

О.В. Брузда, студ.
Т.О. Єльнікова, к.т.н. доцент, науковий керівник
Житомирський державний технологічний університет

МОДЕЛЮВАННЯ ЕВТРОФНИХ ПРОЦЕСІВ У ВОДОСХОВИЩАХ РІЧКИ ТЕТЕРІВ

Забезпечення населення водою, що відповідає відповідним санітарно-гігієнічним вимогам, є однією з основних задач водопостачання. Важливим показником забруднення є наявність у водоймищі фітопланктону. Збагачення водойм біогенами та стимулююче зростання фітопланктону призводить до так званої евтрофікації водойм, що негативно впливає на стан водойм та їх мешканців. Тому до водойм господарсько-побутового водокористування повинні ставитись підвищені вимоги щодо контролю за основними циклами розмноження водоростей. В зв'язку з цим на особливу увагу заслуговує питання моделювання розвитку водоростей та евтрофних процесів у водоймах. Таким чином, моделювання процесів, що характеризують інтенсивність збільшення чисельності водоростей дозволить не тільки зробити прогнози щодо подальшого розвитку водоростей та їх впливу на загальну токсичність води у водосховищах, але й дасть можливість своєчасно вживати деєвтрофікаційні заходи.

Дослідження були проведені протягом січня-грудня 2011-2013 років. Визначення якісного та кількісного складу водоростей у водосховищі «Дениші» та водозаборі «Відсічне» проводили шляхом гідробіологічного аналізу. Основний метод полягав у концентрації фітопланктону на мембранних фільтрах і подальшому підрахунку кількості.

У результаті проведених досліджень було встановлено, що фітопланктон Денишівського водосховища та водозабору «Відсічне» представлений діатомовими, зеленими, синьозеленими, евгленофітовими, золотистими та динофітовими водоростями. В обох водоймах загалом за три роки переважали такі водорості: синьо-зелені (76%), діатомові (14%) та зелені (10%). Із досліджень можна стверджувати про циклічність в інтенсивності розмноження водоростей у водосховищі «Дениші» та водозаборі «Відсічне». Дана циклічність є характерною для водойм з обмеженим водообміном. Вона обумовлена домінуванням протягом всього вегетативного періоду діатомових водоростей, які у другій половині літа поступово змінюються синьозеленими і знов починають активно розвиватись з настанням холодів.

У нашому випадку має місце саме статистичне моделювання процесів розвитку фітопланктону. Для того, щоб побудувати модель необхідно використати дані, які б характеризували евтрофні процеси, що відбуваються у водосховищах. Такими показниками є зміни якісного та кількісного складу водоростей протягом року. Отримані експериментальні дані та виявлені їх особливості узагальнені у вигляді лінійних та нелінійних статистичних математичних моделей процесів евтрофікації. Ці моделі можуть бути базою для прогнозування процесів евтрофікації та розробки практичних засобів по покращанню стану екологічної безпеки джерел водопостачання м. Житомира.

Проведено статистичне моделювання процесів розвитку синьозелених водоростей у водосховищі «Дениші» та водозаборі «Відсічне» по середнім значенням за три роки для двох водосховищ. Побудова математичної моделі процесів розвитку водоростей у водосховищах річки Тетерів складалася з таких етапів: отримання і накопичення експериментальних даних про процеси розвитку водоростей протягом певного періоду; введення цих даних в обчислювальне середовище цифрової ЕОМ; визначення загального вигляду функції, що описує даний процес; визначення загального вигляду функції, що описує даний процес; визначення чисельних значень коефіцієнтів функції; побудова графіків і визначення похибок моделювання.

Побудова статистичної математичної моделі полягала у визначенні коефіцієнтів поліному, що апроксимує експериментальні дані. Результати показали, що поліном 5-го ступеня досить добре відображає динаміку розвитку синьозелених та зелених водоростей протягом року, а поліном 6-го ступеня – динаміку розвитку діатомових водоростей. На рис. 1-2 показано апроксимацію розвитку діатомових та синьозелених водоростей відповідно.

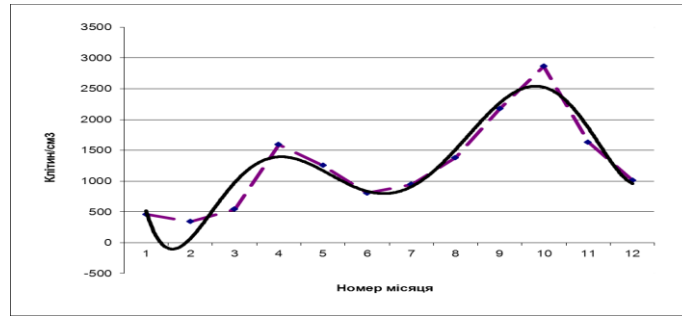


Рис. 1, а). Апроксимація процесів розвитку діатомових водоростей (середнє значення для двох водосховищ): штрихова лінія – дані експериментальних досліджень, суцільна лінія – апроксимація експериментальних даних поліномом 6-го ступеня

$$K_1 = a_0 + \sum_{i=1}^k a_i N_m^i,$$

де K_1 - кількість діатомових водоростей, a_i - коефіцієнти поліному для діатомових водоростей, k - ступінь поліному, N_m - номер місяця

Таблиця 1

Коефіцієнти поліному 6-ого ступеня

a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6
7181,6	-12446	7566,8	-2035,8	270,18	-17,266	0,4237

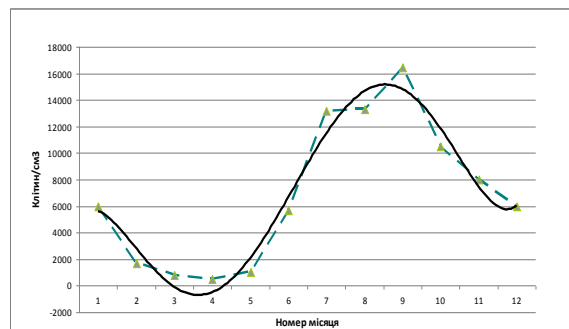


Рис. 1, в). Апроксимація процесів розвитку синьозелених водоростей (середнє значення для двох водосховищ): штрихова лінія – дані експериментальних досліджень, суцільна лінія – апроксимація експериментальних даних поліномом 5-го ступеня

$$K_2 = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i N_m^i,$$

де K_2 - кількість синьозелених водоростей, b_i - коефіцієнти поліному для синьозелених водоростей, k - ступінь поліному, N_m - номер місяця

Таблиця 2

Коефіцієнти поліному 5-ого ступеня

b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5
2951,1	8069,4	-7006	1792,4	-171,97	5,5613

Проведено кореляційний та факторний аналіз процесів евтрофікації водойм Житомирської області. Факторний аналіз полягав у: дослідженні парної регресії, виділенні факторів впливу на розвиток водоростей різних відділів та побудові множинної моделі, яка враховує сукупний вплив факторів. Основними факторами впливу для синьозелених водоростей є сумісна дія сполук фосфору та нітрогену ($R=0,81$; $R^2=0,66$); для діатомових водоростей – сумісна дія сполук концентрації нітратів та аміаку ($R=0,44$; $R^2=0,20$); для зелених водоростей – сумісна дія концентрації нітритів та фосфатів ($R=0,87$; $R^2=0,76$), концентрації нітратів та аміаку ($R=0,83$; $R^2=0,96$) і концентрації нітратів та температури води ($R=0,86$; $R^2=0,74$).