

УДК581.526.325 (282.247.32)

“ЦВІТІННЯ” ВОДИ НА ВОДОЗАБОРІ ДНІПРОВСЬКОЇ ВОДОПРОВІДНОЇ СТАНЦІЇ

В.І. ВИШНЕВСЬКИЙ, док. геогр. наук,
Інститут водних проблем і меліорації НААН,
Л.М. ЛОПАТА
ПАТ “Київводоканал”

Висвітлено основні закономірності “цвітіння” води на водозаборі Дніпровської водопровідної станції. Виявлено спалах “цвітіння” в літній період 2015 і 2016 рр., спричинений невеликою водністю Дніпра і водночас високою температурою повітря і води.

Ключові слова: “цвітіння” води, водорості, температура води, вітер, Дніпровська водопровідна станція

Вступ. “Цвітіння” води – надзвичайно поширене явище, що істотно впливає на стан води і можливість її використання, зокрема для господарсько-питного водопостачання. У разі значного розвитку “цвітіння” на водозаборі Дніпровської водопровідної станції (ДВС) її працівникам доводиться вносити корективи в технологію підготовки води і навіть збільшувати забір води з Десни і підземних джерел. Ця проблема загострилася у другій половині літа 2015–2016 рр., коли “цвітіння” досягло масштабів, якого не було кілька років.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Явище “цвітіння” води тривалий час перебуває в полі зору багатьох науковців. Зокрема йому присвячено численні праці фахівців Інституту гідробіології НАНУ [2, 4, 5, 7, 8]. У результаті виконаних досліджень, проведених переважно на водосховищах, встановлено, що це явище насамперед спричинено бурхливим розвитком синьо-зелених водоростей (ціанобактерій), кількість яких може сягати кількох мільйонів на кубічний сантиметр. Особливо значним процес “цвітіння” був у перші роки після створення водосховищ. За результатами досліджень, виконаних в останні роки, встановлено, що максимум чисельності клітин водоростей та їх біомаси спостерігається приблизно тоді, коли настає найвища температура води. Це стосується передусім синьо-зелених водоростей. Існують значні коливання не лише кількості водоростей протягом року, а й їх видового складу. Важливим є факт того, що водорості різних систематичних груп істотно різняться за біомасою: порівняно великими є діатомові, істотно меншими (у кілька десятків разів) – синьо-зелені. Так, водорості роду

Microcysts, які влітку є домінуючими, належать до найменших. Через це коливання чисельності клітин водоростей істотно більші, ніж їх біомаси.

Дослідження показали, що середньорічна кількість планктонних організмів залежить від гідрометеорологічних умов: у багатоводні роки “цвітіння” зменшується, в тепліші за звичайні – зростає [2]. Причинно-наслідкові питання розвитку “цвітіння” на водозаборі ДВС висвітлено в [1]. Встановлено, що розвиток водоростей залежить від якісних показників води, які, в свою чергу, залежать від частки стоку р. Прип'ять у загальному стоці Дніпра. Коли ця частка зростає, збільшується концентрація гумусових речовин і кольоровість води. У цьому разі “цвітіння” зменшується.

Ще одним напрямком досліджень, спрямованим на оцінювання “цвітіння” води, можна вважати застосування методів дистанційного зондування Землі. Деякі результати цього напрямку висвітлено в [6]. За супутниковими знімками можна бачити, що поширення водоростей по довжині дніпровських водосховищ істотно змінюється: найменшим воно є у зонах виклинювання, найбільшим – на пригребельних ділянках. Отже, розташування водозабору ДВС у нижньому б'єфі Київської ГЕС можна вважати вдалим, адже “цвітіння” води тут значно менше, ніж нижче за течією. Про останнє свідчать також дані моніторингу кількох підприємств водоканалу, що функціонують на дніпровських водосховищах. Зокрема на водозаборі Аульської водопровідної станції, що розташований у верхньому б'єфі Дніпродзержинського водосховища, кількість клітин водоростей улітку часто перевищує 1 млн в 1 см³.

Методи досліджень. Основним джерелом даних для написання цієї статті стали дані моніторингу кількісного та якісного складу водоростей на водозаборі ДВС. Ця водозабір-на споруда обладнана двома ковшами, що розташовані на правому березі Дніпра за 3,4 км нижче Київської ГЕС. Проби водоростей з поверхневого шару води відбираються тут щоденно, крім вихідних і святкових днів. Час відбору – близько 9:00. Одразу після взяття проб їх доставляють у гідробіологічну лабораторію, де виконують аналіз. Найважливіший досліджуваний показник – кількість клітин водоростей в 1 см³ води. Крім того, раз на декаду визначають видовий склад і біомасу водоростей.

Певну увагу в дослідженні приділено також гідрометеорологічним умовам, які, вочевидь, впливають на розвиток “цвітіння”. Насамперед це стосується водності Дніпра, яка фіксується у створі Київської ГЕС. Зовсім близько від неї – на греблі розташована ме-

теостанція “Вишгород”. Поряд з нею у верхньому б’єфі вимірюється температура води. Досліджуваний період охопив 2012–2016 рр., але основну увагу приділено теплому періоду 2015–2016 рр.

Гідрометеорологічні умови. За гідрометеорологічними умовами 2012–2016 рр. умовно можна поділити на дві частини. У 2012–2013 рр. водність Дніпра, а також температура повітря і води були близькими до норми. У наступні (особливо 2015–2016) роки водність виявилася значно меншою за норму, а температура – істотно вищою. При нормі середньорічних витрат у створі Київської ГЕС 1060 м³/с фактична водність становила: 2012 р. – 1070 м³/с, 2013 р. – 1480, 2014 р. – 814, 2015 р. – 486 м³/с, 2016 р. – 681 м³/с. Найменші витрати води у маловодному 2015 р. спостерігалися в липні–вересні, причому вони були у 2–2,5 рази менші за норму. Істотно меншою за звичайну виявилася водність і влітку 2016 р. (табл. 1).

Середньомісячні витрати води у створі Київської ГЕС протягом теплого періоду 2012–2016 рр.

Рік	V	VI	VII	VIII	IX
2012	2390	1350	833	553	577
2013	3710	1880	978	622	635
2014	1020	956	727	460	413
2015	652	383	303	285	213
2016	1020	695	311	453	339
Норма до 2010 р.	1850	1030	801	699	625

Згаданий 2015 р. був особливим і за температурою повітря, яка в досліджуваному регіоні, так само, як і в усій Україні, виявилася найвищою за всю історію спостережень.

Зокрема аномально висока температура повітря спостерігалася в серпні і на початку вересня 2015 р., коли було побито кілька температурних рекордів (табл. 2).

2. Середньомісячна температура повітря на метеостанції “Вишгород” протягом теплого періоду 2012–2016 рр.

Рік	V	VI	VII	VIII	IX
2012	18,3	20,3	23,5	20,6	16,4
2013	19,5	22,1	20,9	20,2	13,0
2014	17,1	18,6	22,6	21,8	15,4
2015	16,1	20,8	21,7	22,5	18,0
2016	15,7	21,0	22,6	21,2	16,1
Середня багаторічна	15,6	18,9	20,5	19,8	14,4

Як видно з табл. 2, неодноразово в останні роки середньомісячна температура повітря перевищувала норму на 3 °С і більше.

Протягом досліджуваного періоду вищою за норму виявилася й температура води. Її

середньомісячні значення на посту “Вишгород”, що розташований у верхньому б’єфі Київської ГЕС, вміщено в табл. 3.

3. Середньомісячна температура води протягом теплого періоду 2012–2016 рр.

Рік	V	VI	VII	VIII	IX
2012	19,4	21,4	24,8	23,2	17,9
2013	17,2	21,6	24,2	23,0	16,8
2014	17,2	20,7	23,5	24,6	18,1
2015	15,8	21,4	22,2	23,7	19,1
2016	17,0	21,8	23,9	22,8	19,4
Норма до 2010 р.	15,4	19,9	21,9	21,5	16,8

Як видно з табл. 3, особливістю 2014–2015 рр. було те, що максимальна температура води спостерігалася в серпні, а не в липні, як звичайно. Зокрема у 2014 р. найвища температура спостерігалася в першій декаді серпня (її середнє значення – 27,1 °С), у 2015 р. – у другій декаді серпня (24,6 °С).

Висвітлення основних результатів. Наявні дані на водозаборі ДВС показують, що в 2015–2016 рр. найбільша кількість водоростей (у середньому – 85,5 тис. в 1 см³) спостерігалася в серпні, дещо менша (76,9 тис. в 1 см³) – у липні (рис. 1).

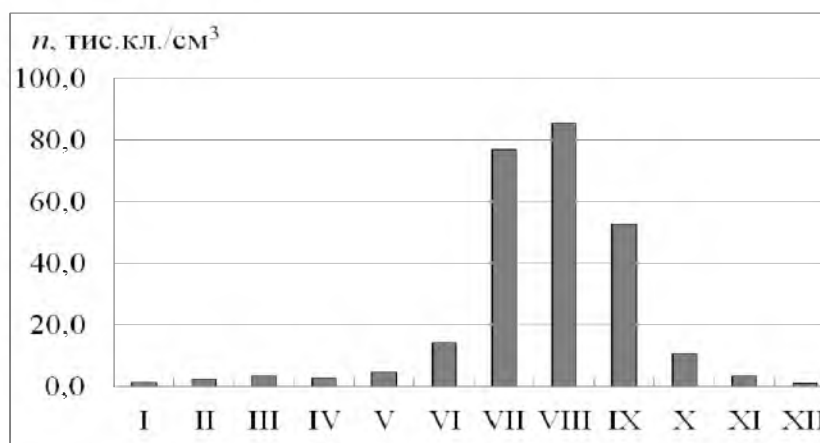


Рис. 1. Усереднений розподіл кількості клітин водоростей в 1 см³ на водозаборі ДВС протягом 2015–2016 рр.

Дані, показані на рис. 1, свідчать не лише про невелику кількість планктонних організмів узимку, а й у квітні, що помічено іншими дослідниками, причому не лише за результатами досліджень на Дніпрі [2]. Насправді, середньомісячна кількість клітин водоростей істотно змінюється в залежності від гідрометеорологічних умов. Зокрема в січні 2015 р., який виявився значно теплішим за норму із середньою температурою на метеостанції “Вишгород” мінус 0,3 °С, кількість клітин водоростей та їх біомаса були незрівнянно більшими, ніж у січні 2016 р., коли температура повітря була звичайною (мінус 5,5 °С). У першому випадку кількість клітин у середньому становила 2,3 тис., у другому – лише 0,4 тис. Відповідно істотно різними виявилися значення біомаси водоростей: відповідно 4,0 і 0,8 мг/дм³.

Найбільший інтерес, особливо в питанні водопідготовки, мають умови значного “цві-

тіння” води. За наявними даними, влітку 2015–2016 рр. воно було істотно більшим за звичайне. В останнє десятиліття близьке за розвитком “цвітіння” спостерігалось лише влітку 2010 р., коли температура повітря і води також виявилися вищими за норму.

Виконані раніше дослідження [1] дозволяють вважати, що розвитку водоростей влітку 2015–2016 рр. сприяли не лише доволі висока температура і невелика водність, а й порівняно незначна кольоровість води. Протягом усього періоду 2015–2016 рр. її характерні значення становили 30–50 град., що у 2–3 рази менше ніж у середньому за багаторіччя. Те саме стосується і 2014 р.

Кількість клітин водоростей істотно залежить і від переважаючого вітру, зокрема його напрямку і сили. Загалом у досліджуваному районі у липні–серпні, коли “цвітіння” води є

найбільшим, переважає північний вітер. За даними метеостанції “Вишгород” (період 1991–2015 рр.), його повторюваність у ці місяці становить відповідно 31% і 26%. Найменшу повторюваність має вітер з південного сходу. Разом з тим для вітру притаманна значна мінливість, що, в свою чергу, позначається на течії води у водосховищі, а відповідно і на кількості клітин водоростей на водозаборі ДВС. Доволі часто саме внаслідок дії вітру кількість клітин від одного дня до іншого істотно збільшується чи зменшується. Це, зокрема, видно за даними, що спостерігалися в теплий період 2016 р. (рис. 2).

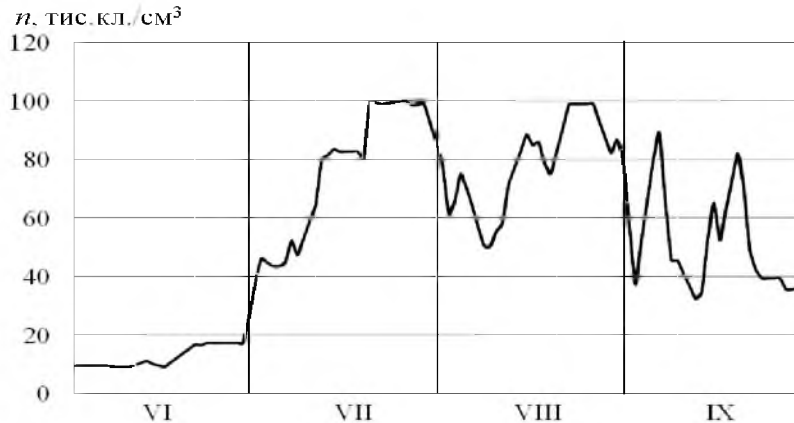


Рис. 2. Кількість клітин водоростей на водозаборі ДВС протягом теплого періоду 2016 р.

Розглянемо, для прикладу, випадок різкого збільшення кількості клітин на водозаборі ДВС протягом 29–30.06.2016. Першого дня кількість клітин становила 17,2 тис., наступного – 26,0 тис. Причиною такого збільшення став північний вітер, який зігнав водорості до Київської ГЕС і відповідно до водозабору ДВС. Подібне різке збільшення кількості клітин відбулося також 19–20.07.2016, коли їх кількість зросла з 80,6 тис. до 99,6 тис. Протилежною виявилася ситуація 1–2.08.2016, коли кількість клітин помітно зменшилася: з 78,8 тис. до 61,9 тис. У цьому разі “винуватцем” став південний вітер.

Певну роль у змінах кількості клітин відіграють й інші елементи погоди. Так, припинення стрімкого збільшення розвитку фітопланктону 4 липня 2016 р. було зумовлено різким похолоданням і настанням хмарної погоди. Прохолодною виявилася погода і 7–9 серпня, що також позначилося на кількості клітин водоростей. У ці дні їх зафіксовано істотно менше, ніж у сусідні (див. рис. 2).

Помічено також, що на кількість клітин впливає випадіння дощу – у цьому разі їх кількість зменшується. Так, дощ 18 липня 2016 р. спричинив зменшення кількості клітин водоростей приблизно на 10%.

Від гідрометеорологічних умов і життєвого циклу водоростей істотно залежить їх видовий склад протягом року. У січні за чисе-

льністю і біомасою домінують діатомові і зелені водорості, точніше – представники родів *Stephanogiscus* і *Chlamydomonas*. Крім того, доволі багато евгленових, а саме – роду *Trachelomonas*. З настанням першого тепла до числа домінантних водоростей приєднуються ще один рід діатомових – *Melosira*. У червні істотно збільшується чисельність синьо-зелених водоростей, а саме родів *Microcysts* та *Phormidium*. У другій половині літа, коли “цвітіння” води стає найбільшим, домінують синьо-зелені водорості: як за чисельністю, так і за біомасою. Найбільше в цей час водоростей роду *Microcysts*. Дещо меншою є кількість водоростей *Aphanizomenon* та *Anabaena*, яких приблизно порівну. У вересні–жовтні найбільшу чисельність мають роди *Aphanizomenon* і *Microcysts*. Утім, уже в листопаді їх чисельність різко зменшується (рис. 3).

Відмінністю отриманих результатів від описаних у праці [7] є те, що в 2015–2016 рр. під час найбільшого “цвітіння” води порівняно невеликою виявилася кількість водоростей роду *Phormidium*.

Важливим є те, що хоч синьо-зелені водорості зумовлюють значне “цвітіння” води в другій половині літа, це не супроводжується істотним збільшенням загальної біомаси, оскільки їх розмір невеликий. Як наслідок, коливання біомаси водоростей є меншим,

ніж їх чисельності. Узимку вона має порядок 1–2 мг/дм³, під час найбільшого “цвітіння” – 20–25 мг/дм³. Максимальну біомасу водоростей протягом останніх років зареєстровано 5.09.2016 – 27,1 мг/дм³.



Рис. 3. Усереднений видовий склад водоростей на водозаборі ДВС під час найбільшого “цвітіння” води у другій половині літа 2015–2016 рр.:

- 1 – *Microcysts*, 2 – *Aphanizomenon*,
3 – *Anabaena*, 4 – решта

Висновки. Явище “цвітіння” води, що спостерігається на водозаборі Дніпровської ДВС, істотно залежить від гідрометеорологічних умов. Значне “цвітіння” води, зафіксоване у другій половині літа 2015–2016 рр., було зумовлено поєднанням невеликої водності Дніпра, високої температури повітря і води, а також меншою, ніж звичайно, кольоровістю води. Концентрація клітин водоростей під час їх масового розвитку може сягати 100 тис. в 1 см³. Узимку кількість клітин істотно менша і також істотно залежить від гідрометеорологічних умов. Найчисельнішими під час максимуму “цвітіння” є синьо-зелені водорості: представники родів *Microcysts*, а також *Aphanizomenon* та *Anabaena*. Існують значні коливання чисельності водоростей не лише в окремі сезони, а й в окремі дні, що зумовлено погодними умовами, зокрема напрямком і силою вітру, хмарністю неба, випадінням дощу та ін.

Бібліографія

1. Вишневський В.І. Ріка Дніпро. – К: Інтерпрес ЛТД 2011. – 384 с.
2. Задорожна Г.М., Щербак В.І. Вплив сонячної радіації і температури води на розвиток фітопланктону Канівського водосховища // Гидробиол. журнал. – 2016. – Т. 5. № 52. – С. 18–27.
3. Корнева Л.Г. Формирование фитопланктона водоемов бассейна Волги под влиянием природных и антропогенных факторов // Автореф. дисс. на соиск. учен. степ. д-ра биол. наук. – Спб., 2009. – 47 с.
4. Растительность и бактериальное население Днепра и его водохранилищ / Л.А. Сиренко, И.Л. Корелякова, Л.Е. Михайленко и др. – К.: Наук. думка, 1989. – 232 с.
5. Романенко В.Д. Основы гидроэкологии. – К: Генеза, 2004. – 664 с.
6. Шевчук С.А., Вишневський В.І., Шевченко І.А. Використання даних ДЗЗ для встановлення екологічного стану Дніпровських водосховищ // Праці Центральної геофізичної обсерваторії. – К: Інтерпрес ЛТД 2014. – Вип. 10 (24). – С. 72–78.
7. Щербак В.І., Задорожная А.М. Сезонная динамика фитопланктона киевского участка Каневского водохранилища // Гидробиол. журнал. – 2013. – Т. 49. № 2. – С. 28–38.
8. Щербак В.І., Майстрова Н.В. Фітопланктон Київської ділянки Канівського водосховища та чинники, що його визначають. – К: Ін-т гідробіології НАНУ, 2001. – 70 с.

В.І. Вишневський, Л.М. Лопата

"Цветение" воды на водозаборе Днепровской водопроводной станции

Освещены основные закономерности “цветения” воды на водозаборе Днепровской водопроводной станции. Выявлен скачок “цветения” в летний период 2015 и 2016 гг., вызванный небольшой водностью Днепра и одновременно высокой температурой воздуха и воды.

V.I. Vyshnevskiy, L.V. Lopata

Bloom of water on the water intake of the Dnipro water processing station

It was shown the main peculiarities of water bloom on Dnipro water processing station. It was identified the jump of bloom during summer 2015 and 2016 caused by a small water runoff of the Dnipro river and simultaneously by high air and water temperature.