

3. Bepalov Y., Nosov K., Kabalyants P. (2017). Discrete dynamical model of mechanisms determining the relations of biodiversity and stability at different levels of organization of living matter. bioRxiv doi:10.1101/161687.

4. Margalef R\* 1967\* Concepts relative to the organization of plankton' Oceanogr\* Mar\* Biol\* Ann\* Rev\* 5' 257,289\*

5. Zholtkevych, G. N., Bepalov, Y. G., Nosov, K. V., & Abhishek, M. (2013). Discrete Modeling of Dynamics of Zooplankton Community at the Different Stages of an Antropogeneous Eutrophication. Acta Biotheoretica, 61(4), 449–465.

## **ФУНКЦІ ЗООПАРКІВ ЯК ПОЛІГОНІВ ПРИРОДОЗАХИСНИХ СТРАТЕГІЙ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН**

І.В. Гноєвий, О.Я. Григор'єв

Державний біотехнологічний університет  
КО «Харківський зоопарк»

Вступ. Презентований аналіз можливостей та перспектив використання зоопарків у якості полігонів для створення і випробування природозахисних стратегій в умовах глобальних кліматичних змін. Надано приклади розробки на базі КО «Харківський зоопарк» та Державного біотехнологічного університету процедури обробки цифрових фото для потреб дистанційного визначення стану систем на різних рівнях організації живої матерії.

Мета – аналіз наукових праць щодо аерокосмічних методів реєстрації стану гідробіоценозів, популяцій гідробіонтів як одна із функцій зоопарків у питаннях охорони навколишнього середовища.

Методика досліджень – збір фактів, аналіз, систематизація і узагальнення проблем збереження біорізноманіття в умовах глобальних кліматичних змін.

Результати досліджень. Нині маємо певні підстави з нового куту зору обговорити так звані закони видатного американського біолога і еколога Баррі Коммонера. Зокрема, його закон «Природа знає краще». Виникає питання. Для кого краще, чи це завжди для людини?

Деякі прояви нинішніх глобальних кліматичних змін дають привід для недвозначної відповіді на таке питання. Так, є певні підстави вважати, що ці прояви є адекватна, з точки зору Природи, відповідь на неадекватну діяльність людини. Але згадаємо подібні глобальні кліматичні зміни після закінчення останнього льодовикового періоду. Примітивне людство тоді не мало змоги викликати кліматичні зміни у всіх проявах. Але відповіло на них, з свого боку, вельми адекватно. Так званою неолітичною революцією, що викликала появу, поруч з природними екосистемами, екосистем штучних. Такі винаходи людей слугували вирішенню їх потреб у розвитку землеробства і скотарства.

Екосистеми зоопарків теж є штучними. Тільки в зоопарках інколи ще можливо зберегти рідкісні види тварин, природне середовище існування яких нині зникає просто на очах. У штучних екосистемах зоопарків накопичено чималий досвід цілеспрямованих засобів контролю і корекції гомеостазу систем на різних рівнях організації живої матерії. Цей досвід може стати нині у нагоді для поширення арсеналу таких засобів для спостереження, якісного адресного підрахунку об'єктів у більших природних та штучних екосистемах для захисту нагальних інтересів людства у світі, в якому маємо драматичні прояви глобальних кліматичних змін. Важливу роль у цьому арсеналі відіграватимуть дистанційні (аерокосмічні) засоби реєстрації певних аспектів функціонування екосистем. Широке розповсюдження нині відносно дешевих та простих у експлуатації модифікацій дронів робить перспективними засоби такої реєстрації, що базуються на обробці цифрових фото. Йдеться, зокрема, про фото, що можуть бути отримані з використанням апаратури, яка входить до стандартної комплектації постачання різних сучасних модифікацій дронів.

На базі КО «Харківського зоопарк», Державного біотехнологічного університету, за участі науковців Національного аерокосмічного університету ім. М.С. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» та Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна створено певний фундамент для розробки методів дистанційної реєстрації окремих елементів функціонування систем на різних рівнях організації живої матерії. Висоцька О. і співавтори (2022) презентували технологію, що може бути використана для дистанційної реєстрації стану іхтіофауни невеликих мілких водоймищ. Демонстраційний приклад використання такої процедури дано на прикладі риби гамбузії (*Gambusia sp.*). Її інтродукують в такі водоймища для боротьби з комарами (*Anopheles gambiae complex*) – носіями збудника малярії, а можливо і інших, небезпечних інфекційних хвороб, ризик появи і розповсюдження яких збільшується в умовах кліматичних змін. У роботах вчених України презентовані результати математичного моделювання закономірностей формування захисного кольору тварин на прикладі *Gambusia sp.* (Беспалов Ю. та ін., 2020). Ці результати створюють основу для розробки більш широкого арсеналу дистанційної реєстрації тварин на тлі рослинних спільнот їхніх біотопів. Дистанційна реєстрація стану іхтіофауни за допомоги аерокосмічних методів для оперативного визначення стану гідробіоценозів взагалі може стати вкрай необхідною в певних екстремальних ситуаціях, викликаних глобальними кліматичними змінами. Як і така ж реєстрація спалахів чисельності та міграцій на суходолі тварин – реальних або потенційних носіїв збудників небезпечних інфекційних хвороб. Дистанційну реєстрацію наявності на місцевості стресованих та хворих тварин вже проводили в Україні (Беспалов Ю. та ін., 2011, Григор'єв, О.Я., 2014). Результати їх праць мають наукову новизну і практичне значення (Zholtkevych, G.N., 2013). У Харківському національному університеті імені В.Н. Каразіна розроблено клас математичних моделей – дискретних моделей динамічних систем (ДМДС). На проведеному з використанням ДМДС аналізі факторів сталості живих систем значною мірою базуються і результати праці колективу вчених (Zholtkevych G., Nosov K., Bepalov Y., Grigoriev A., Panchishny M., Vysotskaya O., Porvan A., 2015). У цій праці обговорюються можливості використання виміру колориметричних параметрів (КП) акваторії в певних стратегіях водокористування. Йдеться про стратегії запобігання катастрофічних спалахів розвитку у водоймищах та водотоках фото продуцентів, а також про вимір КП шляхом аналізу цифрових фото.

Висновок. В умовах КО «Харківський зоопарк» накопичується інформація для розробки високотехнологічних, наукомістких стратегій збереження навколишнього середовища, ефективного природокористування в умовах глобальних кліматичних та регіональних катастрофічних змін навколишнього середовища.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Vysotska O., Nosov K., Hnoievyi I., Porvan A., Rysovana L., Dovnar A., Babakov M., Kalenichenko M. (2022). Image processing procedure for remote recording of the *Gambusia sp.* introduced into a water for anti-malaria. *Technology Audit and Production Reserves*, 1(2(63)), 14–19.
2. Yu. Bepalov, K. Nosov, Levchenko, O. Grigoriev, <http://orcid.org/0000-0003-1350-6898>I. Hnoievyi, P. Kabalyants (2020-05-17). Mathematical modeling of the protective coloration of animals with usage of parameters of diversity and evenness: [повна версія]. *BIORXIV*, 19 p.
3. Bepalov, Y., Gorodnyanskiy, I., Zholtkevych, G., Zaretskaya, I., Nosov, K., Bondarenko, T., Carrero, Y. (2011). Discrete Dynamical Modeling of System Characteristics of a Turtle's Walk in Ordinary Situations and After Slight Stress. *Бионика Интеллекта*, 3 (77), 54–59.
4. Григор'єв, О. Я. (2014). Дискретна динамічна модель біомеханіки руху черепах, що зазнали впливу авітамінозу. *Ветеринарна Медицина. Міжвідомчий Тематичний Науковий Збірник*, 99, 162–164.

5. Zholtkevych, G. N., Bepalov, Y. G., Nosov, K. V., & Abhishek, M. (2013). Discrete Modeling of Dynamics of Zooplankton Community at the Different Stages of an Antropogeneous Eutrophication. *Acta Biotheoretica*, 61(4), 449–465.

6. Zholtkevych G., Nosov K., Bepalov Y., Grigoriev A., Panchishny M., Vysotskaya O., Porvan A. (2015). Modeling the relationships' structure of colorimetric parameters of floating plants (*Pistia stratiotes* as a case study) for providing the tasks of biosafety of water consumption. *Social responsibility of business and administration – creation of innovative management: monograph*, 73-82.

## УДОСКОНАЛЕННЯ АВТОМАТИЧНОЇ РЕЄСТРАЦІЇ СТАНУ ІХТІОФАУНИ ШЛЯХОМ ПРИМАНЮВАННЯ ЛАЗЕРОМ

О. Левченко<sup>1</sup>, А. Рябовол<sup>1</sup>, Д. Алігусейнова<sup>1</sup>, К. Плахотнік<sup>1</sup>, М. Каленіченко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Державний біотехнологічний університет

<sup>2</sup> Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»

Вступ. Розширення та вдосконалення арсеналу методів автоматичної та автоматизованої реєстрації стану іхтіофауни нині досить актуальне. Зокрема – для реєстрації стану іхтіофауни невеликих водоймищ, розташованих на певних ділянках землі. Йдеться про ділянки, які передбачається передати у власність або користування фізичним або юридичним особам. З покладенням на них відповідальності за всі аспекти екологічного стану зазначених ділянок. Другий, важливий з точки зору біобезпеки приклад – водоймища, до яких інтродукується *Gambusia sp.* Інтродукція цієї невеликої риби є вельми ефективним засобом боротьби з комарями – носіями збудників малярії. Стають у нагоді зазначені методи і для оцінки результатів зариблення великих водоймищ та водотоків, зокрема у межах заходів пасовиського рибництва.

Мета – презентація методики автоматичної реєстрації стану іхтіофауни невеликих водоймищ з використанням приманювання риб випромінюванням лазера.

Методика досліджень – комп'ютерний аналіз RGB-моделі цифрового фото певної ділянки дна місці скупчення живих гідробіонтів, приманених променем лазера.

Результати досліджень. Використання процедури обробки цифрового фото для знаходження ознак присутності риб на ділянці дна описано у наукових працях (Григор'єв О. та ін., 2021, Вітовська О. та ін., 2022). Ця процедура базується на комп'ютерному аналізі RGB-моделі цифрових фото ділянки дна до і після приманювання туди риб. Йдеться про цифрове фото, що може бути отримане з борту легкого дрону, що завис на висоті кількох метрів над поверхнею води. Зображення отримували за допомоги апаратури, яка входить до стандартного комплексу постачання найбільш поширених модифікацій таких дронів. Важливою ознакою зазначеної процедури є приманювання риб з подальшою обробкою цифрового зображення певної ділянки дна з метою знаходження певних змін значень системних колориметричних ознак (СКО). Йдеться мова про зміни СКО, які визначено появою на ділянці риб. Характер цих змін визначається згідно з висвітленими у праці закономірностями відносин між параметрами розмаїття та вирівненості протекуючого забарвлення тварин (ПЗТ) та рослинного фону місць їхнього мешкання (Беспалов Ю. та ін., 2020). У роботах висвітлено відносини між певними СКО, обчисленими для множин сегментів та субсегментів цифрового зображення (Григор'єв О., 2021, Вітовська О., 2022). А саме: середні значення та середні квадратичні відхилення параметрів R/G та G/(R+G+B). Приманювання риб є ознакою зазначеної процедури, що покращує її інформативність. Воно здійснювалося шляхом, що імітував скидання акваріумного корму для коропових риб з борту легкого дрону за допомогою пристрою, сумісного з його конструкцією (Григор'єв О., 2021).