

УДК 574.587(28)

М. В. Мацюра, Ю. І. Вадченко

**ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ ПОПУЛЯЦІЙ ПТАХІВ ЗА ДОПОМОГОЮ
ПРОГРАМИ TABLE CURVE***Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана
Хмельницького*

Запропоновані нами методи цілком доступні і можуть бути застосовані для обробки даних польових досліджень. Для моделювання були використані власні дані обліків за 1993-1999 рр.; дані за попередній період одержані з літературних джерел. Для обчислення рівняння динаміки чисельності застосовано пакет «Table Curve». Першим кроком для створення моделей було логарифмування чисельності птахів островних угруповань. У ході аналізу для модельних видів був застосований метод автокореляції та комп'ютерний регресійний сценарій.

Ключові слова: моделювання, популяція, птахи, чисельність

М. В. Мацюра, Ю. И. Вадченко

**ПРОГНОЗ СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ ПТИЦ ПРИ ПОМОЩИ
КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ***Мелитопольский государственный педагогический университет имени Богдана
Хмельницкого*

Для моделирования были использованы собственные данные учетов птиц островных сообществ 1993-1999 гг.; данные за предыдущий период получены из литературных источников. Для вычисления уравнений динамики численности применен пакет "Table Curve". Первым шагом для создания моделей было логарифмирование численности птиц. В ходе анализа для модельных видов был применен метод автокорреляции и компьютерный подбор сценария на основе уравнения регрессии.

Ключевые слова: моделирование, популяция, птицы, численность

M. V. Matsyura, Yu. I. Vadchenko

TABLE CURVE SOFTWARE AND PROGNOSIS OF BIRDS' POPULATION*Bogdan Chmelnytsky Melitopol State Pedagogical University*

The methods we suggested are widely accessible and can be applied for processing of field research data. For design the own data from 1993-1999 of bird counts of island communities were used; data for previous period are got from the literature. For calculation of regression equations for dynamics of quantity the software "Table Curve" was applied. The first step for the creation of models was spectral analysis of dynamics of birds' quantity. During the analysis the five-year period of fluctuations was determined for most of species that is characterized by highest significance. For the presentation of graphic scenario of number dynamics the time series analysis was done. By means of automatic analysis for every species an optimal trend was determined.

It is obvious that for the determination of pattern of cyclic changes of island bird communities more detailed analysis of climatic terms, hydrological mode and epizootic processes is needed. The turnover ability of birds together with strengthening of anthropogenic influence complicate analysis of bird number dynamics; for a thorough analysis some new variables are needed which describe the trophic relations of birds and age-related structure of population. Without regard to statistical significance of the results, our models are preliminary and can not be used as absolute forecasting tools. Nevertheless, our scenarios could be recommended for the incorporation in management or action plans.

Key words: modeling, population, birds, abundance

У програмах екологічного моніторингу важливе місце повинне відводитися розробці методів моделювання динаміки популяцій, а також вивченню можливостей оцінювати стан екосистем, угруповань і популяцій за особливостями варіювання чисельності (Geisser, Sauer, 1990). Аналіз довготривалих рядів спостережень є одним з основних завдань екологічного моніторингу. Найбільш доступною інтегральною характеристикою популяцій для тварин є чисельність, з якою тісно пов'язано багато інших параметрів біоти. Тому традиційно в теоретичній і практичній екології питанням вивчення динаміки чисельності приділяється першорядне значення. Проте багато аспектів оцінки та аналізу чисельності популяцій дотепер залишаються дискусійними (Hurvich, Tsai, 1989; James, Mc Culloch, 1994; Kendall, Ord, 1990).

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для моделювання були використані власні дані обліків за 1993-1999 рр. (Matsyura, 2003; Matsyura, 2006); дані за попередній період одержані з літературних джерел (Colonial..., 1988). Першим кроком для створення моделей було логарифмування чисельності птахів острівних угруповань. Дані було підготовлено для автокореляційного аналізу (з кроком в один рік), що було виконано за допомогою програмного продукту «TableCurve 2D». Програма обирає найбільш адекватне рівняння регресії після аналізу 3,656 вбудованих рівнянь.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Згідно існуючих типів зростання популяцій і кривих динаміки чисельності, одержані математичні моделі дозволяють віднести мартина жовтоногого, крячка рябодзьобого та крячка річкового до видів, рух чисельності яких описується так званою кривою логарифмічного зростання, коли збільшення популяції на початковій стадії відбувається уповільнено, потім швидше й поступово починає сповільнюватися під впливом чинників середовища; уповільнення стає більш вираженим у міру збільшення дії цих чинників, зрештою досягається й підтримується відносна рівновага. В нашому випадку ми отримали поліноми третього ступеня (рис. 1-3).

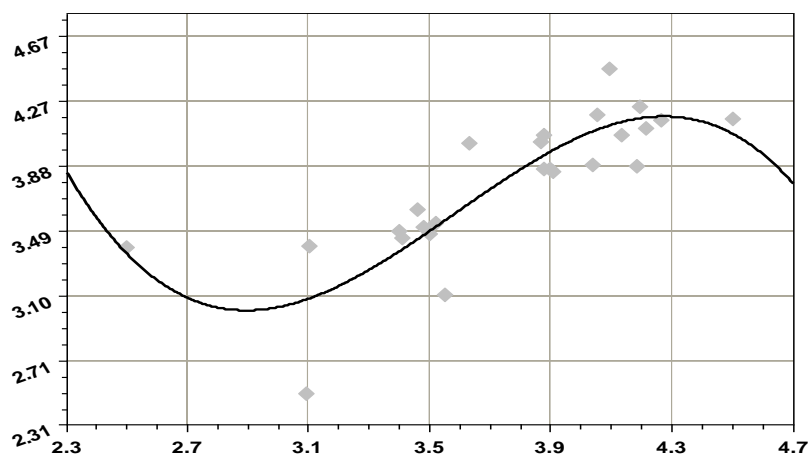


Рис. 1. Модель зміни чисельності мартина жовтоногого
Рівняння (3rd degree Polynomial Fit): $y=a+bx+cx^2+dx^3$, $a=42.12$, $b=-34.96$, $c=10.16$, $d=-0.95$, $SE=0.23$, $R=0.86$.

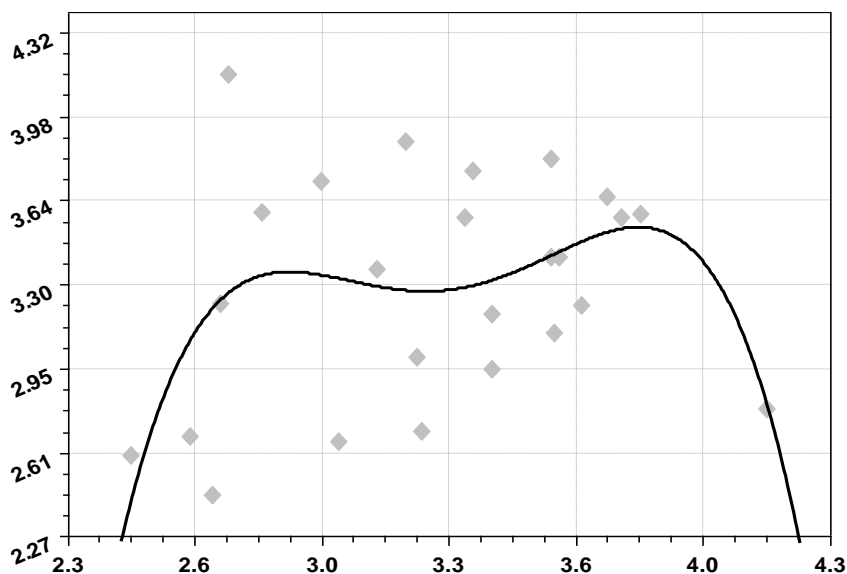


Рис. 2. Модель зміни чисельності крячка рябодзьобого
Рівняння (3rd Degree Polynomial Fit): $y=a+bx+cx^2+dx^3$, $a=-358.76$, $b=447.66$, $c=-206.24$, $d=41.95$, $SE=0.44$, $R=0.51$.

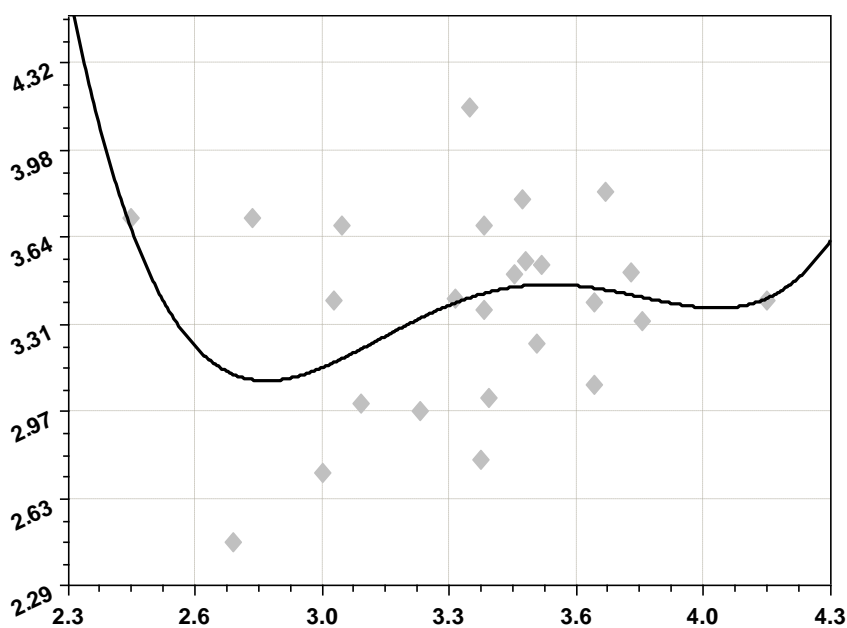


Рис. 3. Модель зміни чисельності крячка річкового
Рівняння (3rd Degree Polynomial Fit): $y=a+bx+cx^2+dx^3$, $a=218.32$, $b=-56.53$, $c=113.35$, $d=-22.00$, $SE=0.40$, $R=0.36$.

Мартин середземноморський та крячок каспійський на підставі кривих зростання, одержаних математичним моделюванням, відносяться до видів з синусоїдним типом зміни чисельності (рис. 4-5).

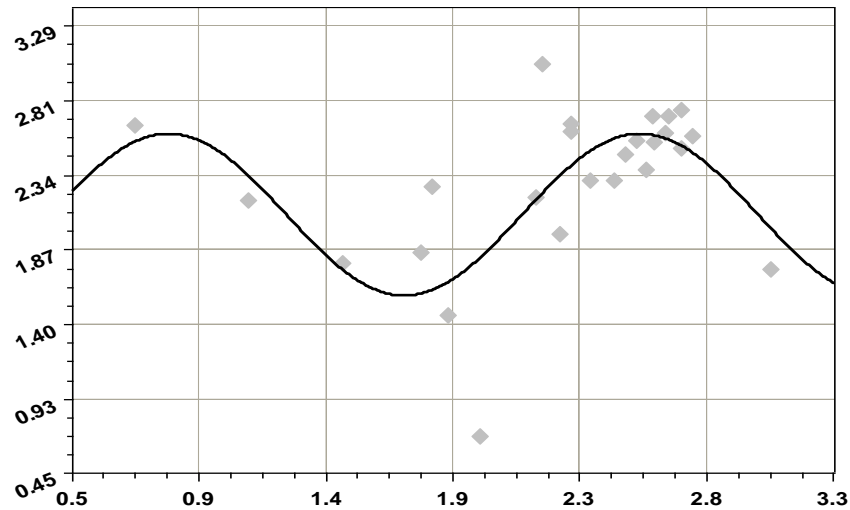


Рис. 4. Модель зміни чисельності крячка каспійського
Рівняння (Sinusoidal Fit): $y=a+b\cos(cx+d)$, $a=2.09$, $b=0.51$, $c=3.59$, $d=-2.91$, $SE=0.39$, $R=0.70$.

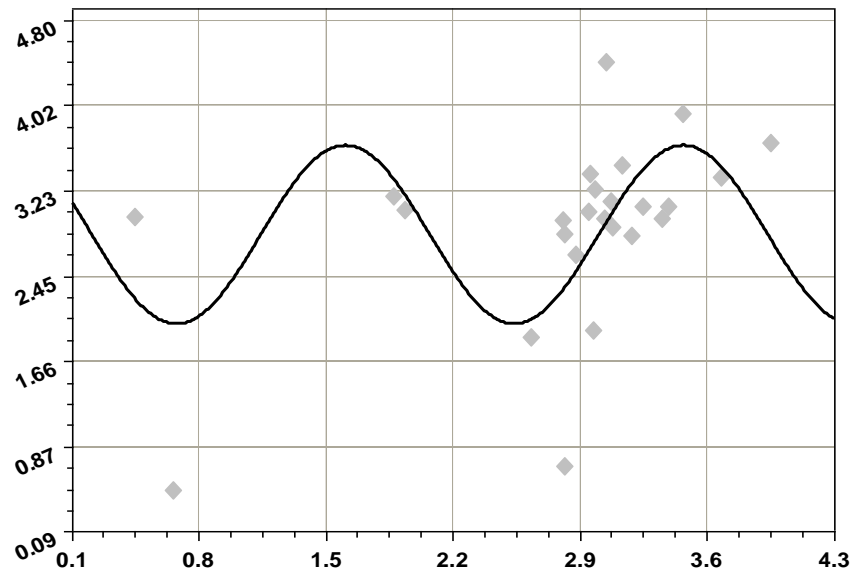


Рис. 5. Модель зміни чисельності мартина середземноморського
Рівняння (Sinusoidal Fit): $y=a+b\cos(cx+d)$, $a=2.83$, $b=0.82$, $c=3.40$, $d=0.76$, $SE=0.76$, $R=0.58.546$

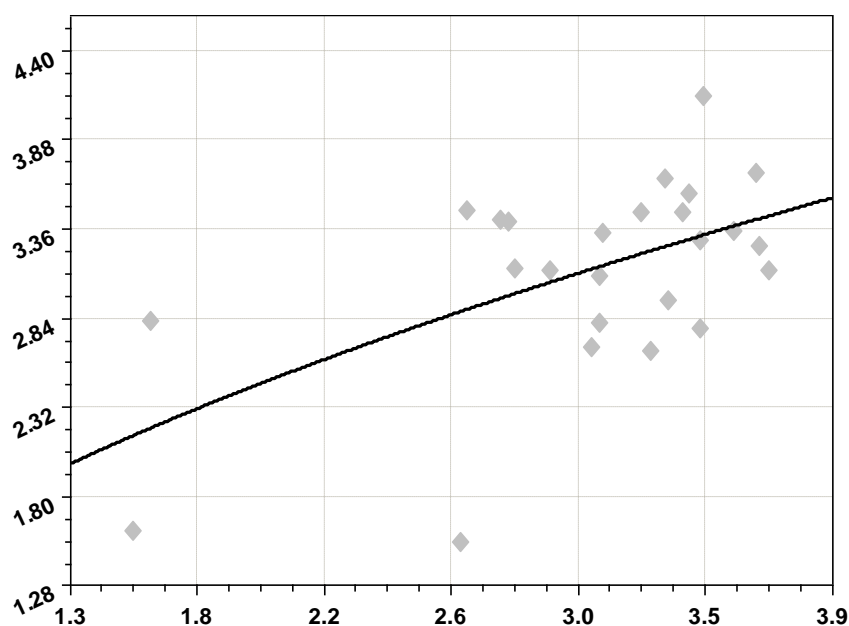


Рис. 6. Модель зміни чисельності мартіна тонкодзьобого Рівняння (Power Fit): $y=ax^b$, $a=1.71$, $b=0.53$, $SE=0.49$, $R=0.56$.

Динаміка чисельності мартіна тонкодзьобого характеризується показовою функцією, що характеризується більш швидким приростом, ніж поліном.

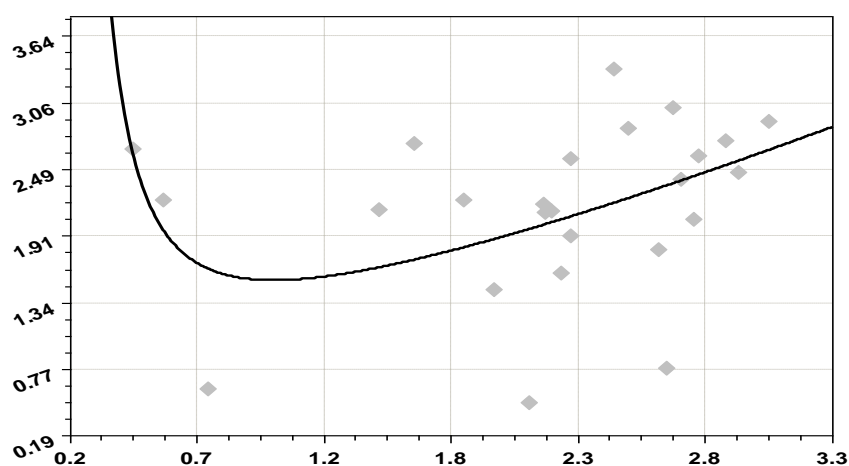


Рис. 7. Модель зміни чисельності крячка чорнодзьобого Рівняння (Modified Hoerl Model): $y=a*b^{(1/x)}x^c$, $a=0.39$, $b=3.99$, $c=1.33$, $SE=0.69$, $R=0.41$.

Даний тип кривих характеризує динаміку чисельності виду, коли є значний розрив у часі між збільшенням густоти організмів, спричинений появою нових особин і проявом гальмуючого впливу збільшення густоти на зростання популяції. Це підтверджується високою вибірковістю таких видів птахів до гніздових біотопів і невеликим розповсюдженням по островних системах регіону.

Мартин каспійський характеризується кривою осциляції, що описує експоненціальний тип зростання (рис. 8). При такому типі динаміки чисельності густота збільшується швидко, а коли починає діяти лімітуючий чинник, зростання популяції раптово припиняється. У даному випадку це пояснюється тенденцією до перерозподілу, коли вид покидає одні островні системи й заселяє інші, часто за межами досліджуваного регіону.

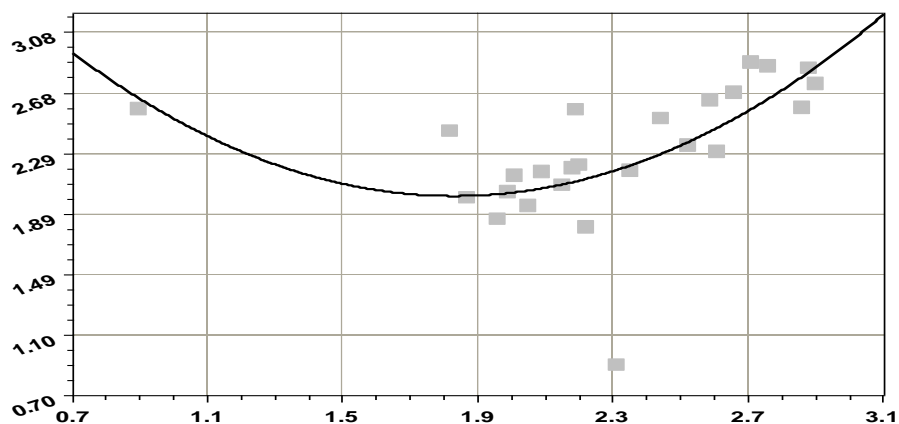


Рис. 8. Модель зміни чисельності мартина каспійського

Рівняння (Quadratic Fit): $y=a+bx+cx^2$, $a=4.49$, $b=-2.73$, $c=0.75$, $SE=0.34$, $R=0.66$.

Баклан великий характеризується лінійним типом зміни чисельності, тобто на даній стадії практично відсутнє зменшення густоти та чисельності виду (рис. 9).

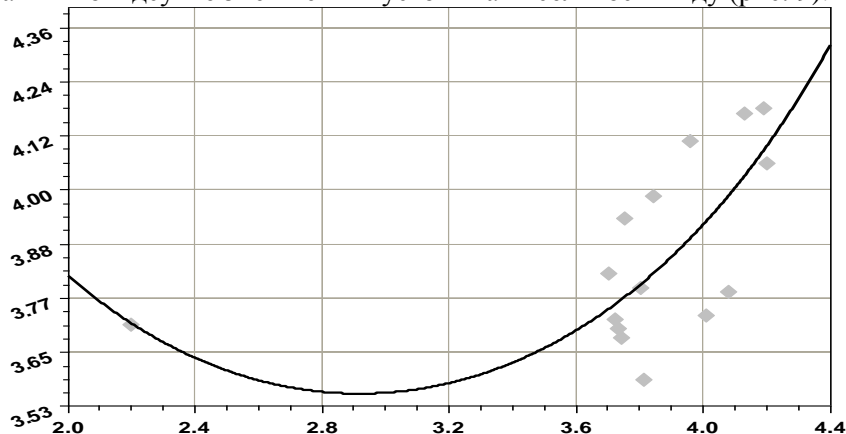


Рис. 9. Модель зміни чисельності баклана великого

Рівняння (Reciprocal Quadratic): $y=1/(a+bx+cx^2)$, $a=0.09$, $b=0.13$, $c=-0.02$, $SE=0.15$, $R=0.68$.

Це підтверджується даними польових досліджень - незважаючи на істотний вплив антропогенного фактора (розорення колоній, розташованих у зоні промислового лову риби), баклан великий активно заселяє нові острови, витісняючи види, які гніздилися впродовж багатьох років. Через схильність виду до експансії та значний гніздовий потенціал, у даний час чисельність великого баклана постійно збільшується.

Математична модель динаміки чисельності крячка малого визначена раціональним рівнянням і характеризується сильно опуклою кривою, що означає різке зниження чисельності та густоти виду, це підтверджується даними стандартних обліків (рис. 10). Статус виду в регіоні в даний час несприятливий, і за відсутності природоохоронних заходів прогноз динаміки чисельності виду припускає подальше зниження його чисельності на острівних системах.

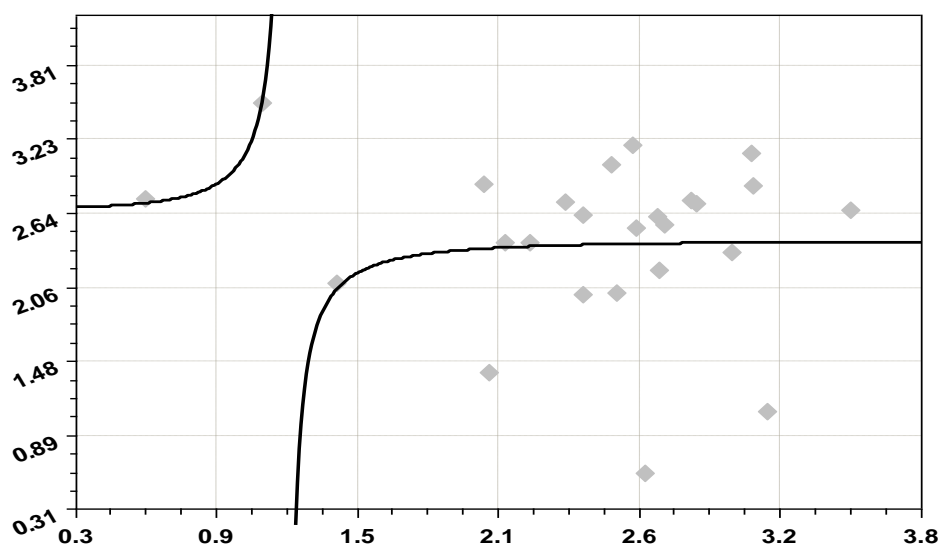


Рис. 10. Модель зміни чисельності крячка малого
Рівняння (MMF Model): $y = (ab + cx^d) / (b + x^d)$, де x – чисельність за попередній рік,
 $a=2.43$, $b=-0.59$, $c=2.69$, $d=-3.18$; $SE=0.65$, $R=0.38$.

ВИСНОВКИ

1. Зміни чисельності птахів носять циклічний характер.
2. Для виявлення природи циклічних змін острівних угруповань птахів необхідний більш детальний аналіз з обробкою додаткових даних щодо кліматичних умов, гідрологічного режиму та епізоотичних процесів.
3. Ми рекомендуємо використовувати програму “TableCurve 2D” для моделювання чисельності популяцій птахів регіону.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Колониальные** гидрофильные птицы юга Украины. Ржанкообразные / [В.Д. Сиохин, И.И. Черничко, Т.Б. Ардамацкая и др.]. - К.: Наук. думка, 1988. - 174 с.
- Мацюра А.В.** Комплексная оценка динамики численности гнездящихся сообществ колониальных околоводных птиц в условиях некоторых островов Сиваша, Северного Приазовья и Черного моря / А.В. Мацюра // Питання біоіндикації та екології. - Запоріжжя: ЗДУ, 2003. - Вип. 8, № 2. - С. 95-112.



Мацюра А.В. Особенности математического анализа динамики численности / А.В. Мацюра // Вісник Запорізького державного університету: Збірник наукових статей. Біологічні науки. - Запоріжжя: ЗДУ, 2006. - №1. - С. 128-134.

Geisser P.H. Topics in route-regression analysis / P.H. Geisser, J.R. Sauer // Survey designs and statistical methods for the estimation of avian populations trends. - Washington: U.S. Fish and Wildlife service. - 1990. - P. 85-97.

Hurvich C.M. Regression and time series model selection in small samples / C.M. Hurvich, C.L. Tsai // Biometrika. - 1989. - Vol. 76. - P. 297-307.

James F.C. Methodological issues in the estimation of trends in bird populations with an example: the pine warbler // Distribution, monitoring and ecological aspects of birds / F.C. James, C.E. Mc Culloch. - Voorburg: Heerlen and Sovon, 1994. - 75 p.

Kendall M.G. Time series (3rd Ed.) / M.G. Kendall, J.K. Ord. - London: Griffin, 1990. - P. 42-46.

REFERENCES

Colonial hydrophilic birds of the south of Ukraine. Charadriidae / [V.D. Siokhin, I.I. Chernichko, T.B. Ardamatskaia et al.]. - K.: Naukova dumka, 1988. - 174 p. [in Russian]

Matsyura A.V. Complex estimation of number dynamics of breeding bird communities for some Sivash, Azov and Black Sea islands // Issues on bioindication and ecology. - Zaporizhya: ZSU, 2003. - Vol. 8. - 2. - P. 95-112. [in Russian]

Matsyura A.V. Patterns of mathematical analysis of number dynamics // Bulletin of Zaporozhye National University: Transactions of scientific papers. Biol. Sc. - Zaporizhya: ZSU. - 2006. - 1. - P. 128-134. [in Russian]

Geisser P.H. Topics in route-regression analysis / P.H. Geisser, J.R. Sauer // Survey designs and statistical methods for the estimation of avian populations trends. - Washington: U.S. Fish and Wildlife service. - 1990. - P. 85-97.

Hurvich C.M. Regression and time series model selection in small samples / C.M. Hurvich, C.L. Tsai // Biometrika. - 1989. - Vol. 76. - P. 297-307.

James F.C. Methodological issues in the estimation of trends in bird populations with an example: the pine warbler // Distribution, monitoring and ecological aspects of birds / F.C. James, C.E. Mc Culloch. - Voorburg: Heerlen and Sovon, 1994. - 75 p.

Kendall M.G. Time series (3rd Ed.) / M.G. Kendall, J.K. Ord. - London: Griffin, 1990. - P. 42-46.

© О.В. Мацюра, Ю.І. Вадченко

© O.V. Matsyura, Yu.I. Vadchenko

Надійшла до редколегії 15.10.2011