

За результатами хімічного аналізу зразків природної води встановлено, що рН, загальна твердість, перманганатна окиснюваність, концентрації Cl^- , NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} -йонів знаходяться в межах встановлених санітарно-гігієнічних норм та гранично-допустимих концентрацій [4, 6]. Вода р. Сула належить до нейтральних вод і характеризується помірною мінералізацією із невисокою твердістю. Значення окисно-відновного потенціалу у всіх зразках знаходиться в межах 150÷200 мВ, що свідчить про гарну аерацію води р. Сула та достатню кількість розчиненого в ній кисню. Така окисна ситуація є типовою для більшості чистих поверхневих вод.

Висновки. Згідно отриманих результатів експериментального дослідження складу встановлено, що за визначеними гідрохімічними показниками поверхневі води р. Сула відповідають державним санітарно-гігієнічним показникам якості. Це свідчить несуттєве антропогенне навантаження на річку в межах Сумської області та її невтрачену здатність до самоочищення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бастюк Б. В. «Водні ресурси України». Харків, 2003. 50 с.
2. Дейнекина Р. С., Носова Е. С., Жуков А. Ф. Современные физико-химические методы анализа промышленных и природных объектов. М.: Общ-во «Знание», 1986. 94 с.
3. Гончарук В. В. Наука о воде: монографія. К.: Наукова думка, 2010. 512 с.
4. ДСанПіН «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (зі змінами) // Офіційний вісник України. 2010. №51. С. 99.
5. Водний і меліоративний фонди Сумської області: Довідник. Суми, 2006. 128 с.
6. ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. К.: Мінекономрозвитку України. 2014. 30 с.

УДК 556-531(477.52)

DOI: 10.5281/zenodo.1495422

Г. Я. Касьяненко

ORCID ID 0000-0002-7531-5192

g.kasyanenko@gmail.com

В. І. Якушев

ORCID ID 0000-0002-7393-9735

Slava.yakushev.96@mail.ru

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РІЧКИ СВИГА

Касьяненко Г. Я., Якушев В. І. Моделювання та прогнозування екологічного стану річки Сви́га. – Природничі науки. – 2018. – 15: 63–66.

Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка

У роботі досліджено методи побудови математичних моделей та доцільність моделювання екологічного стану природного об'єкту. Визначено особливості застосування математичних моделей, зокрема для оцінки та прогнозування стану досліджуваного об'єкту.

Ключові слова: модель, моделювання, комп'ютерне моделювання

Kasyanenko G. Ya., Yakushev V. I. Modeling and forecasting of the ecological state of the Svyga river. – *Природничі науки*. – 2018. – 15: 63–66.

Sumy State Pedagogical University named after A. S Makarenko

Methods of constructing mathematical models are investigated in the work. The expediency of using simulation is determined. The peculiarities of the application of mathematical models, in particular for forecasting and evaluation of the state of the investigated object, are determined.

Keywords: model, modeling, computer modeling

З розвитком інформаційно-комунікативних технологій широкого застосування набувають методи дослідження навколишнього середовища шляхом створення математичної моделі, з подальшим вдосконаленням їх різновидів (лат. *modulus* – зразок).

Модель – це об’єкт, що конструюється суб’єктом дослідження в матеріальній чи ідеальній формі, заміщує об’єкт-оригінал і відображає чи відтворює його найбільш суттєві властивості; будується з метою дослідження певного об’єкту; функцією якого є отримання нових знань про об’єкт; дає можливість дає можливість розширити знання про об’єкт дослідження [1, с. 12].

Моделювання (фр. *simulation*) – це процес символічного відтворення реальної системи, з можливістю оцінити в будь-який час залежність між елементами цієї системи [2].

Математичне моделювання – метод дослідження явищ, процесів або систем шляхом вивчення їх математичних моделей (тобто сукупності рівнянь, які описують об’єкт дослідження) [3]. Проте оцінюючи стан навколишнього середовища не завжди можливо точно математично описати реальну систему. У певних станах за певних складових навколишнього середовища виникають ситуації, що потребують використання складних математичних моделей, що об’єднують в одну складну систему на модельному рівні знання про елементи системи та типи їхньої взаємодії, а також інтегрують дані великого числа спостережень над системою [4].

Метою дослідження є створення математичної моделі та прогнозування екологічного стану річки Свіга.

Матеріали та методи дослідження. Для створення математичної моделі було застосовано спрощену «математичну модель динаміки якості річкової води»:

$$\begin{aligned}\frac{dx(t)}{dt} &= G_l(t) x(t), l = 1, 2, 3 \\ x(0) &= x_0 \\ G_2(t) &= -k_1 \\ G_2(t) &= -k_2(1 - e^{-k_1 t}) \\ G_3(t) &= -k_3 \left[1 - e^{-k_2(1 - e^{-k_1 t}) \cdot t} \right],\end{aligned}$$

де: x — це значення показника якості води що моделюється;
 $G_l(t)$ — функція, яка враховує вплив l -ї ($l = 1, 2$ чи 3) кількості груп послідовно-одночасних процесів на зміну значення показника x ;
 x_0 — значення концентрації $x(t)$ в початковий момент часу $t = 0$;
 T — інтервал часу, для якого виконується моделювання;
 k_1, k_2, k_3 — коефіцієнти пропорційності між швидкістю протікання процесів за умови їх ізольованого протікання, та значенням показника, на який вони діють [4].

Створення математичної моделі виконане на базі програмного комплексу «MATLAB», з використанням додаткового програмного апарату для корегування формульного запису моделі.

Результати та їх обговорення. Для створення математичної моделі використані дані попередніх досліджень катіон-аніонного складу поверхневих вод р. Свига. У рамках розробленої моделі побудована діаграма екологічного стану (рисунок), що відображає прогноз вмісту окремих йонів у річці у 2020 році в одиницях гранично-допустимих концентрацій (ГДК). При наявності існуючих джерел негативної дії найближчим часом варто очікувати стійкого і суттєвого перевищення ГДК у річці сполук таких біогенних елементів, як Фосфор та Нітроген. Аналізуючи діаграму, можна зробити висновок, що річка Свига зазнає значного антропогенного навантаження і потребує особливої уваги.

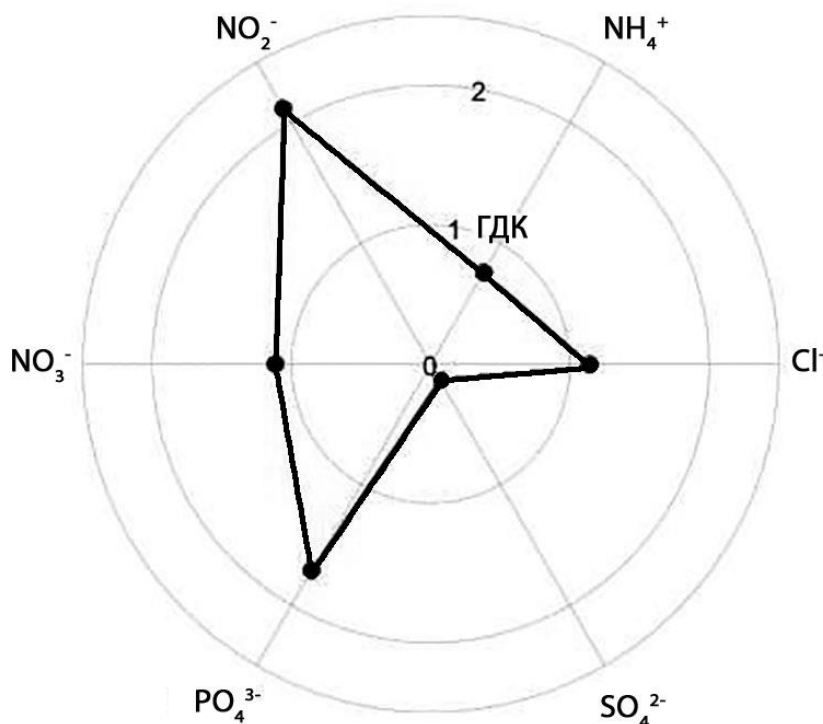


Рис. Діаграма хімічного складу поверхневих вод р. Свига (прогноз на 2020 рік).

Висновки. Природні та техногенні катаклізми виводять на перший план проблему моделювання і прогнозування вмісту забруднюючих речовин в гідро- та екосистемах. З метою запобігання несприятливого модельного прогнозу для р. Свіга варто вже сьогодні вжити невідкладних природоохоронних заходів щодо зменшення впливу на неї антропогенних факторів негативної дії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кузубов М. В., Єдинак О. М., Овандер Н. Л. Моделювання економічних і еколого-економічних процесів. К.: КСУ, 2010. 170 с.
2. Mangenot F. L'apprenant, l'enseignant et l'ordinateur: un nouveau triangle didactique? // Actes du congrès «Linguaggi della formazione: l'informatica», organisé par l'IRRSAE (institut régional de recherche, d'expérimentation et de formation continue) du Val d'Aoste (SaintVincent, 5-6 sept. 1996). 1998. 11 p.
3. Петрик М., Баб'юк М. Основи математичного моделювання та застосування математичних методів у наукових дослідженнях. Тернопіль, 1998. 113 с.
4. Hannon B., Ruth M. Modeling Dynamic Biological Systems. New York, 2001. 396 p.