

O.O. Grygorieva, M.A. Berezovska

Taras Shevchenko National University, Kyiv, Ukraine

## EFFECTS OF OIL PRODUCTS ON THE QUANTITATIVE CHARACTERISTICS OF SCENEDESMUS OBLIQUUS (TURPIN) KÜTZ. CULTURE

In this paper we examine the effect of different types of gasoline and transmission oil on the concentration of cells of the green alga *Scenedesmus obliquus* (Turpin) Kütz. in the development process. It is shown that leaded gasoline brand significantly inhibit the growth of algae, while unleaded and gear oil – some delay cell proliferation, although fundamentally negative no effect. Such differences may be associated with a significant lead content and leaded petrol grades.

Keywords: green algae, cell number, gasoline, transmission oil

УДК 519.85:504 (045)

В.А. ГРОЗА, А.Є. ГАЙ

Національний авіаційний університет

пр. Космонавта Комарова, 1, Київ, 03580, Україна

## ФРАКТАЛЬНО-СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ ДИНАМІКИ РІВНІВ ВОДИ У РІЧКАХ

Обґрунтовано можливість та доцільність застосування методів фрактальної статистики до дослідження та прогнозування гідроекологічних процесів. Проведено R/S-аналіз та квазіциклічний аналіз показників рівнів води річки Трубіж.

*Ключові слова:* часовий ряд, показник Херста, квазіцикл, персистентність, фазовий портрет, рівень води

Водні природні об'єкти відносяться до складних динамічних систем, стан яких визначається великою кількістю чинників як природного, так і антропогенного характеру, що утруднює моделювання і прогнозування їх динаміки. Це призводить до того, що традиційні методи статистики не дають задовільних результатів аналізу часових рядів гідрологічних процесів, оскільки, на перший погляд, результати статистичного спостереження динаміки мають хаотичний характер. Однією з сучасних напрямів вивчення хаотичних характеристик складних динамічних процесів є фрактальна статистика, методи якої дозволяють відчутти явища та процеси у вигляді самоподібних форм та описувати формалізованою мовою відповідні співвідношення [1].

Метою роботи є обґрунтування доцільності використання методів фрактальної статистики для аналізу та прогнозування динаміки гідроекологічних процесів на прикладі рівнів води річки Трубіж.

### **Матеріал і методи досліджень**

Як об'єкт дослідження обрано притоку Дніпра річку Трубіж, а для застосування методів фрактальної статистики обрані дані про рівні води (денні мінімальні, максимальні та усереднені) у двох гідрологічних пунктах (с.м.т. Баришівка та Переяслав-Хмельницький) за останні 30 років (отримані з архіву Центральної геофізичної обсерваторії) [2, 4]. Аналіз рівнів води малих річок дуже важливий як з економічної (забезпечення потреб сільського господарства), так і екологічної (передбачення екологічних катастроф) точок зору [3]. До основних задач фрактальної статистики відносяться дослідження трендостійкості, чисельна оцінка глибини пам'яті системи (дослідження на персистентність та антиперсистентність), обчислення розмірності статистичної сукупності та характеристик циклічності. В наших дослідженнях було застосовано базовий інструмент фрактально-статистичного аналізу часових рядів – R/S-аналіз та квазіциклічний аналіз рівнів води.

**Результати досліджень та їх обговорення**

На першому етапі досліджень визначались основні показники класичної статистики, будувались лінійні та поліноміальні тренди. Отримані коефіцієнти детермінації знаходились в межах 0,002-0,04 (для лінійного тренду), 0,14-0,04 (для поліноміального тренду), що вказувало на безперспективність прогнозування традиційними статистичними методами.

Наступним етапом було проведення аналізу показника Херста. Обчислені показники попадають в так званий «чорний шум» (значення більше 0,5), що характеризує поведінку часового ряду слабо та достатньо персистентною [2]. Виключенням є часовий ряд максимальних значень у місті Переяслав-Хмельницький, де показник Херста наближений до «білого шуму», тобто до 0,5, що вказує на хаотичний характер поведінки відповідного часового ряду (таблиця).

Розраховані коефіцієнти кореляційної міри  $C=2^{2H-1}-1$ , де  $H$  – показник Херста, коливались від 0,2 до 0,5, що свідчить про вплив попередніх подій на наступні [2]. Отже, можна припустити, що система має пам'ять, а значення рівнів води не є випадковими і можуть бути прогнозованими. Винятком є максимальні значення рівнів води в пункті м. Переяслав-Хмельницький.

Таблиця

Результати R/S-аналізу

Показник / місце виміру	Показник Херста, $H$	Кореляційна міра, $C$
Середні значення, с.м.т. Баришівка	0,728	0,4
Максимальні значення, с.м.т. Баришівка	0,659	0,3
Мінімальні значення, с.м.т. Баришівка	0,789	0,5
Середні значення, м. Переяслав-Хмельницький	0,617	0,2
Максимальні значення м. Переяслав-Хмельницький	0,525	0,04
Мінімальні значення м. Переяслав-Хмельницький	0,656	0,2

Для подальшого дослідження було обрано дані з пункту с.м.т. Баришівка. Було враховано, що для даного району характерним є сільськогосподарська діяльність, яка завдає найбільшого впливу на зміну рівня води в літній та частково весняний період. З іншого боку, непередбачувані та неконтрольовані розливи річки можуть згубно вплинути на врожай, тому основна увага приділялась середнім, максимальним та мінімальним значенням рівнів води у травні, червні, липні та серпні.

При отриманні позитивної відповіді про наявність персистентності в часовому ряді наступним етапом дослідження часового ряду є квазіциклічний аналіз. Він полягає у вивченні поведінки траєкторій у фазовому просторі та побудові залежності величини від значень цієї ж величини в інші моменти часу. Завдання полягає в знаходженні або визначенні функції виду  $\Phi = \Phi(z, z_{+1}, \dots, z_{+m+1})$ , яка б дозволяла прогнозувати значення  $z_{+m}$ . Для часового ряду  $z = \{z_1, z_2, \dots, z_n\}$  ця функція приймає вигляд  $z_{+1} = \Phi(z)$ .

На рисунку подана гістограма, яка відображає частоту появи квазіциклів в спостережуваному часовому ряді, де  $N(L)$  – кількість квазіциклів у розглянутих фазових портретах розмірності  $L$ .

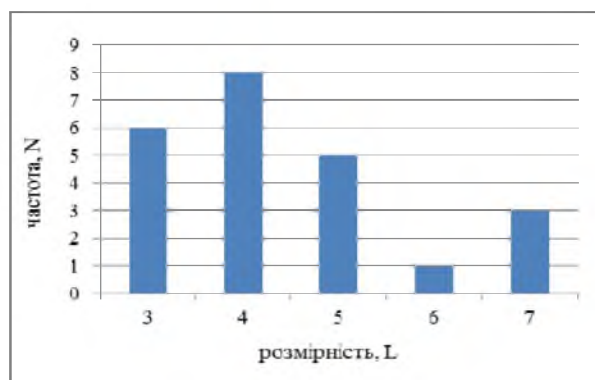


Рис. Частота появи  $N(L)$  квазіциклів розмірності  $L$  середніх значень рівнів води річки Трубіж

Аналогічно було виділено квазіцикли та визначено частоти появи розмірностей на часових рядах максимальних та мінімальних значень.

### Висновки

В результаті проведеного дослідження виявлено, що показники динаміки рівнів води утворюють персистентний часовий ряд. При порівнянні двох постів спостереження з'ясовано, що у місті Баришівка персистентна поведінка показників більш виражена, ніж у місті Переяслав-Хмельницькому. Це можна пояснити, зокрема, меншим впливом урбанізації у с.м.т. Баришівці.

Побудовані фазові простори показників рівнів води та їх аналіз підтверджують наявність періодичних квазіциклів. З'ясовано, що найвищу частоту мають квазіцикли довжиною 4 роки для середніх та максимальних значень рівнів води, та 5 років для мінімальних значень рівнів за травень, червень, липень та серпень. Це вказує на те, що можна очікувати повторюваність гідрологічного стану річки через вказані інтервали часу.

Отже, запропонований квазіциклічний аналіз екологічних процесів засобами фрактальної статистики дає задовільні якісні та кількісні характеристики, що можна розглядати обґрунтуванням для застосування вказаних методів для інших екологічних процесів, які не підлягають обробці засобами класичної статистики.

1. Guy A. E. Clear and fuzzy fractal models of spreading dangerous environmental phenomena / A. E. Guy, V. A. Groza, V. V. Tikhonova, O. L. Leschinskiy // Вісник Національного авіаційного університету. – 2006. – № 4. – С. 182–185.
2. Борисенко Є. Г. Фрактально-статистичний аналіз коливання рівнів води річки Трубіж. / Є. Г. Борисенко, В. А. Гроза, О. Л. Лещинський // Наукоємні технології. – 2014. – № 1 (21). – С. 119–124.
3. Гай А. Є. Малі річки України: екологічні проблеми та перспективи збереження / А. Є. Гай, В. А. Гроза // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол. Спец. вип. "Гідроекологія". – 2010. – № 2 (43). – С. 75–77.
4. Лещинський О. Л. Оцінка динаміки рівнів води річки Трубіж фрактально-статистичними методами / О. Л. Лещинський, Є. Г. Борисенко, В. А. Гроза // V міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології, системний аналіз і моделювання соціоекологоекономічних систем» (19-20 березня 2014 р.): тези доп. – К., 2014. – С. 31–33.

*В.А. Гроза, А.Е. Гай*

Национальный авиационный университет, Киев, Украина

### ФРАКТАЛЬНО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ДИНАМИКИ УРОВНЕЙ ВОДЫ В РЕКАХ

Обоснована возможность и целесообразность применения методов фрактальной статистики к исследованию и прогнозированию гидроэкологических процессов. Проведены R/S-анализ и квазициклический анализ показателей уровней воды реки Трубиж.

*Ключевые слова:* временной ряд, показатель Херста, квазицикл, персистентность, фазовый портрет, уровень воды

V.A. Groza, A.E. Guy

National Aviation University, Kyiv, Ukraine

## FRactal-Statistical Methods of Analysis of Water Levels Dynamics in Rivers

Possibility and advisability of application of methods of fractal statistics for investigation and prediction of hydro-ecological processes have been grounded. The R/S-analysis and quasi-cyclical analysis of water level indicators for the Trubizh river have been carried out.

Keywords: time series, Hurst exponent, quasi-cycle, persistence, phase portrait, water level

УДК 574.583 (282.247.322)

Ю.Ф. ГРОМОВА, О.В. МАНТУРОВА

Інститут гідробіології НАН України

пр. Героїв Сталінграду, 12, Київ, 04210, Україна

## ФІТО- І ЗООПЛАНКТОН р. ІКВИ (БАСЕЙН р. ПРИП'ЯТІ)

У рамках проекту по розробці та впровадженню засад ВРД у басейні р. Прип'яті було досліджено склад та кількісний розвиток фіто- і зоопланктону модельної малої р. Ікви. Пункти досліджень були прив'язані до водних тіл, виділених на підставі експертних висновків та даних Рівненського обласного управління екології та природних ресурсів. Встановлено, що фітопланктон був достатньо багатим та рясним, у той же час при високому видовому багатстві зоопланктону його кількісний розвиток був незначним.

*Ключові слова: фітопланктон, зоопланктон, мала річка, водне тіло, русло, водосховище*

У рамках проекту по розробці та впровадженню засад Водної рамкової директиви (ВРД) [2] у басейні р. Прип'яті було досліджено склад та кількісний розвиток фіто- і зоопланктону р. Ікви – притоки другого порядку р. Прип'яті. Русло цієї малої річки (довжина 155 км, площа басейну 2250 км<sup>2</sup>) перетинає три області України – Львівську, Тернопільську і Рівненську, що дало підстави вибрати її як модельну для розробки Плану управління річковим басейном Прип'яті на засадах ВРД, тобто без урахування адміністративних кордонів. Пункти досліджень були прив'язані до водних тіл, виділених у її басейні на підставі експертних висновків [7] та даних Рівненського обласного управління екології та природних ресурсів. Річка дотепер не була досліджена у відношенні планктонної складової гідробіоти. Проте такі дані важливі, зокрема для моніторингу та оцінки стану водних об'єктів, оскільки планктонні угруповання суттєво реагують на вплив природних і антропогенних чинників.

### **Матеріал і методи досліджень**

Річка Іква протікає Волино-Подільською височиною, а у нижній течії – Поліською низовиною і впадає в р. Стир. Долина р. Ікви у верхів'ї коритоподібна, з крутими схилами, в нижній частині ширина заплави перевищує 5 км. Заплава переважно двостороння, подекуди заболочена, шириною від 100–200 до 650 м. Русло слабо звивисте, на окремих ділянках зарегульоване ставками та водосховищами (зокрема Млинівським), його ширина 5–25 м, глибина 0,5–2,2 м. Живлення мішане, переважно снігове. Основна притока – р. Тартацька (права). Середні витрати води 3,27 м<sup>3</sup>/с, середні витрати наносів – 0,62 кг/с, середня каламутність – 0,212 кг/м<sup>3</sup>. У басейні споруджено меліоративні системи «Іква», «Тартацька» та інші [1, 5].

Станції відбору проб фіто- і зоопланктону знаходились в межах восьми водних тіл, характеристику яких наведено у роботах [3, 7]. Проби відбирали та оброблювали загальноприйнятими методами [6]. Дослідження проводили в червні 2010 р. на восьми станціях. Мета дослідження – оцінити сучасний стан фіто- та зоопланктону р. Ікви.