

Робота виконана при підтримці грантов ДФФІ-РФФД - 2009, № 28.6/013, РФФІ № 10-04-01613а, № 09-04-90420 -Укр\_а и МК-1239.2010.4.

1. *Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши* / под ред. А.Д. Семёнова. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 542 с.
2. Тихонова И.В. Анализ цианобактерий озера Байкал и Усть-Илимского водохранилища на наличие гена синтеза микроцистина / И.В. Тихонова, О.И. Белых, Г.В. Помазкина, А.С. Гладких // Докл. РАН. – 2006. – Т. 409, № 3. – С. 425–427.
3. *Топачевский А.В.* Пресноводные водоросли Украинской ССР / Топачевский А.В., Масюк Н.П.. – К.: Вища школа, 1984. – 333 с.
4. *Jungblut A.D.* Molecular identification and evolution of the cyclic peptide hepatotoxins, microcystin and nodularin, synthetase genes in three orders of cyanobacteria / Jungblut A.D., Neilan A.B. // Arch. Microbiol. – 2006. – Vol. 185. – P. 107–114.
5. *Sivonen K.* Cyanobacterial toxins / K. Sivonen, G. Jones // Toxic cyanobacteria in water. A guide to their public health consequences, monitoring and management / Eds. I. Chorus, J. Bartram: EFN Spon. – London, 1999. – P. 41–111.
6. *Tillett D.* Structural organization of microcystin biosynthesis in *Microcystis aeruginosa* PCC7806: an integrated peptide–polyketide synthetase system / D. Tillett, E. Dittmann, M. Erhard, H. von Dohren [et al.] / Chem Biol. – 2000. – Vol. 7. – P. 753–764.
7. *Welker M.* Cyanobacterial peptides – nature's own combinatorial biosynthesis / M. Welker // FEMS Microbiol. Rev. – 2006. – Vol. 30. – P. 530–563.

*А.В. Курейшев<sup>1</sup>, Л.П. Ярмошенко<sup>1</sup>, Н.І. Кірпенко<sup>1</sup>, О.І. Белих<sup>2</sup>, Е.Г. Сороковікова<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Інститут гідробіології НАН України, Київ

<sup>2</sup>Лімнологічний інститут Сибірського відділення РАН, Іркутськ, Росія

#### ДО ПИТАННЯ ПРО ЧИННИКИ, ЩО СПРИЯЮТЬ РОЗВИТКУ ТОКСИЧНИХ ВИДІВ СЬАНОРНУТА

Ген *mcyE* синтезу мікроцистину було зафіксовано у 66,7% досліджуваних проб, відібраних у різномісних водних об'єктах України під час масового розвитку синьо-зелених водоростей. Він частіше виявлявся в полідомінантних угрупованнях порівняно з монодомінантними.

*Ключові слова:* синьо-зелені водорості, мікроцистин, монодомінантні і полідомінантні угруповання

*A.V. Kureyshevich<sup>1</sup>, L.P. Yarmoshenko<sup>1</sup>, N.I. Kirpenko<sup>1</sup>, O.I. Belich<sup>2</sup>, E.G. Sorokovikova<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine, Kyiv

<sup>2</sup> Limnology Institute of the Siberian Separation of RAS, Irkutsk, Russia

#### TO QUESTION ABOUT FACTORS WHICH ASSIST TO DEVELOPMENT OF TOXIC TYPES OF CYANOPHYTA

The gene *mcyE* of microcystin synthesis was detected in 66,7% investigated samples collected from the different water bodies of Ukraine during the mass development of blue green algae. It was revealed more often in polydominant communities than in monodominant ones.

*Key words:* blue green algae, microcystin monodominant and polydominant communities

УДК [504.064.36:574]

Л.А. КУЧАЙ, Е.Н. СОКОЛОВА

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН

пос. Борок Некоузского р-на, Ярославская обл., 152742, Россия

#### ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЭКОСИСТЕМЫ (НА ПРИМЕРЕ ОЗЕРА НЕРО)

В работе рассматривается возможность использования функции желательности для нормирования характеристик водоема с целью оценки состояния его экосистемы на примере озера Неро. Используется функция желательности Харрингтона. Составлена таблица экологических норм для первичной продукции, хлорофилла *a*, биогенных элементов и органического вещества.

*Ключевые слова:* экосистема, экологическое нормирование, функция желательности

В настоящее время существует множество разнообразных индексов для оценки состояния экосистем: по продукционным показателям, по содержанию биогенных элементов, по содержанию кислорода. Но все большее количество сторонников появляется у обобщенной оценки благополучия экосистем с помощью интегрированного ответа на вопрос о “здоровье” ее компонентов. Это означает оценку состояния системы по биотическим показателям, что иначе называется биоиндикацией.

Биоиндикация, как правило, требует перевода числовых значений индикаторной характеристики в качественные градации шкалы “хорошо – плохо” или “благополучие – неблагополучие”, для чего строится “функция желательности”, позволяющая отображать количественные показатели через обобщенные шкалы критериев качества. Соотнесение текущего значения индикаторной характеристики с максимумом или признанием наиболее вероятного значения этой характеристики наиболее предпочтительным (желательным) – это различные формы построения шкал. Таким образом, функция желательности – это функция, которая конкретным значениям экологического параметра ставит в соответствие условные баллы экологического состояния.

Целью работы было составление таблицы нормированных значений ряда гидрохимических и гидробиологических характеристик конкретной экосистемы на основе построения для них функций желательности.

### Материал и методы исследований

Расчет функций желательности начинают с выбора для каждого экологического фактора места на шкале, разделенной на отрезки от 0 до 1, такой, что значениям этого фактора, наиболее благоприятным для нормального функционирования экосистемы, сопоставляются значения близкие к 1 (например, от 0,6 до 1,0). Величинам фактора, которые по каким-либо соображениям считаются “плохими”, отводятся на шкале желательности значения, близкие к 0 (обычно от 0 до 0,4).

В качестве начального приближения некоторыми авторами предлагается строить шкалу желательности на основе эмпирической функции распределения. Функция желательности может быть также построена через указание левой и правой границ диапазона желательности; по левой (или правой) границе и месту расположения оптимального значения желательности [2].

Для значений большинства биотических и абиотических факторов экосистемы в принципе должны быть установлены как минимальные, так и максимальные допустимые уровни. Способ их установления зависит от степени изученности конкретной экосистемы.

В настоящей работе функции желательности использованы для нормирования некоторых компонентов экосистемы озера Неро, в частности, содержания хлорофилла, биогенных элементов и органического вещества. Используются данные наблюдений на 16 станциях озера в течение вегетационных периодов 1987–1989 гг. и 2002–2004 гг., опубликованные в монографиях [1, 3].

### Результаты исследований и их обсуждение

Анализ данных и составление таблицы проведено с помощью функции желательности Харрингтона (табл. 1), в которой точки перегиба принимаются за границы классов.

Преобразование количественных значений компонентов в уровни желательности на шкале Харрингтона предполагает знание некоторых границ исходных показателей, соответствующих области благополучия.

Таблица 1

Шкала Харрингтона

| Оценка            | Интервалы значений функции желательности |
|-------------------|--|
| Очень хорошо      | 1,00–0,80                                |
| Хорошо            | 0,80–0,63                                |
| Удовлетворительно | 0,63–0,37                                |
| Плохо             | 0,37–0,20                                |

Функция желательности Харрингтона имеет вид:

$G(x) = \exp(-Z^2(x))$ , где  $Z(x) = (2x - a - b)/(b - a)$ ;  $a$  – левая,  $b$  – правая граница диапазона желательных измерений рассматриваемого компонента.

Кроме того, для оценки экологической ситуации можно рассчитать обобщенную желательность:  $D = (d_1 * d_2 * \dots * d_n)^{1/m}$ , где  $d_i$  – желательность  $i$ -того компонента, а  $m$  – число компонентов, использованных для расчета. Располагая на шкале 0–1 полученные значения  $D$  различных водных экосистем, можно сравнивать их состояния.

Для конкретного водоема произвол в выборе двусторонних границ его компонентов может быть устранен, если принять за наиболее предпочтительные величины этих компонентов среднеарифметические значения рядов многолетних наблюдений, и установить границы благополучия с помощью среднеквадратического отклонения.

Функции желательности построены для следующих гидрохимических и гидробиологических характеристик экосистемы озера: хлорофилла *a*, продукции, деструкции, аммонийного и общего азота, общего фосфора, БПК<sub>5</sub>, ХПК, органического вещества, рН, магния, кальция, сульфатов. Для примера здесь приведена функция желательности компонента ХПК (рис.).

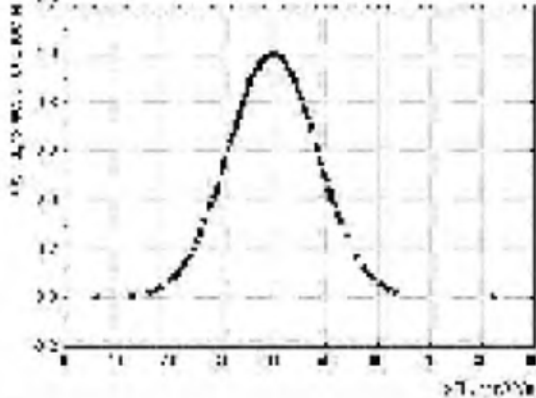


Рис. Функция желательности компонента ХПК

На основе этих функций рассчитаны разные диапазоны значений характеристик, составлена таблица (табл. 2), которая дает возможность по результатам последующих измерений сразу произвести оценку современного состояния экосистемы по выбранным показателям.

Таблица 2

Нормы для содержания хлорофилла, первичной продукции, биогенных элементов и органического вещества в озере Неро

| Оценка            | Интервал значений Ф.Ж. | Хл. <i>a</i> ,<br>мкг/<br>дм <sup>3</sup> | ПП<br>мгО <sub>2</sub> /<br>дм <sup>3</sup><br>сут | Нобщ,<br>мг/дм <sup>3</sup> | Робщ,<br>мг/дм <sup>3</sup> | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup><br>мг/дм <sup>3</sup> | БПК <sub>5</sub><br>мгО <sub>2</sub> /<br>дм <sup>3</sup> | ХПК<br>мгО <sub>2</sub> /<br>дм <sup>3</sup> | Собщ,<br>мг/<br>дм <sup>3</sup> | рН           |
|-------------------|------------------------|---|--|-----------------------------|-----------------------------|--|---|--|---------------------------------|--------------|
| Очень хорошо      | 1–0,8                  | 52–78                                     | 3–6  | 1,3–<br>1,8                 | 0,085–<br>0,12              | 0,035–<br>0,065                                    | 4,5–<br>7,5   | 34–46  | 13–17                           | 8,2–<br>8,6  |
| Хорошо            | 0,8–0,63               | 44–52                                     | 2–3  | 1,2–<br>1,3                 | 0,088–<br>0,085             | 0,025–<br>0,035                                    | 4–4,5<br>7,5–<br>7,8                                      | 32–34  | 12–13                           | 8,1–<br>8,2  |
|                   |                        | 78–86                                     | 6–7  | 1,8–<br>2,0                 | 0,12–<br>0,13               | 0,065–<br>0,075                                    | 46–50   | 17–18  | 8,6–<br>8,8                     |              |
| Удовлетворительно | 0,63–<br>0,37          | 36–44                                     | 1–2  | 1,0–<br>1,2                 | 0,07–<br>0,08               | 0,015–<br>0,025                                    | 3–4   | 28–32  | 10,5–<br>12                     | 7,9–<br>8,1  |
|                   |                        | 86–96                                     | 7–8  | 2,0–<br>2,15                | 0,13–<br>0,14               | 0,075–<br>0,08                                     | 8–9   | 50–52  | 18–19                           | 8,8–<br>8,9  |
| Плохо             | 0,37–<br>0,20          | 28–36                                     | 0,5–<br>1,0  | 0,85–<br>1,0                | 0,06–<br>0,07               | –  | 2,5–3   | 24–28  | 9–<br>10,5                      | 7,7–<br>7,9  |
|                   |                        | 96–<br>104                                | 8,0–<br>9,5  | 2,15–<br>2,3                | 0,14–<br>0,15               | 0,08–<br>0,095                                     | 9–9,5   | 52–56  | 19–20                           | 8,9–<br>9,0  |
| Очень плохо       | 0,2–0                  | < 8<br>>104                               | <0,5<br>>9,5                                       | <2,15<br>>2,3               | <0,06<br>>0,15              | –<br>>0,095  | <2,2<br>>9,5  | <24<br>>56                                   | <9<br>>20                       | <7,7<br>>9,0 |

**Выводы**

Таким образом, сопоставляя вновь полученные данные наблюдений компонентов озера год от года, можно утверждать, в каком направлении изменяется экосистема. Для оценки экологической ситуации можно рассчитать обобщенную желательность:  $D=(d_1*d_2*...*d_n)^{1/m}$ , где  $d_i$  – желательность  $i$ -того компонента, а  $m$  – число компонентов, использованных для расчета.



Располагая на шкале 0–1 полученные значения D различных водных экосистем, можно сравнивать их состояния.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №10-05-00593.*

1. Бикбулатов Э.С. Гидрология и гидрохимия озера Неро / Э.С. Бикбулатов, Е.М. Бикбулатова, А.С. Литвинов, С.А. Поддубный. – Рыбинск, 2003. – С.190.
2. Левич А.И. Теоретические и методические основы технологии регионального контроля природной среды по данным экологического мониторинга / А.И. Левич, Н.Г. Булгаков, В.Н. Максимов. – М.: НИИ Природа, 2004. – С. 273.
3. Состояние экосистемы озера Неро в начале XXI века. – М.: Наука, 2008. – С. 406.

*Л.А. Кучай, Е.Н. Соколова*

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папаніна РАН, Борок, Росія

#### ЕКОЛОГІЧНЕ НОРМУВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЕКОСИСТЕМИ (НА ПРИКЛАДІ ОЗЕРА НЕРО)

В роботі розглядається можливість використання функції бажаності для нормування характеристик водойми з метою оцінки стану його екосистеми на прикладі озера Неро. Використовується функція бажаності Харрінгтона. Складена таблиця екологічних норм для первинної продукції, хлорофілу *a*, біогенних елементів і органічної речовини.

*Ключові слова: екосистема, екологічне нормування, функція бажаності*

*L.A. Kuchay, E.N. Sokolova*

Institute of Biology of Inside Water RAS, Borok, Russia

#### ECOLOGICAL SETTING OF NORMS OF DESCRIPTIONS OF ECOSYSTEM (ON EXAMPLE OF LAKE OF NERO)

The work considers the possibility of the application of the desirability function for valuation of the waterbody characteristics and assessment of its state by the example of Lake Nero. The Harrington's desirability function has been used. Ecological standards for the primary production, chlorophyll "a", biogenic elements and organic matter have been summarized in the table.

*Key words: ecosystem, ecological setting of norms, function desirability*

УДК 504.05

Ю.О. ЛАХАЙ<sup>1</sup>, Й.В. ГРИБ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Національний авіаційний університет  
пр-т Космонавта Комарова, 1, Київ 03680, Україна

<sup>2</sup>Інститут гідробіології НАН України  
пр-т Героїв Сталінграда, 12, Київ 04210

### **ШАЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПАРК: ПОТЕНЦІЙНА ЗАГРОЗА ВОДНИМ ОБ'ЄКТАМ ВІД ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ (ОГЛЯД)**

---

Дана порівняльна оцінка впливу меліоративних систем на екосистему Шацьких озер і оцінку потенційного впливу другої черги Хотиславського кар'єру піску і крейди на навколишні озера Шацького національного природного парку.

*Ключові слова: Шацькі озера, осушувальна меліорація, оз. Луки, Хотиславський кар'єр, Копайівська осушувальна система*

Шацьке поозер'я, що включає біля 30 озер переважно карстового походження, знаходиться в межиріччі р. Західний Буг та р. Прип'ять. Дана територія поєднує в собі іхтіоценоз Балтійського та Чорноморського басейнів (через р. Віслу та р. Дніпро). Тут знаходиться своєрідна перлина Європи - оз. Світязь, одне з найглибших (58 м) та найчистіших (прозорість 5–6 м) в Україні [6]. Воно має вигляд овала, площею 25,2 км. За хімічним складом вода озера гідрокарбонатно-кальцієва з