

6. *Муравейский С. Д.* Животный планктон реки Керженца / С. Д. Муравейский // Реки и озера. – М.: Геогрфиз. – 1960. – С. 308–326.
7. *Шевцова Л. В.* Многолетняя динамика зоопланктона р. Десны / Л. В. Шевцова., Л. В. Гулейкова // Гидробиол. журн. – 2005. – Т. 41, № 2. – С. 3–16.
8. *Kofoed С. А.* The plankton of the Illinois river 1894–1899 / С. А. Kofoed // Bull. III. Lab of Nat. Hist. Art II. – 1908. – Vol. 6. – P. 95–629.
9. *Zacharias O.* Das Potamoplankton / O. Zacharias. – Zool. Anz. – 1898. – Bd. 21. – S. 41–48.

Л.В. Гулейкова

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОТАМОПЛАНКТОНА РАВНИННЫХ РЕК

Сделан литературный обзор по истории изучения потамопланктона, его генезиса и формирования. Проанализированы многолетние данные по зоопотамопланктону равнинных рек бассейна Днепра, установлены основные закономерности его формирования

Ключевые слова: потамопланктон, зоопланктон, равнинные реки, бассейн Днепра

L.V. Guleikova

Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine, Kyiv

PECULIARITIES OF FORMING OF POTAMOPLANKTON OF THE PLAIN RIVERS

Paper deals with review of the literature sources regarding history of investigation of potamoplankton, its genesis and forming. Long-term data on zoopotamoplankton of the plain rivers of the Dnieper River basin; main regularities of its forming were established

Keywords: potamoplankton, zooplankton, plain rivers, Dnieper River basin

УДК 574.57+547.64

Г.Б. ГУМЕНЮК

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса 2, Тернопіль, 46027, Україна

ПРОГНОЗ ДИНАМІКИ ВОДНЕВОГО ПОКАЗНИКА ТА КОНЦЕНТРАЦІЙ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В РІЧЦІ РІКА ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Підвищення концентрацій важких металів у природних водах часто пов'язане з іншими видами забруднення, наприклад, із закисленням. Випадання кислотних опадів сприяє зниженню значення рН і переходу металів із сорбованого на мінеральних і органічних речовинах стану у вільний. На основі наших досліджень створено прогностичні математичні моделі динаміки водневого показника та концентрації міді у воді на наступні періоди. Для розробки математичної моделі використаний метод поліному 10 ступеня.

Ключові слова: важкі метали, гідроекосистема, водневий показник, поліном, коефіцієнт кореляції, коефіцієнт детермінації

Іони металів є неодмінними компонентами природних водойм. Залежно від умов середовища (рН, окисно-відновного потенціалу, наявності лігандів) вони існують в різних ступенях окислення і входять до складу різноманітних неорганічних і металоорганічних сполук, які можуть бути розчиненими, колоїдно-дисперсними чи входити до складу мінеральних та органічних суспензій.

Обробка експериментальних даних з використанням математичної статистики – це лише найпоширеніше, але не єдине і не найважливіше застосування математики. Математику

можна використовувати для прогнозу показників, які нам необхідні для подальшого дослідження [2]. Прогнозування – це науково обгрунтоване передбачення перспектив розвитку тієї чи іншої системи, а також власне сам процес його отримання. Результатом прогнозування є сукупність науково передбачених даних щодо значень параметрів системи у певні майбутні моменти часу [1].

Матеріал і методи досліджень

Отримання нами математичної моделі (рівняння) базувалося на регресійному аналізі [2]. Для створення прогнозу ми використали математичну модель многочлена (полінома), що дало можливість передбачити концентрації важких металів залежно від зміни водневого показника середовища. В математиці, многочленом чи поліномом або багаточленом однієї змінної є вираз:

$$c_0 + c_1x + \dots + c_nx^n,$$

де c_i є сталими коефіцієнтами (константами), а x – змінна.

Многочленом від декількох змінних називається скінченна сума, в якій кожен з доданків є добутком скінченного числа цілих ступенів змінних та константи:

$$c_0 + c_1xy^2 + c_2z^3 + c_3xyz + \dots,$$

Многочлени є одним з найважливіших класів елементарних функцій [3].

Результати досліджень та їх обговорення

Прогноз концентрації міді на наступний рік.

Для прогнозування концентрації міді у воді на наступний рік ми використали рівняння поліному 10 ступеня:

$$p(x) = c_{10}x^{10} + c_9x^9 + c_8x^8 + c_7x^7 + c_6x^6 + c_5x^5 + c_4x^4 + c_3x^3 + c_2x^2 + c_1x + c_0,$$

де $p(x)$ – прогноз концентрації міді у воді на наступні 12 місяців, x – номер місяця, а $c_{10}, c_9, c_8, c_7, c_6, c_5, c_4, c_3, c_2, c_1, c_0$ – коефіцієнти (константи) [3].

Для розрахунків та графічного представлення результатів використано програму Matlab R2012a. Спочатку було побудовано точковий графік фактичних даних міді у воді за 12 місяців, згодом додано лінію тренда поліному 10 ступеня (рис. 1). Було досліджено, що саме цей поліном підходить для прогнозування, адже показник достовірності апроксимації 0,963 (0,8 до 1 або -0,8 до -1 - сильний взаємозв'язок між фактичними і апроксимованими значеннями).

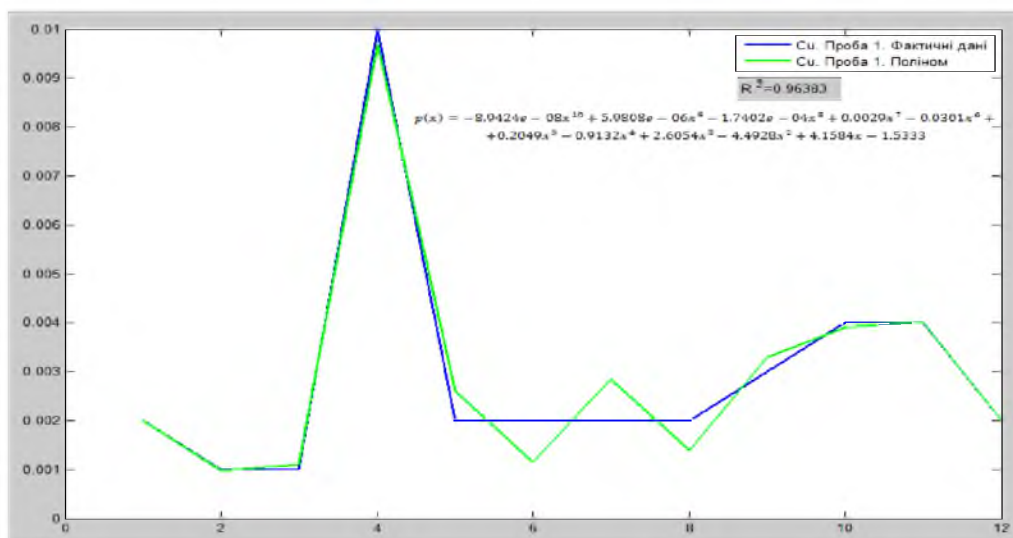


Рис. 1. Річний прогноз концентрації міді у воді за допомогою поліному 10 ступеня

Використовуючи коефіцієнти c_0, \dots, c_{10} рівняння поліному 10 ступеня, у програмі Matlab R2012a було обчислено прогнозні концентрації міді на майбутні 12 місяців (табл. 1).

Фактичні дані і річний прогноз показників концентрації міді у воді

Місяць	Фактичні дані	Прогноз
грудень	0,002	0,003
січень	0,001	0,002
лютий	0,001	0,001
березень	0,010	0,015
квітень	0,002	0,003
травень	0,002	0,001
червень	0,002	0,001
липень	0,002	0,003
серпень	0,003	0,002
вересень	0,004	0,003
жовтень	0,004	0,005
листопад	0,002	0,002

Аналіз розрахунків показує, що фактичні дані від річного прогнозу концентрації міді у воді відрізняються приблизно 0,001. З цього випливає, що вміст міді у воді на наступний рік практично не відрізняється, адже ми не враховували інших факторів через те, що р. Ріка гірська річка і вона практично не зазнає антропоїчного навантаження.

Прогноз динаміки водневого показника на наступний рік. Для обчислення динаміки водневого показника було також використано математичний метод прогнозування – поліном 10 ступеня:

$$p(x) = c_{10}x^{10} + c_9x^9 + c_8x^8 + c_7x^7 + c_6x^6 + c_5x^5 + c_4x^4 + c_3x^3 + c_2x^2 + c_1x + c_0,$$

де $p(x)$ – прогноз динаміки водневого показника на наступні 12 місяців, x – номер місяця, а $c_{10}, c_9, c_8, c_7, c_6, c_5, c_4, c_3, c_2, c_1, c_0$ – коефіцієнти (константи).

Для побудови графіків і обчислення використовувався математичний пакет Matlab R2012a. Спочатку було побудовано точковий графік фактичних даних водневого показника за 12 місяців, згодом додано лінію тренда поліному 10 ступеня (рис. 2). Досліджено, що саме цей поліном підходить для розв'язання задачі прогнозування, адже коефіцієнт достовірності апроксимації становить 0,999.

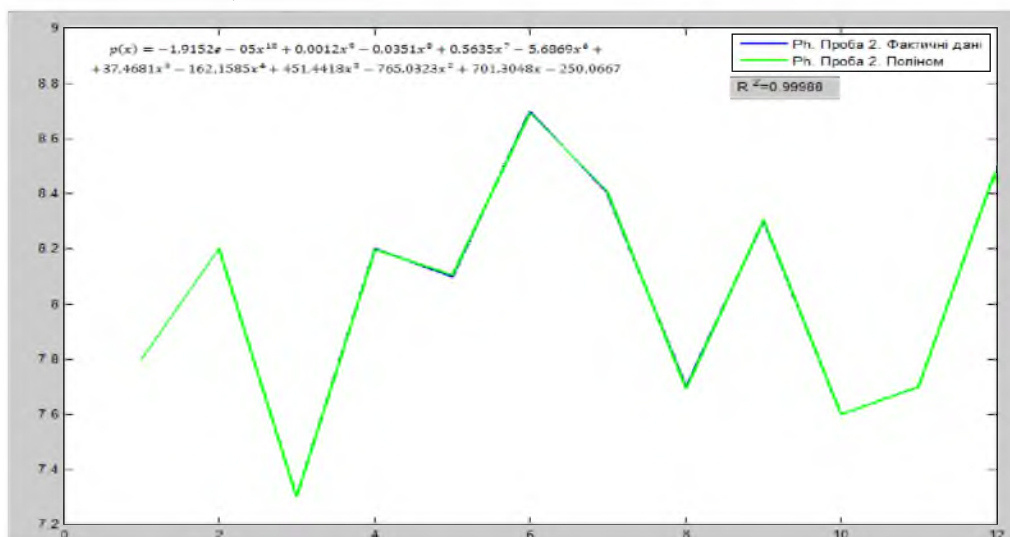


Рис. 2. Річний прогноз динаміки водневого показника за допомогою поліному 10 ступеня

Аналогічно як і у пробі з міддю за допомогою рівняння поліному 10 ступеня у програмі Matlab R2012a було обчислено прогнозні значення водневого показника на майбутні 12 місяців (табл. 2).

Фактичні дані і річний прогноз показників динаміки водневого показника

Місяць	Фактичні дані	Прогноз
грудень	8,5	8,7
січень	7,8	7,9
лютий	8,2	8,0
березень	7,3	7,1
квітень	8,2	8,4
травень	8,1	8,2
червень	8,7	8,9
липень	8,4	8,5
серпень	7,7	7,5
вересень	8,3	8,2
жовтень	7,6	7,5
листопад	7,7	7,5

Висновки

Аналіз результатів прогнозування показав, що фактичні дані водневого показника відрізняються від прогнозованих приблизно на 0,1. Очевидно, короткострокове прогнозування є більш ефективним, оскільки більшість природних і соціально-економічних факторів за невеликий часовий проміжок істотно не змінюють математичну модель і вплив неврахованих факторів істотно не збільшує невизначеність прогнозу [1].

1. *Богобоящий В. В.* Принципи моделювання та прогнозування в екології: підручник / В. В. Богобоящий, К. Р. Курбаков, П. Б. Палій. – К.: Центр навчальної літератури, 2004. – 216 с.
2. *Лаврик В. І.* Методи математичного моделювання в екології : навч. посіб. для студ. екол. і біол. вищ. навч. закл. / В. І. Лаврик. – К.: Вид. дім «КМ Академія», 2002. – 203 с.
3. *Web-сторінка:* «Константиновская Л. В.» : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.gmdh.net/articles/theory/TimeSeries.pdf>/Перевірено: 2.02.2013.

Г.Б. Гуменюк

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка, Украина

ПРОГНОЗ ДИНАМИКИ ВОДОРОДНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ И КОНЦЕНТРАЦИЙ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В РЕКЕ РЕКА ЗАКАРПАТСКОЙ ОБЛАСТИ

В связи с ухудшением экологической ситуации в Украине большое значение приобретают исследования взаимосвязи между накоплением, перераспределением и экологическим воздействием тяжёлых металлов (ТМ) на гидроэкосистемы. На основе наших исследований, используя метод полинома 10 степени, созданы прогнозные математические модели динамики водородного показателя и концентрации меди в воде на последующие периоды.

Ключевые слова: тяжёлые металлы, гидроэкосистема, водородный показатель, полином, коэффициент корреляции, коэффициент детерминации

H.B. Hnatiuk

Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

THE PREDICTION OF DYNAMICS OF PH AND HEAVY METALS CONCENTRATION IN THE WATER OF RIVER RIKA OF ZAKARPATYA (TRANSCARPATIAN) REGION

Due to the deterioration of the ecological situation of Ukraine, the investigation of relationship between the accumulation, redistribution and ecological impact of the heavy metals (HM) on the aquatic ecosystems become important. We have designed the predictive mathematical models of the dynamics of pH and concentration of copper in the water of Rika river of Zakarpattya (Transcarpatian) region for the following periods.

Keywords: heavy metals, aquatic ecosystem, pH, correlation coefficient, coefficient of determination