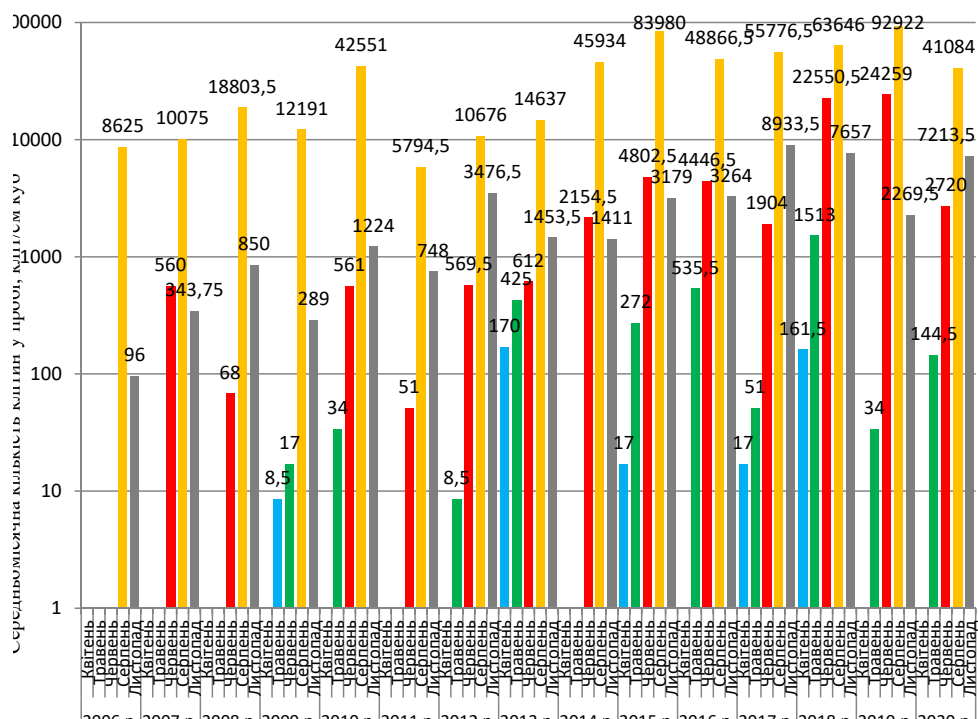


Рис. 1. Зміни кількості фітопланктону в районі Дніпровського водозабору м. Києва за 2006–2020 роки

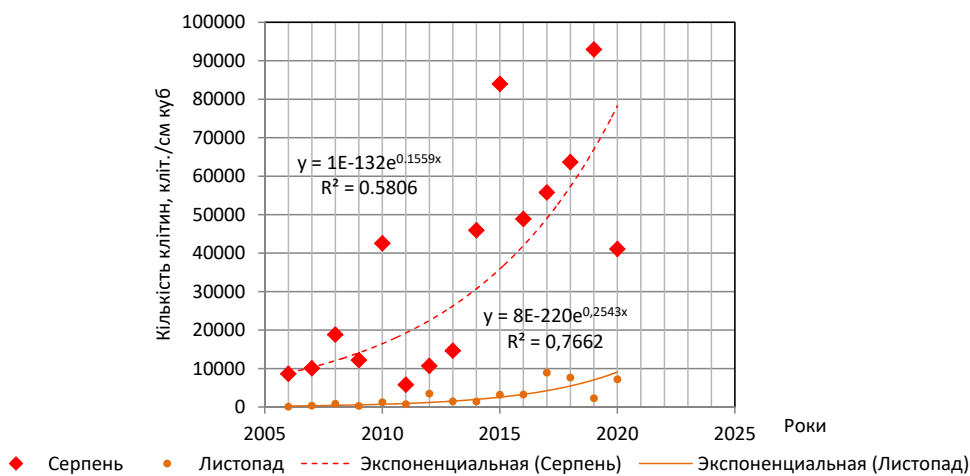


Рис. 2. Характер зміни кількості біомаси фітопланктону в період серпень, листопад 2006–2020 рр. Дніпровського водозабору м. Києва

відбудеться просування зони опустелювання на північ України. Багаторічні посухи вже зараз призвели до суттєвого пониження рівнів ґрунтових вод, пересихання криниць та малих річок, значного зниження водності та погіршення якості води середніх та великих річок України.

Окрім основних чинників, що безпосередньо впливають на погіршення якості поверхневих вод, а саме – гідрометорологічних умов, змін клімату і зарегульованості

річок [3, 4], важливим стає зміна якісного складу стічних вод, які надходять у поверхневі водойми.

За даними Держводагентства України (Форми «2-ТП Водгосп») на сьогодні суттєво скорочено обсяги скидів стічних вод (рис. 4, 5), але одночасно змінився їх склад. Якщо раніше скиди несли значні об'єми важких металів і нафтопродуктів, фенолів тощо, то зараз спостерігаються їх зменшення у рази і, навпаки, зростання об'ємів біогенних сполук,

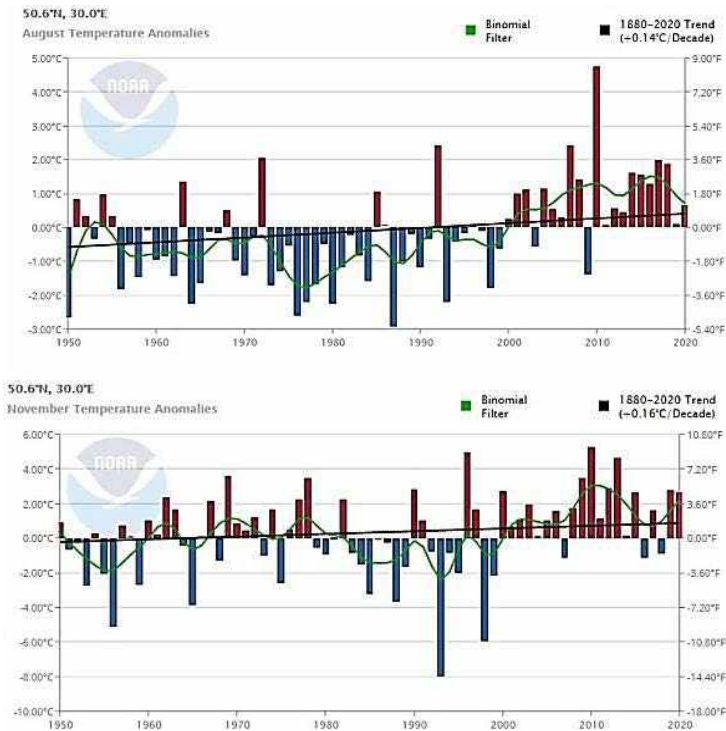


Рис. 3. Температурні аномалії поверхні за серпень і листопад у період з 1950 по 2020 рр.

(сформовано авторами за даними Національного центру екологічної інформації (NCEI) https://www.ncdc.noaa.gov/cag/global/time-series/50.56791997,30.4902792/land_ocean/1/11/1950-2020?trend=true&trend_base=10&begtrendyear=1880&endtrendyear=2021&filter=true&filterType=binomial)

особливо фосфатів (рис. 5). Поява фосфатів обумовлена як потраплянням фосфатних добрив у водойми, так і побутовими причинами – масовим розповсюдженням миючих засобів на фосфатній основі та нездатністю діючих каналізаційних очисних споруд ефективно їх переробляти.

Зміну антропогенного впливу підтверджує також спільно проведений у 2020 р.

Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України, Державним агентством водних ресурсів України, Водною Ініціативою Плюс Європейського Союзу для країн Східного партнерства (EUWI+) EU Member State Consortium Umweltbundesamt GmbH (Відень) та Office International de l'Eau (IOW) скринінговий моніторинг річкового басейну Дніпра [1]. Він засвідчив надзвичайно зави-

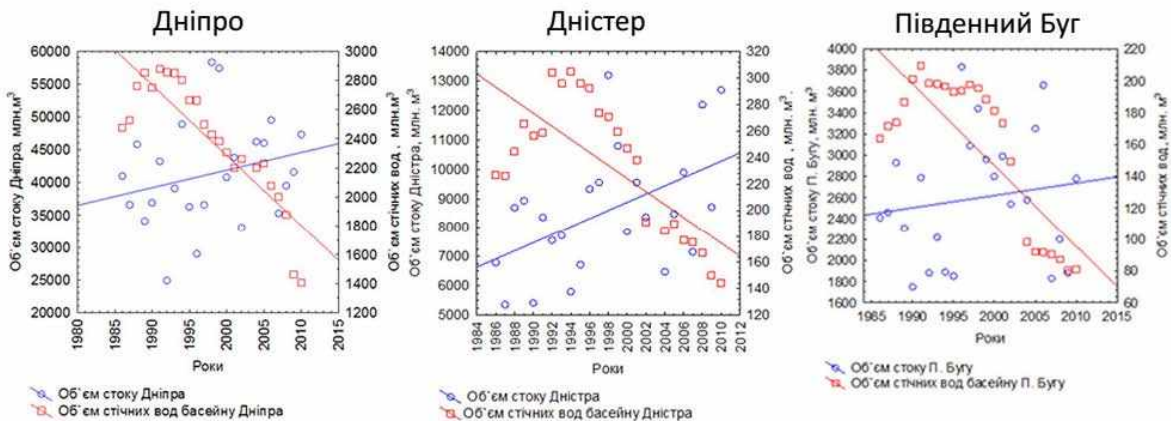


Рис. 4. Скиди стічних вод 1985–2011 рр. як чинники впливу на якість води поверхневих джерел водопостачання трьох басейнів: Дніпра, Дністра, Південного Бугу

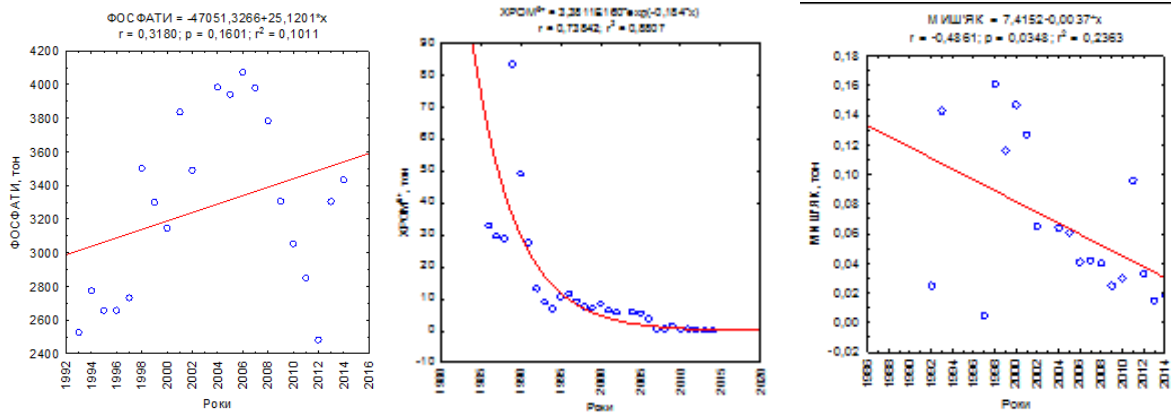


Рис. 5. Динаміка об'ємів фосфатів, хрому і миш'яку, що скидаються у водойми басейну Дніпра 1993–2014 рр.

цені рівні прогнозованій безпечної концентрації у воді гербіцидів, інсектицидів, фунгіцидів, а також таких фармацевтичних речовин як карбозепін, лопінавір, діклофенак, ефавіренц тощо.

Тобто серед органічних забруднюючих речовин акцент змінюється з класичних продуктів нафтохімії на продукти, пов'язані з сільськогосподарським і фармацевтичним виробництвом, які у відповідних концентраціях можуть стимулювати розвиток фітопланктону.

Відповідно, скиди біогенних речовин і підвищення температурного фону створили умови, при яких акваторії мілких рівнинних водосховищ стали надзвичайно сприятливим середовищем для розвитку фітопланктону, здебільшого ціанобактерій (синьо-зелених водоростей, у подальшому ціан) [3–11]. Ці твердження щодо провідної ролі ціан у формуванні тренду збільшення біомаси фітопланктону знайшли підтвердження і в нашому аналізі (рис. 6).

Фактично нині фітопланктон (здебільшого – 90% ціани), який раніше був результатом

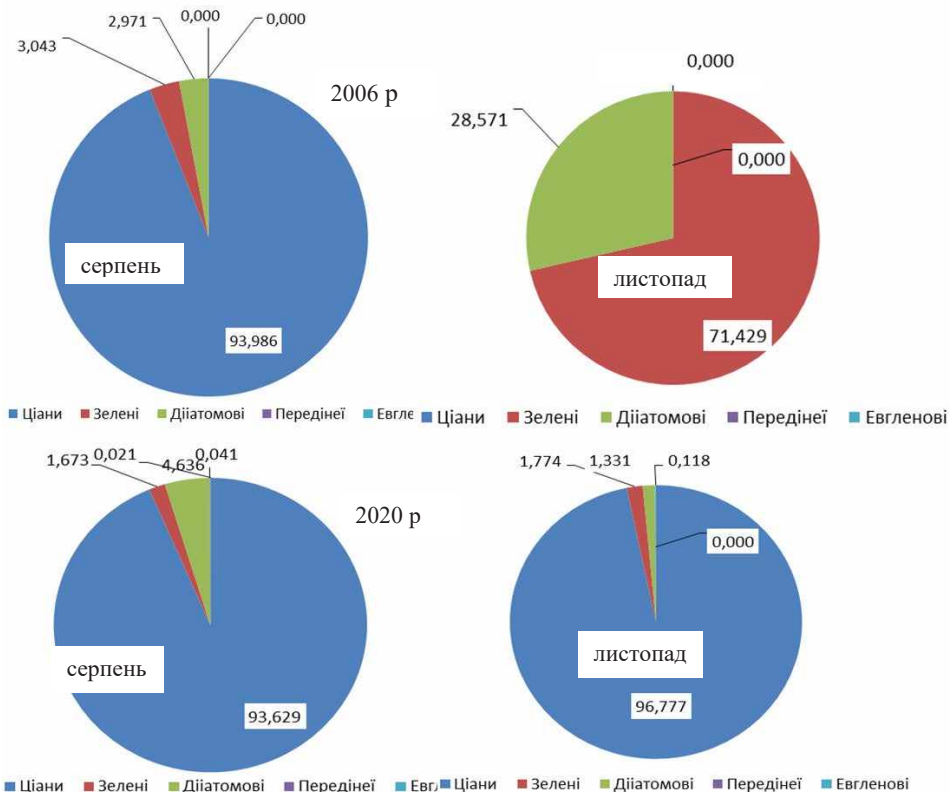


Рис. 6. Відсотковий розподіл відділів фітопланктону в районі Дніпровського водозабору м. Києва в серпні і листопаді 2006 і 2020 років відповідно

кліматично-антропогенних змін, наразі сам став головним чинником у теплий період року, що формує якість води у водосховищах. До речі період активного розвитку ціанобактерій також подовжився, нині він починається у червні і закінчується в листопаді (рис. 7).

Спрощену авторську схему процесів, які формують якість води в зарегульованих водоймах Дніпровського басейну на основі біогеохімічних перетворень, обумовлених різким нарощуванням біомаси ціан, наведено на (рис. 8).

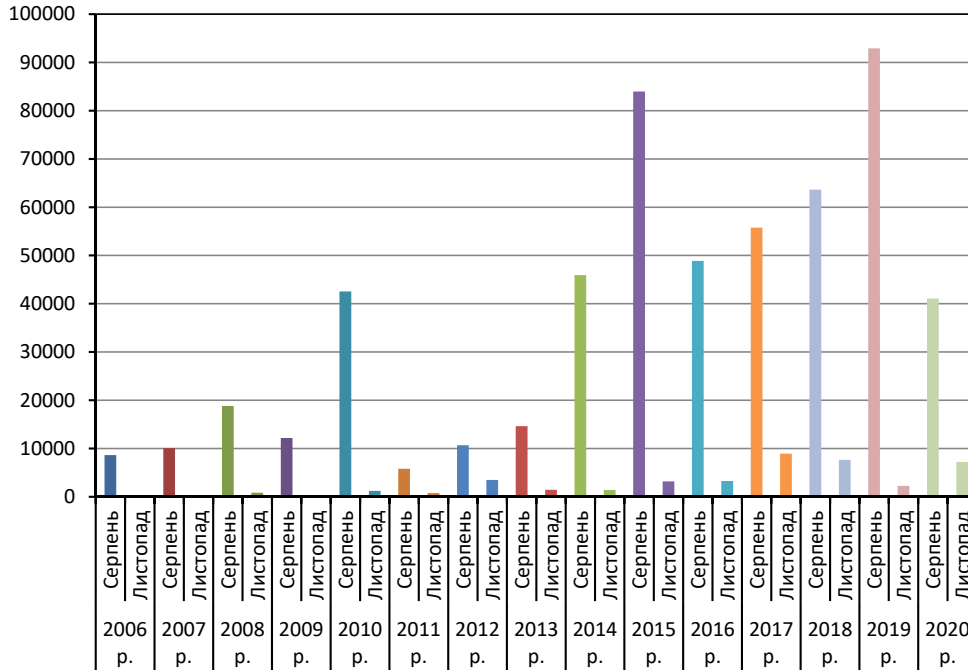


Рис. 7. Зміни середньомісячної концентрації ціанобактерій в районі Дніпровського водозабору м. Києва 2006–2020 рр. у серпні та листопаді

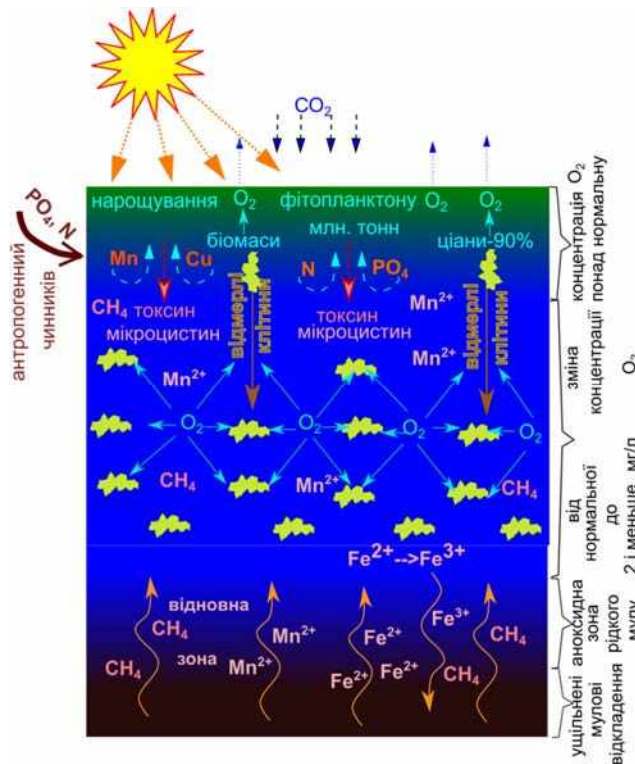


Рис. 8. Схема формування якості води в процесі «цвітіння» водосховищ

В процесі життєвого циклу ціани активно споживають, накопичують і переробляють розчинні сполуки азоту, фосфору, важкі метали, мікродози фармпрепаратів, пестицидів та гербіцидів, атмосферний вуглекислий газ тощо. шари води, де, переважно, і відбувається їх постмортальний розпад. В процесі розпаду відбувається вивільнення спожитих речовин у навколишнє середовище у вигляді токсинів, а також активне споживання розчинного у воді кисню. Все це призводить до створення аноксидних умов у придонних шарах, де, відповідно, утворюється відновне середовище, яке спричиняє вилуговування спожитих металів, наприклад мангану. З нерозчинних продуктів постмортального розпаду утворюється мулоподібна рідка суспензія, яка поступово концентрується і осідає на дно, спричиняючи замулення водосховищ.

Для аналізу тренду сезонного розвитку фітопланктону був обраний часовий ряд: квітень, травень, червень, серпень, листопад за 2006–2020 роки (рис. 1) в районі Дніпровського водозабору м. Києва.

Проведений візуальний аналіз часового ряду розвитку біомаси фітопланктону виявив, що у досліджуваному періоді за 2006–2020 рр. пік біомаси припадає на серпень, що є цілком традиційним, але почали простежуватися інші зміни у сезонному розвитку ціан. По-перше, почав розширюватися період їх активної життєдіяльності і якщо ще у 2006 р. їх не спостерігали у пробах за квітень, травень, червень, листопад, то вже у 2012–2013 рр. спостерігаємо їх появу у травні, червні

і листопаді вже у відносно значимій кількості. Також простежується систематичність у періодах коливань інтенсивності розвитку біомаси фітопланктону.

Аналіз наведених даних свідчить про циклічність розвитку фітопланктону – приблизно один значний пік у 4–5 років. Застосувавши метод спектрального аналізу часових рядів Фур'є ми вдалося встановили періодичність цих коливань, отримані графіки спектральної щільності наведені на рис. 9.

Спираючись на визначений тренд, ми можемо прогнозувати, що у найближчі 5–7 років водопровідні водозабірно-очисні споруди Дніпровського водозабору м. Києва почнуть працювати з водою, в якій концентрація фітопланктону може сягати понад 1 000 000 клітин/см³. Також слід врахувати, що пропорційно до нарощування біомаси фітопланктону буде підвищуватися і концентрація мікроцистину, що ставатиме все більш у забезпеченні водоспоживачів питною водою. Приблизно те саме буде відбуватися на всіх водозаборах дніпровського каскаду.

Фактично ми перебуваємо під загрозою, коли через 5–7 років відбудеться суттєве погіршення води в поверхневих джерелах водопостачання для понад 70% населення України, а існуючі технології водопідготовки є майже безпорадними перед навалюю фітопланктону. Отже, необхідно провести ретельний аналіз можливих заходів, які будуть здатні ефективно протидіяти проникненню цього забрудника у водопровідні мережі і убезпечити

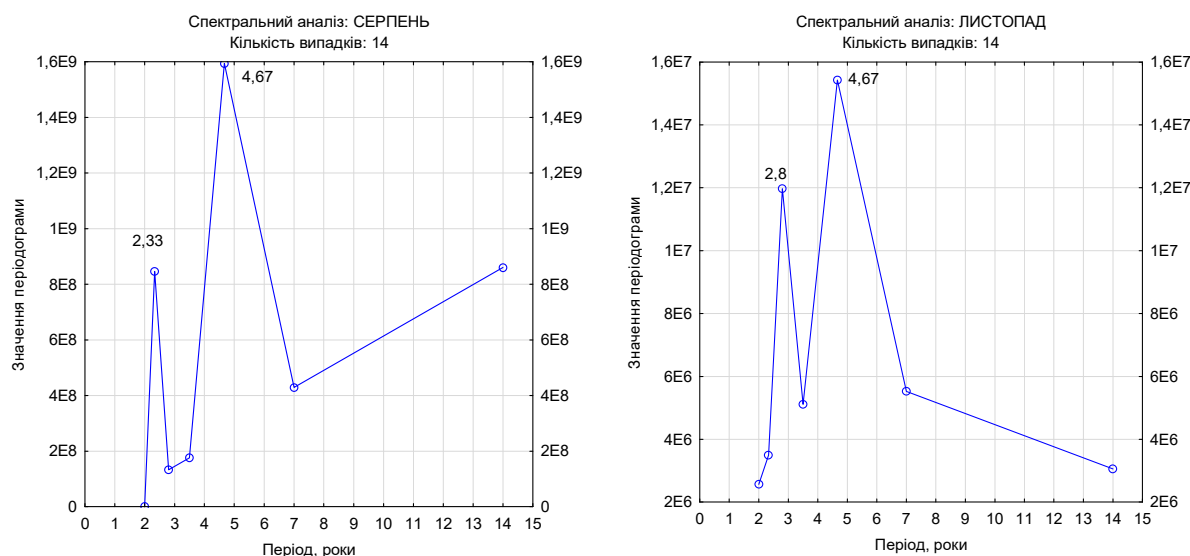


Рис. 9. Графіки спектральної щільності інтенсивності розвитку біомаси фітопланктону в районі Дніпровського водозабору м. Києва за 2006–2020 роки

споживачів питної води від його шкідливої дії на людський організм.

Напрями використання отриманих результатів. Визначений напрям розвитку фітопланктону, кількісні та якісні характеристики водоростей будуть використані при визначенні методів затримання даного виду забруднень вихідної води, а також при розробленні технологій та конструкцій водоочисних споруд у системах водопостачання.

На нашу думку, ефективні методи очищення поверхневих вод у сучасних умовах такі:

1) фізичне затримання крупнодисперсних фракцій фітопланктону шляхом використання нових конструкцій водозабірних споруд;

2) застосування нових фільтрувальних матеріалів, які ефективно затримують тонкодисперсні фракції фітопланктону на головних очисних спорудах і здатні до регенерації фільтрувального завантаження;

3) використання нових окиснювачів-дезінфектантів, які не утворюють токсичні хлороганічні сполуки, із попереднім вилученням мас фітопланктону.

Дієвим заходом щодо попередження інтенсивного розвитку фітопланктону є прийняття на законодавчому рівні рішення про заборону миючих засобів на основі фосфатів і впорядкування використання фосфатних добрив на прилеглих до акваторії сільськогосподарських угіддях.

Висновки. Скиди біогенних речовин у поверхневі об'єкти і зростання температурного фону створили умови для розвитку

фітопланктону, здебільшого ціанобактерій (синьо-зелених водоростей – ціан). Суттєво змінився склад фітопланктону, особливо це стосується холодного періоду. Так, якщо у 2006 р. в листопаді зелені водорості становили 71,4%, а 28,6% становили діатомові, ціани взагалі не були присутні у пробах, то в листопаді 2020 р. ціани склали 96,8%, зелені 1,8%, діатомові 1,3%, евгленові 0,1%. В процесі життєвого циклу ціани накопичують розчинні сполуки азоту, фосфору, важкі метали, мікродози фармпрепаратів тощо, а при їх розпаді відбувається вивільнення спожитих речовин у навколишнє середовище у вигляді токсинів, шкідливих для здоров'я людини. Сучасні технології водопідготовки не в змозі затримувати як тонкодисперсні фракції фітопланктону, так і продукти його розпаду. Розширення відсотка ціан стимулює поширення їх видового різноманіття, що зі свого боку спонукає продукування ними токсину – мікроцистину як засобу внутрішньої боротьби, а це призводить до вимог видалення ціан із води на перших стадіях водопідготовки без порушень їх клітинної оболонки, що знижує ризики підвищення токсинів у вихідній воді. Відповідно, необхідна розробка нових підходів до вирішення проблеми знешкодження фітопланктону при водопідготовці, які зводяться до фізичних способів його затримання на водозабірних спорудах та використання нових реагентів і фільтрувальних матеріалів на очисних спорудах.

Бібліографія

1. Слободник Я. Алігізакіс Н., Освальд П. Скринінговий моніторинг річкового басейну Дніпра. Київ : Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України; Державне агентство водних ресурсів України; Водна Ініціатива Плюс Європейського Союзу для країн Східного партнерства (EUWI+) Відень : Umweltbundesamt GmbH; Париж : Office International de l'Eau (IOE), 2021. 34 с.
2. Greven A.-C. Polycarbonate and polystyrene nanoparticles act as stressors to the innate immune system of fathead minnows (*Pimephales promelas*, rafinesque 1820) Dissertation, LMU München : Faculty of Veterinary Medicine, 2016. 112 p.
3. Вишневський В.І., Лопата Л.М. «Цвітіння» води на водозаборі дніпровської водопровідної станції. *Меліорація і водне господарство*. 2016. № 104. С. 31–35.
4. Вишневський В.І., Шевчук С.А. Використання даних дистанційного зондування землі у дослідженнях водних об'єктів України. Київ: «ІнтерпресЛТД», 2018. 116 с.
5. Толстохатко В.А. Моніторинг дніпровських водохранилищ по даним дистанційного зондирования землі со спутника Landsat. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2010. № 3/11(45). С. 49–53.
6. Вишневський В.І. Ріка Дніпро. Київ, «Інтерпрес ЛТД», 2011. 384 с.
7. Влияние антропогенного загрязнения на фитопланктон Каневского водохранилища (Украина) сравнение размерных спектров. Каменир Ю. и др. *Альгология*. 2008. Vol. 18, №. 2. С. 149–159.
8. Дослідження впливу біогенів на особливості розвитку евтрофних процесів у водосховищі Дениші. Аристархова Е.О. та інш. *Вісник ЖДТУ*. 2006. No. 3(38). С. 130–133.

9. Батаева Ю.В. Влияние экстремальных гидрохимических условий на видовой состав цианобактерий в водоемах нижней Волги / Ю. В. Батаева, Автореф. дис. ... канд. биол. наук Москва, 2005.

10. Єльнікова Т.О., Подчашинський Ю.О. Моделювання евтрофних процесів у водосховищах річки Тетерів Житомирської області на основі відеозображень проб води. Вісник ЖДТУ. 2015. № 3(74). С. 54–59.

11. Уберман В., Васьковец Л. Нормирование сбросов фосфатов на основе экологических ПДК 2014. С. 3–17.

12. Халиуллина Л.Ю., Яковлев В.А. Фитопланктон мелководий в верховьях Куйбышевского водохранилища Казань : Изд-во Академии наук РФ, 2015. 171 с.

13. Lehane L. National office of animal and plant health, agriculture, fisheries and forestry. Australia : Canberra, 2000.

14. Rick Jervis Toxins contaminate drinking water in northwest Ohio. USA today, 2014.

References

1. Slobodnyk, Ya., Aligizakis, N., & Osvald, P. (2021). Skryninhovyy monitoring richkovogo baseyny Dnipra [Screening monitoring of the Dnieper river basin] Kyiv : Ministerstvo zakhystu dovkillya ta pryrodnykh resursiv Ukrainy; Derzhavne ahentstvo vodnykh resursiv Ukrainy; Vodna Initsiatyva Plyus Yevropeyskoho Soyuzu dlya krayin Skhidnoho partnerstva (EUWI+) Viden : Umweltbundesamt GmbH; Paryzh : Office International de l'Eau (IOW). [in Ukrainian]

2. Greven, A.C. (2016). Polycarbonate and polystyrene nanoparticles act as stressors to the innate immune system of fathead minnows (*Pimephales promelas*, rafinesque 1820) Dissertation, LMU München: Faculty of Veterinary Medicine. [in English]

3. Vyshnevskyy, V.I., & Lopata, L.M. (2016). "Tsvitinnya" vody na vodozabori dniprovskoyi vodoprovodnoyi stantsiyi. [Flowering] of water at the water intake of the Dnieper water supply station]. *Melioratsiya i vodne hospodarstvo*, 104, 31–35. [in Ukrainian]

4. Vyshnevskyy, V.I., & Shevchu, S.A. (2018). Vykorystannya danykh dystantsiynoho zonduvannya zemli u doslidzhennyakh vodnykh obyektiv Ukrainy. [Use of remote sensing data in research of water bodies of Ukraine.] Kyiv, «Interpres LTD». [in Ukrainian]

5. Tolstokhatko, V.A. (2010). Monitoring dneprovskikh vodokhranilishch po dannym dystantsionnogo zondirovaniya zemli so sputnika Landsat. [Monitoring of the Dnieper reservoirs according to the data of remote sensing of the earth from the Landsat satellite] *Vostochno-Yevropeyskiy zhurnal peredovykh tekhnologiy*, № 3/11(45), 49–53. [in Russian]

6. Vyshnevskyy, V.I. (2011). Rika Dnipro [River Dnipro]. Kyiv, «Interpres LTD». [in Ukrainian]

7. Kamenir, Yu., Mikhaylyuk, T. I., & Popova, A. F. et al. (2008). Vliyaniye antropogennogo zagryazneniya na fitoplankton Kanevskogo vodokhranilishcha (Ukraina). sravneniye razmernykh spektrov. [The effect of anthropogenic pollution on phytoplankton of the Kanev reservoir (Ukraine). comparison of dimensional spectra] *Algologiya*. Vol. 18, № 2, 149–159. [in Russian]

8. Arystarkhova, E.O. Yelnikova, T.O., Kupriyets, O.L., & Truskavetska, L.M. (2006). Doslidzhennya vplyvu bioheniv na osoblyvosti rozvytku evtrofnykh protsesiv u vodoskhovyshchi Denyshi. [Research of influence of nutrients on features of development of eutrophic processes in Denishi reservoir] *Visnyk ZHDTU*, № 3 (38), 130–133. [in Ukrainian]

9. Batayeva, Yu.V. (2005). Vliyaniye ekstremalnykh gidrokhimicheskikh usloviy na vidovoy sostav tsianobakteriy v vodoyemakh nizhney Volgi. [Influence of extreme hydrochemical conditions on the species composition of cyanobacteria in water bodies of the lower Volga] *Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk*. Moskva. [in Russian]

10. Yelnikova, T.O., & Podchashynskyy, Yu.O. (2015). Modelyuvannya evtrofnykh protsesiv u vodoskhovyshchakh richky Teteriv Zhytomyrskoyi oblasti na osnovi videozobrazhen prob vody. [Modeling of eutrophic processes in the reservoirs of the river Teteriv, Zhytomyr region on the basis of video images of water samples.] *Visnyk ZHDTU*. 2015. № 3(74), 54–59. [in Ukrainian]

11. Uberman, V., & Vaskovets, L. (2014). Normirovaniye sbrosov fosfatov na osnove ekologicheskikh PDK [Rationing of Phosphate Discharges Based on Environmental MPC]. [in Russian]

12. Khaliullina, L.Yu., & Yakovlev, V.A. (2015). Fitoplankton melkovodiy v verkhov'yakh Kuybyshevskogo vodokhranilishcha. [Phytoplankton of shallow waters in the upper reaches of the Kuibyshev reservoir]. Kazan : Izd-vo Akademii nauk RF. [in Russian]

13. Lehane, L. (2000). National office of animal and plant health, agriculture, fisheries and forestry. Australia : Canberra. [in English]

14. Rick Jervis. (2014). Toxins contaminate drinking water in northwest Ohio. USA today. [in English]

Д.В. Чарный, Е.М. Мацелюк, В.Д. Левицкая,
С.В. Марысык, Н.М. Чернова

Особенности формирования качества воды поверхностных источников водоснабжения как фактор выбора метода водоподготовки

Аннотация. Рассмотрено современное состояние и формирование качества воды в водоемах, служащих источниками питьевого водоснабжения. Выявлено, что одним из главных факторов, влияющих на формирование качества воды в водохранилищах в теплый период с июня по ноябрь, становится фитопланктон, особенно в период «цветения» водохранилищ. В большинстве своем эти процессы запускаются за счет взрывоподобного развития сине-зеленых водорослей (цианобактерий). Показаны сопутствующие факторы, сопровождающие это явление. Дана характеристика влияния глобальных климатических изменений и нового состава сточных вод на качество воды в поверхностных источниках водоснабжения. Если раньше сбросы несли значительные объемы тяжелых металлов и нефтепродуктов, фенолов и т.д., то сейчас наблюдается их уменьшение в разы и наоборот – рост объемов биогенных соединений, особенно фосфатов. Появление фосфатов обусловлено как попаданием фосфатных удобрений в водоемы, так и бытовыми причинами – массовым распространением моющих средств на фосфатной основе и неспособностью действующих канализационных очистных сооружений эффективно их перерабатывать. Скрининговый мониторинг речного бассейна Днепра показал чрезвычайно завышенные уровни прогнозируемой безопасной концентрации в воде гербицидов, инсектицидов, фунгицидов, а также таких фармацевтических веществ как карбомазепин, лопинавир, диклофенак, эфавиренц и т.д.

Эффективные методы очистки поверхностных вод в современных условиях следующие:

- физическое задержание крупнодисперсных фракций фитопланктона путём использования новых конструкций водозаборных сооружений;
- применение новых фильтровальных материалов, эффективно задерживающих тонкодисперсные фракции фитопланктона на главных очистных сооружениях и способных к регенерации фильтровальной загрузки;
- использование новых окислителей-дезинфектантов, не образующих токсичных хлорорганических соединений, с предварительным извлечением масс фитопланктона.

Ключевые слова: климатически-антропогенные изменения, поверхностные воды, фитопланктон, цианобактерии, биогенные вещества, микроцистин

D.V. Charnyy, Ye.M. Matseluk, V.D. Levytska,
S.V. Marysyk, N.M. Chernova

Peculiarities of formation of water quality of surface sources of water supply as a factor of a choice of a method of water treatment

Abstract. The current state and formation of water quality in reservoirs that serve as sources of drinking water supply were considered. It was revealed that phytoplankton becomes one of the main factors influencing the formation of water quality in reservoirs in the warm period from June to November, especially during the period of reservoirs “blooming”. Mostly these processes are triggered by the explosive development of blue-green algae (cyanobacteria). The factors accompanying this phenomenon are shown. The characteristic of the influence of global climate change and new composition of wastewater on water quality in surface water supply sources is given. If earlier the sewage contained significant volumes of heavy metals, oil products, phenols, etc., now they are observed to decrease at several times and vice versa – an increase in the volume of biogenic compounds, especially phosphates is observed. The emergence of phosphates is caused both by the ingress of phosphate fertilizers into water bodies, and by household reasons – the massive distribution of phosphate-based detergents and the inability of existing sewage treatment plants to efficiently process them. Screening monitoring of the Dnieper river basin showed extremely high levels of the predicted safe concentration of herbicides, insecticides, fungicides, as well as pharmaceutical substances such as carbamazepine, lopinavir, diclofenac, efavirenz, etc. in water.

That is, among organic pollutants, the focus changes from classic petrochemical products to the products related to agricultural and pharmaceutical production, which, in certain concentrations, can stimulate the development of phytoplankton.

The effective methods for treating surface water in modern conditions are as follows:

- physical retention of coarse fractions of phytoplankton using new designs of water intake structures;
- the use of new filter materials that effectively trap finely dispersed phytoplankton fractions at the main treatment facilities and are capable of regenerating the filter media;
- the use of new oxidizing agents-disinfectants that do not form toxic organochlorine compounds, with preliminary extraction of phytoplankton masses.

Key words: climatic and anthropogenic changes, surface waters, phytoplankton, cyanobacteria, biogenic substances, microcystin