

**ПРОЗРАЧНОСТЬ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ
ТРОФИИ ОЗЕР БЕЛОРУССИИ**

В многочисленных отечественных и зарубежных публикациях однозначно указывается на то, что концентрация органического вещества и структура его компонентного состава являются надежным показателем трофического уровня водоема. При разработке принципов оптимизации режима озер возникает необходимость в доступных и легко интерпретируемых показателях уровня трофии, а также в статистических моделях, позволяющих прогнозировать величины биологической продуктивности и органического вещества в водоемах. Одним из таких показателей может стать значение летней прозрачности, измеряемой стандартным белым диском. Наличие тесных связей между уровнем продуктивности, органическим веществом и прозрачностью по диску Секки (ДС) отмечалось для озерных водоемов различных природных зон страны [1—4 и др.]. Вместе с тем существуют статистически достоверные связи между разнообразными показателями органического вещества в воде водоемов различных регионов [5, 6]. Например, соотношения между величинами перманганатной окисляемости и органического углерода стабильны и колеблются в пределах от 0,6 до 1,6.

Признавая, что аналогичные связи не могут в полной мере характеризовать функциональные взаимоотношения между компонентами водной системы [7], следует отметить, однако, что они позволяют решать некоторые практические вопросы, связанные с рациональным использованием и охраной озерных водоемов.

Цель настоящего исследования — определение зависимостей между величинами бихроматной и перманганатной окисляемости, БПК₅, цветностью, биомассой, численностью фито- и зоопланктона, а также прозрачностью по ДС с дальнейшим использованием обратных связей в качестве экспресс-метода определения уровня содержания органического вещества в водоеме.

Материал и методика

Исследования выполнены по материалам Отраслевой НИЛ озераведения БГУ имени В. И. Ленина, собранным с 1972 по 1985 г. В основу расчетов положены преимущественно результаты разовых съемок разнотипных озер Белоруссии [8, 9], выполненных в летние сезоны (июнь—август).

Прозрачность измеряли стандартным белым диском диаметром 30 см, без применения зачерненной трубы [10]. Величины перманганатной окисляемости определяли методом Кубеля, с применением 0,01 н. раствора перманганата калия в сернокислой среде при кипячении; бихроматной — методом окисления бихроматом калия в присутствии серной кислоты. Количество растворенного кислорода при нахождении значений БПК₅ устанавливали методом Винклера. Цветность определяли методом визуального сравнения со стандартами, содержащими бихромат калия и сернокислый кобальт.

Зоопланктонные пробы обрабатывали согласно [11], биомассу рассчитывали по стандартным весам; пробы фитопланктона фиксировали по методике [12].

Результаты и их обсуждение

При одноразовом измерении прозрачности озерной воды по ДС необходима оценка вариабельности этого значения; наиболее полные многолетние данные по прозрачности озер Белоруссии имеются для водосмов Нарочанской группы (см. таблицу).

**Средние значения и вариабильность величин прозрачности по ДС
в разнотипных озерах Белоруссии**

Озеро	Генетический тип	Среднее арифметическое значение, м	Среднее квадратическое отклонение	Коэффициент вариации, %	Количество изменений	Сроки исследований
Нарочь *	Мезотрофное, среднеглубокое	5,2	0,46	8,8	94	май — октябрь, 1956 — 1978
Мястро *	Эвтрофное, неглубокое	1,6	0,44	27,9	57	май — октябрь, 1961 — 1978
Баторино *	Эвтрофное, мелководное	0,8	0,14	17,5	57	»
Медведно	»	1,9	0,74	39,9	8	июнь — август, 1981 — 1984
Потех	»	1,3	0,29	19,9	10	июнь — август, 1981 — 1987
Ильменок	»	1,0	0,24	25,0	8	июнь — август, 1981 — 1984

* По данным отдела гидробиологии Лаборатории экспериментальной биологии БГУ имени В. И. Ленина.

Зависимости между указанными гидрохимическими и гидробиологическими показателями и прозрачностью по ДС хорошо описываются уравнениями степенного вида (см. рисунок).

Величины бихроматной окисляемости в пределах 9,8—85,1 мг О/л и прозрачность воды связаны уравнением: $y = 39,63 \cdot x^{-0,352}$; $n = 86$; $r = -0,62$. Зависимость между перманганатной окисляемостью (в пределах 2,7—22,7 мг О/л) и прозрачностью воды по ДС описывается следующим образом: $y = 10,76 \cdot x^{-0,455}$; $n = 84$; $r = -0,82$.

Величины биохимического потребления кислорода (БПК₅) (0,3—6,4 мг О₂/л) связаны со значениями прозрачности: $y = 3,18 \cdot x^{-0,798}$; $n = 49$; $r = -0,60$, а величины цветности (5—80 градусов) — с показателем прозрачности: $y = 38,28 \cdot x^{-0,383}$; $n = 71$; $r = -0,56$.

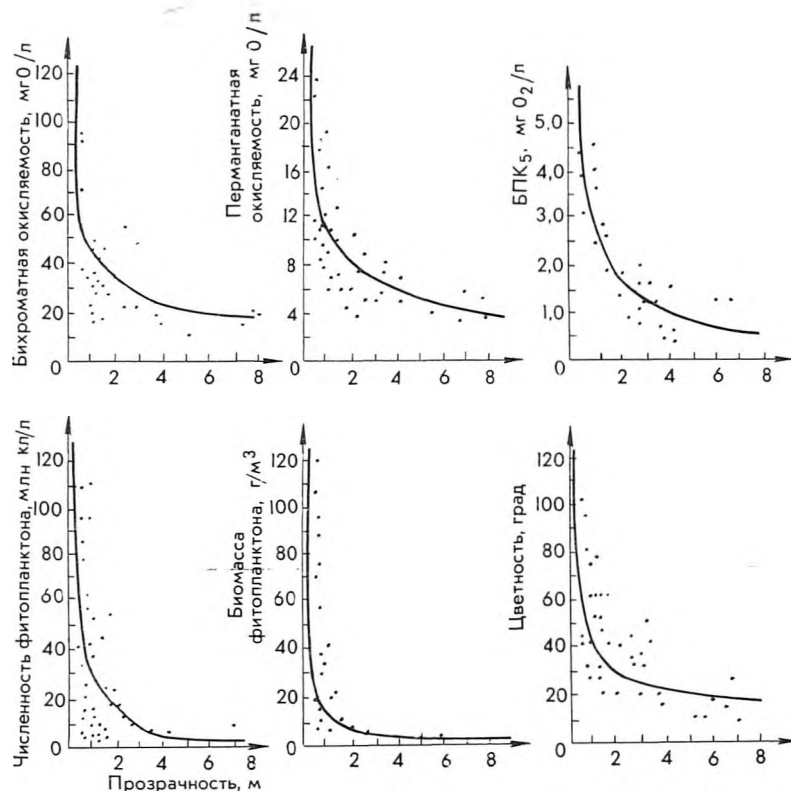
Наряду с тем, что все указанные связи статистически достоверны при уровне значимости 0,01, следует отметить, что наиболее тесные отношения обнаружены между прозрачностью и перманганатной окисляемостью, которая достаточно характеризует содержание органического углерода в озерной экосистеме.

В работе [2], посвященной выявлению зависимостей световых условий от содержания хлорофилла сестона на примере водоемов Белоруссии, определено, что связи прозрачности по ДС (S , м) с концентрацией сестона ($C_{ст.}$, мг/л) и содержанием хлорофилла ($C_{хл.}$, мг/м³) хорошо описываются уравнениями степенного вида: $S = 4,62 \cdot C_{ст.}^{-0,67}$; $n = 134$; $r = -0,57$; $S = 7,05 \cdot C_{хл.}^{-0,56}$; $n = 165$; $r = -0,48$.

Логическим продолжением указанных связей являются установленные зависимости между прозрачностью, биомассой и численностью фитопланктона, которые также описываются уравнениями степенного вида.

Биомасса фитопланктона, представленная в пределах 0,24—223,40 г/м³*, связана с прозрачностью по ДС: $y = 6,65 \cdot x^{-1,281}$; $n = 68$; $r = -0,68$, а численность фитопланктона в пределах 0,19—684,04 млн кл/л* — с тем же показателем: $y = 20,89 \cdot x^{-1,382}$; $n = 68$; $r = -0,60$.

В работе [3] указывается, что для водоемов различных природных зон существует обратная зависимость между величинами прозрачности и биомассы зоопланктона. Однако наши исследования не подтвердили этот вывод. Коэффициенты корреляции между указанными величинами, а также логарифмами их значений оказались статистически недостоверными.



Зависимость между гидрохимическими, гидробиологическими показателями и летней прозрачностью озер Белоруссии

Проведенные исследования позволили выявить тесные зависимости между значениями бихроматной, перманганатной окисляемостью, БПК₅, цветностью, биомассой, численностью фитопланктона и прозрачностью по ДС. Представленные статистические модели, а также дополнительные сведения и данные литературы могут явиться основой составления практических рекомендаций по использованию прозрачности и других доступных в практике показателей для экспресс-прогноза содержания органического вещества, а вместе с ним — и уровня трофики озерных водоемов.

Список литературы

1. Бульон В. В. Общие основы изучения водных экосистем. Л., 1979. С. 187.
2. Иконников В. Ф. Там же. 1979. С. 199.
3. Китаев С. П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. М., 1984.
4. Миллус А. // Изв. АН ЭССР: Биология. 1984. Т. 33. № 1. С. 73.
5. Скопинцев Б. А. Антропогенное эвтрофирование природных вод: Материалы 3-го Всесоюз. симпозиума. Черногловка, 1985. С. 92.
6. Калинин Л. А., Румянцева Э. А. Антропогенное воздействие на малые озера. Л., 1980. С. 37.
7. Винберг Г. Г. // Науч. тр. Гос. НИИ оз. и реч. рыб. х-ва. 1986. Вып. 252. С. 4.
8. Якушко О. Ф. Белорусское Поозерье. Минск, 1971.
9. Якушко О. Ф. Озероведение. География озер Белоруссии. Минск, 1981.
10. Снежинский В. А. Практическая океанография. Л., 1954.
11. Уломский С. Н. // Тр. проблемных и теоретич. совещаний АН СССР. 1951. Т. 1. С. 121.
12. Киселев И. А. Жизнь пресных вод. М., 1956. Ч. 4. С. 183.

* Максимальные величины биомассы и численности фитопланктона из-за ограниченного масштаба в состав графиков не вошли.