

G. erectum auct. non Huds. 1762 : Huds. 1778, Fl. Angl., ed. 2 : 68; Михайловская 1955, Фл. БССР 4 : 434; Победимова 1958, Фл. СССР 23 : 371; р. р.; Михайловская 1967, Определитель раст. Белоруссии : 543.— П. белый.

16. *G. mollugo* L. 1753 Sp. Pl. : 107; Михайловская 1955, Фл. БССР, 4 : 433; Победимова 1958, Фл. СССР, 23 : 370; Михайловская 1967, Определитель раст. Белоруссии : 543; Ehrend. a. Krendl 1976, Fl. Europ. 4 : 24; Победимова 1978, Фл. евр. ч. СССР, 3 : 114.— П. мягкий.

Приведенный список на сегодняшний день объективно отражает сведения по роду *Galium* L. в БССР, однако его не следует рассматривать как истину в последней инстанции. Возможно, просматриваются ботаниками и пока не попали в сборы *G. triflorum* Michx. и *G. ruprechtii* Pobed, которые приводятся для прилежащих к Белоруссии регионов [10]. И. К. Пачоский указывает [1], что *G. trifidum* L. (см. таблицу) изредка встречается на высохших торфяниках в восточной части Полесья. Вполне вероятно, что в южных районах республики на остепненных участках может быть обнаружен *G. ruthenicum* Willd., а в северных — *G. wirtgenii* F. Schult., приводимый для Прибалтики [10]. В связи с явно наметившейся синантропизацией флоры Белоруссии можно ожидать появления некоторых видов, приуроченных к рудеральным местообитаниям, а также встречающихся в нарушенных местообитаниях, на участках с солонцеватым субстратом.

Список литературы

1. Пачоский И. К. Флора Полесья и прилежащих местностей // Тр. Санкт-Петербург. об-ва естествоисп. Спб., 1897. Вып. 1. С. 248.
2. Михайловская В. А. Флора Полесской низменности. Минск, 1953.
3. Михайловская В. А. // Флора БССР. Минск, 1955. Т. 4. С. 426.
4. Михайловская В. А. // Определитель растений Белоруссии. Минск, 1967. С. 538.
5. Николаева В. М., Зефирова Б. М. Флора Беловежской пуши. Минск, 1971.
6. Козловская Н. В. Флора Белоруссии, закономерности ее формирования, научные основы использования и охраны. Минск, 1978.
7. Бибиков Ю. А., Зубкевич Г. И., Сауткина Т. А., Ефремкина А. К., Кудряшева Н. К. Флора Налибокской пуши. Минск, 1980.
8. Парфенов В. И., Симонович Л. Г., Ставровская Л. А., Игнатенко В. И. // Березинский биосферный заповедник Белорусской ССР. Минск, 1983. С. 130.
9. Вынаев Г. В. Флорогенетическая структура и фитогеографические связи флоры Белоруссии: Автореф. ... канд. биол. наук. Минск, 1984.
10. Победимова Е. Г. // Флора европейской части СССР. Л., 1978. Т. 3. С. 100.
11. Черепанов С. К. // Свод дополнений и изменений к «Флоре СССР». Л., 1973.
12. Черепанов С. К. Сосудистые растения СССР. Л., 1981.

УДК 577.472(28):51

В. Ф. ИКОННИКОВ

МЕЖГОДОВАЯ ЦИКЛИЧНОСТЬ НЕКОТОРЫХ БИОЛИМНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭКОСИСТЕМЫ НАРОЧАНСКИХ ОЗЕР

Выделение циклических составляющих в динамике биологических процессов, происходящих в водоемах, представляет важный этап исследования закономерностей их формирования [1, 2]. Особую актуальность приобрели эти исследования в связи с проблемой антропогенного эвтрофирования водоемов. Необходимо отличать направленные тенденции изменения водных экосистем от повторяющихся циклических ритмов.

В настоящей работе проведен спектральный анализ временных рядов наблюдений на Нарочанских озерах за прозрачностью воды по диску Секки, содержанием хлорофилла, сестона, численностью зоо- и бактериопланктона. Выявленные циклические колебания сопоставлены с изменением некоторых климатических факторов (атмосферные осадки, уровень режим озер, солнечная активность).

Материал и методика

В качестве биолимнологических характеристик взяты среднесезонные величины содержания сестона в Нарочанских озерах с 1967 по 1980 гг. [3] (сектор гидробиологии Проблемной НИЛ экспериментальной биологии) и частично опубликованные [4] данные по прозрачности воды этих озер за 1970—1986 гг. Многолетние непрерывные натурные данные по содержанию хлорофилла *a* за 1976—1986 гг. были любезно предоставлены Р. З. Ковалевской. Численность различных групп зоопланктона в 1955—1970 гг. взяты из работы [5], бактериопланктона за 1967—1985 гг. — [6]. Кроме того, использованы материалы Белорусского отделения гидрометеослужбы по среднегодовым суммам осадков (1961—1978), уровню воды в оз. Нарочь (1967—1985) и по солнечной активности (числа Вольфа, 1967—1985) [7].

Для выявления циклических вариаций в рамках спектрального анализа находим функцию спектральной плотности $S_x(\omega)$ [8, 9]:

$$S_x(\omega) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} R_x(\tau) \cos \omega \tau d\tau, \quad (1)$$

где $R_x(\tau)$ — корреляционная функция; ω — угловая частота; τ — временной сдвиг. Пики интенсивности спектральной плотности указывают на наличие циклических составляющих в спектре. Все расчеты выполнены на ЭВМ ЕС-1022 с использованием пакета прикладных программ СОМИ [9].

Результаты и их обсуждение

Хлорофилл *a*. Для всех озер характерно увеличение мощности спектра хлорофилла в районе частот $\omega = 1,26—1,58$ рад, соответствующих периоду $T = 4—5$ лет (рис. 1, *a*). Наиболее четко этот максимум выражен для высокоэвтрофного оз. Баторино. В озерах Нарочь и Мястро также

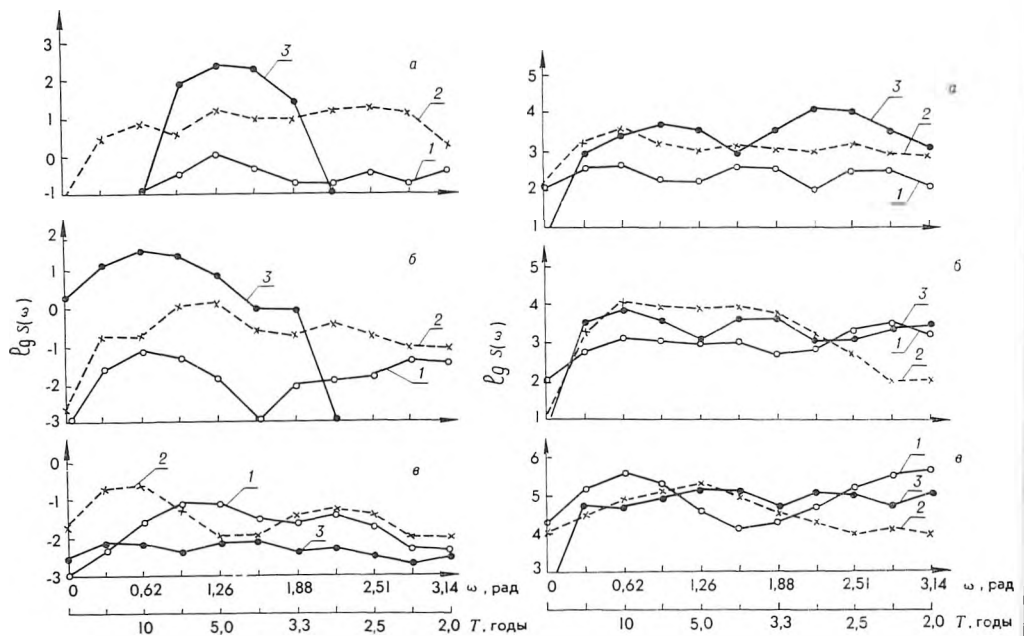


Рис. 1. Спектральная плотность рядов наблюдений за содержанием хлорофилла (*a*), сестона (*б*) и прозрачностью воды (*в*) в озерах Нарочь (1), Мястро (2) и Баторино (3)

Рис. 2. Спектральная плотность рядов наблюдений за численностью зоопланктона (*a* — клadoцера; *б* — копепода; *в* — коловратки) в озерах Нарочь (1), Мястро (2) и Баторино (3)

получен максимум на частоте $\omega=2,51$ рад, что соответствует наличию в рассматриваемых данных циклических составляющих в 2,5 года.

Сестон. Спектральная функция ряда наблюдений за содержанием сестона в этих озерах (рис. 1, б) имеет максимум при $T=10$ лет (для оз. Мястро он смещен в сторону меньших значений: $T=5,0-6,6$ года). Вторым максимумом ($T=2,0-2,2$ года) получен в оз. Нарочь. Как и в случае с хлорофиллом *a*, более резкие изменения функции спектральной плотности получены для оз. Баторино.

Прозрачность. Менее выраженный характер изменений спектральной плотности отмечен в ряде наблюдений за прозрачностью воды (рис. 1, в), хотя в общих чертах он повторяет изменение спектральной плотности содержания сестона. В оз. Нарочь наблюдаются две циклические составляющие: 5—7 лет и 3 года. На возможность циклических изменений прозрачности воды в этом озере указывалось ранее [4]. Резкий максимум ($T=10$ лет и более) получен для оз. Мястро ($\omega=0,62$ рад).

Зоопланктон. Спектральная функция ряда наблюдений за численностью различных групп зоопланктона в Нарочанских озерах показана на рис. 2. Для кладоцер в оз. Нарочь выделены три четких максимума в районе частот $\omega=0,31-0,62$, $\omega=1,58-1,88$ и $\omega=2,51-2,83$ рад, что соответствует наличию в рассматриваемых данных циклических составляющих в 10—15 лет; 3,3—4,0 и 2,2—2,5 года. Для оз. Мястро циклическая выражена крайне слабо. В оз. Баторино мощность спектра возрастает в районе частот $\omega=2,20-2,51$ рад, что соответствует $T=2,5-3,0$ года. Для копепод получена схожая картина. Наиболее четкие максимумы выделены в оз. Баторино: $T=10$ лет и 3—4 года.

Для коловраток оз. Нарочь получены два максимума — 10 лет и 2 года. Один растянутый максимум с периодом 5 лет наблюдался в оз. Мястро. На циклические изменения в численности зоопланктона этих озер указывается в работе [10].

Бактериопланктон. В озерах Нарочь и Мястро прослеживается увеличение мощности спектра численности бактериопланктона ($\omega=1,88-2,20$ рад), что соответствует наличию циклической составляющей 2,9—3,3 года (рис. 3, А). В оз. Баторино наблюдается растянутый цикл с периодом 4—10 лет.

Для выявления механизмов циклической вариации интересно сопоставить полученные результаты с изменением некоторых климатических факторов (рис. 3, Б). Спектральная функция ряда наблюдений за солнечной активностью (числа Вольфа) имеет один четкий максимум в районе $T=10$ лет. Один максимум ($T=4$ года, $\omega=1,58$ рад) получен также для среднегодовых сумм осадков. Спектральная функция ряда наблюдений за уровнем воды в оз. Нарочь имеет максимумы в районе частот $\omega=0,62-0,94$ и $\omega=1,58$ рад, что соответствует наличию циклических составляющих в 6,6—10 лет и 4 года.

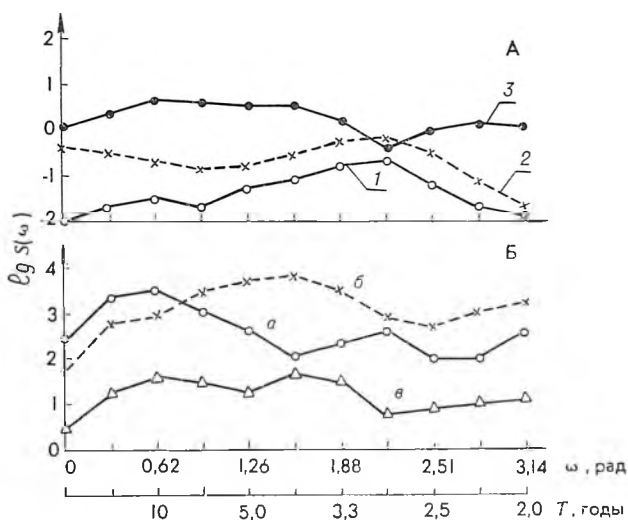


Рис. 3. Спектральная плотность рядов наблюдений за численностью бактериопланктона (А) в озерах Нарочь (1), Мястро (2) и Баторино (3); Б: за солнечной активностью (а), среднегодовыми суммами осадков (б) и уровнем воды (в) в оз. Нарочь

Таким образом, получена неплохая взаимная ковариация пиков спектральной плотности рядов наблюдений за биолимнологическими параметрами и климатическими факторами среды. Наличие близких гармоник в спектре уровня воды оз. Нарочь (H , см) и численности зоопланктона (N , тыс. экз./м³) дало возможность установить тесную обратную связь между этими параметрами [11]:

$$N = 630,1 - 2,95 \cdot H \quad (r = -0,96). \quad (2)$$

Следует отметить невысокую достоверность приведенных результатов спектрального анализа на низких частотах, поскольку мы имеем дело с короткими рядами наблюдений. Повышение достоверности получаемых результатов связано с организацией длительного непрерывного экологического мониторинга этих озер.

Таким образом, в результате наших исследований выявлены две основные циклические составляющие в изменении некоторых биолимнологических параметров Нарочанских озер: 2—3 года и 7—10 лет. По мере увеличения трофности озер отмечены более выраженные циклические колебания рассмотренных параметров. Полученные циклические изменения биолимнологических показателей хорошо коррелируют с такими климатическими факторами, как уровеньный режим озер, солнечная активность.

Список литературы

1. Ягодинский В. Н. Космический пульс биосферы. М., 1975.
2. Полтараус Б. В., Кислов А. В. Климатология (Палеоклиматология и теория климата). М., 1986.
3. Остапеня А. П. Экологическая система Нарочанских озер. Минск, 1985. С. 17.
4. Остапеня А. П. Там же. С. 12.
5. Петрович П. Г. Многолетние показатели развития зоопланктона озер. М., 1973. С. 7.
6. Потаенко Ю. С. Экологическая система Нарочанских озер. Минск, 1985. С. 210.
7. Астрономический календарь. Ежегодник. 1988. Вып. 91. М., 1987.
8. Бронфман А. М., Воловик С. П., Козлитина С. В., Кучай Л. А., Попов И. В. Статистическая структура океанологических и биологических параметров экосистемы Азовского моря. Ростов-на-Дону, 1979.
9. Косинская В. И., Крылова Е. А., Ровнова О. В., Терещенко О. В., Шитик Г. В. // Программное обеспечение ЭВМ. 1983. Вып. 44. Ч. 2. С. 113.
10. Крючкова Н. М. // Состояние и перспективы развития методологических основ химического и биологического мониторинга поверхностных вод суши: Тез. докл. к XXIX Всесоюз. гидрохим. совещ. Ростов-на-Дону, 1987. Т. 2. С. 33.
11. Крючкова Н. М., Рыбак В. X., Петрович П. Г. Экологическая система Нарочанских озер. Минск, 1985. С. 127.

УДК 577.352.4

Л. Л. МОРОЗ, В. Б. КАЗАКЕВИЧ, Н. Н. ПЕТРАШЕВСКАЯ

ДЕЙСТВИЕ МЕТИЛЕНОВОГО СИНЕГО НА ИОННЫЕ ТОКИ НЕЙРОНОВ

Метиленовый синий (МС) — основной краситель фенотиазинового ряда (тригидрат хлорида тетраметинина). Это один из наиболее широко применяемых красителей в нейробиологии, позволяющий проводить избирательное окрашивание отдельных нервных клеток и волокон. Для лучшего окрашивания необходимо нормальное функциональное состояние ткани и наличие в среде кислорода [1]. Однако в условиях нейрофизиологического эксперимента с использованием освещения препарата может происходить не только обратимое обесцвечивание красителя за счет изменения функционального состояния клетки [2], но и необратимые изменения, связанные с целым комплексом механизмов фотодина-