

Список литературы

1. Якушко О. Ф. Озероведение. Минск, 1981.
2. Сачок Г. И. Пространственно-временная структура гидрометеорологического режима Белоруссии и прилегающих регионов. Минск, 1980.
3. Литинская О. Р. Режим уровней воды озер и водохранилищ Карелии. Л., 1976.
4. Богословский Б. Б., Гордненко В. Я. // Вести. МГУ имени М. В. Ломоносова. Сер. геогр. 1967. № 2. С. 128.

УДК 556.537(476)

О. Ф. ЯКУШКО, Б. МЮЛЛЕР, В. П. РОМАНОВ

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ТИПОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЗЕР БЕЛОРУССИИ

Важной предпосылкой оптимального использования озерных ресурсов является установление факторов, влияющих на качество вод и уровень продуктивности водоемов; при этом необходимо учитывать азональные показатели, выражающиеся в доступных и легко интерпретируемых коэффициентах. Для определения таких коэффициентов особое значение имеют морфометрические параметры озерных котловин, что отмечено многими исследователями. В настоящей работе делается попытка интерпретировать некоторые стороны эколого-географической классификации озер Белоруссии на основании морфометрических коэффициентов и выявить с их помощью функциональные зависимости внутриводоемных процессов.

Материал и методика

В комплексной эколого-географической классификации озер Белоруссии [1, 2] существенное место отведено взаимосвязям морфометрических показателей и обусловленных ими гидродинамических особенностей, которые во многом определяют состояние лимносистем и потенциальную возможность их развития в условиях антропогенных трансформаций.

Выделенные генетические типы и подтипы озер отражают морфометрические показатели котловины и обусловленные ими характер и степень перемешивания водной массы: I — мезотрофные с признаками олиготрофии, глубокие небольшие, стратифицированные; II — мезотрофные, среднеглубокие с большой площадью, слабо стратифицированные; III₁ — эвтрофные, неглубокие с большой площадью, слабо стратифицированные; III₂ — эвтрофные, неглубокие небольшие, стратифицированные; III₃ — эвтрофные, мелководные, нестратифицированные; IV — дистрофирующие, мелководные нестратифицированные.

Один из крупных советских лимнологов В. Хомскис считает, что все озерные котловины по характеру объемных функций подразделяются на пять геометрических групп: цилиндрическую, эллипсоидную, параболическую, коническую, сложную; при этом подчеркивается, что графики объемных и батиграфических функций геометрических тел не всегда отражают таковые озерных котловин [3].

В 1985 г. доктором Б. Мюллером выполнена диссертационная работа: «Morphometrie der topographischen und beckengestalt von Seen» (Берлин), в которой на новом уровне рассмотрены вопросы морфометрии озерной котловины и ее связи с разными аспектами лимнического комплекса, в частности с величинами биопродуктивности, а также получены морфометрические коэффициенты и параметры, доступно интерпретирующие важнейшие аспекты функционирования экосистем озер. В настоящей статье из-за ограниченности объема логическое построение и математический аппарат полученных коэффициентов дается в сжатом виде.

Результаты и их обсуждение

Для расчетов берется озеро площадью F_0 , максимальной глубиной h ,

средней глубиной $h_{\text{ср}}$, объемом воды V_0 , длиной l . Рассматривается следующая геометрическая модель:

- 1) зеркало озера имеет форму эллипса площадью F_0 и длиной l ;
- 2) глубина модели совпадает с глубиной озера;
- 3) площадь сечения на глубине τ ($0 \leq \tau \leq h$) определяется по формуле: $F_\tau = F_0(1 - \tau/h)^\alpha$; если $\tau/h = u$ — коэффициент относительной глубины, тогда $F_u = F_0(1 - u)^\alpha$;
- 4) величина α подбирается таким образом, чтобы объем модели равнялся объему озера.

В указанной модели α — показатель формы котловины. Оказывается, что $\alpha = (F_0 h / V_0) - 1$ или иначе: $\alpha = (h - h_{\text{ср}}) / h_{\text{ср}}$.

В результате получены модельные батиграфические кривые. При значении $\alpha = 2$ котловина озера конической формы, при $\alpha > 2$ она вогнута и при $\alpha < 2$ выпукла. Параболическую форму имеет озерная котловина с показателем $\alpha = 1$.

Произведено сопоставление батиграфических кривых, рассчитанных методом планиметрирования по батиметрическим картам, с модельными, выполненными с применением показателя формы котловины α (рис. 1). Практически во всех случаях этот показатель довольно точно характеризует батиграфические кривые разнотипных озер, в том числе для сложных котловин.

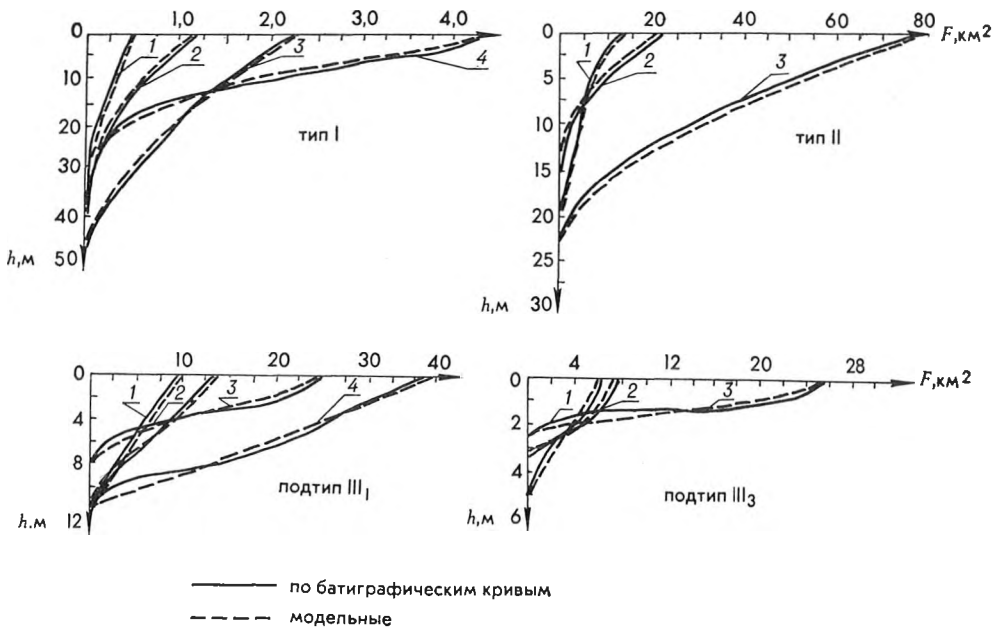


Рис. 1. Батиграфические кривые разнотипных озер Белоруссии:

1 — Гиньково; 2 — Волосо Юж.; 3 — Долгое; 4 — Кривое (тип I); 1 — Струсто; 2 — Спуды; 3 — Нарочь (тип II); 1 — Обстерно; 2 — Мястро; 3 — Нещердо; 4 — Дривяты (подтип III₁); 1 — Баторино; 2 — Шо; 3 — Выгонощанское (подтип III₂)

Большое значение в функционировании озер имеет крутизна склонов озерных котловин, которую можно выразить через показатель среднего уклона α' , пропорциональный тангенсу соответствующего наклона склонов котловины и определяемый по формуле

$$\alpha' = 2\sqrt{\pi h/\alpha} \sqrt{F_0},$$

где h — максимальная глубина, м; F_0 — площадь, км². Здесь α' характеризует термический режим водоемов.

В работе Д. Хатчинсона [4] выделяются три типа (класса) димиктических озер: А — ярко стратифицированные озера, летняя температура

в придонном слое незначительно выше 4°C ; B — летняя температура в придонном слое значительно выше 4°C , но существует яркий температурный градиент; C — летний температурный градиент отсутствует либо выражен слабо.

На примере 19 разнотипных озер Северо-германской низменности получены величины границ указанных термических типов озер в системе координат $h-\alpha'$. Озера Белоруссии достаточно отчетливо вписываются в предложенную схему, причем озера генетического типа I соответствуют термическому типу A; II, III, III₃, IV — типу C и озера генетического подтипа III₂ — термическому типу B (рис. 2).

В лимнологии достаточно давно изучается вопрос зависимости биопродуктивности, в частности величины первичной продукции (ПП), от формы озерной котловины. В классических работах (Rawson, 1939; Sakamoto, 1966) установлено, что величина ПП обратно пропорциональна средней глубине водоема. В [5] указывается, что ПП определяется морфометрическим показателем эпилимниона, т. е. отношением площади эпилимниона F_e к его объему V_e , где под площадью эпилимниона подразумевается разность между площадью зеркала и площадью сечения нижней границы эпилимниона:

$$F_e/V_e = S_\tau = (F_0 - F_\tau)/V_\tau.$$

Для 21 водоема Канады выявлена тесная линейная зависимость (коэффициент корреляции $r=0,96$).

В случае модельного водоема получаем следующую функцию:

$$S_\tau = \frac{1}{h_{\text{ср}}} \cdot \frac{1 - (1-u)^\alpha}{1 - (1-u)^{\alpha+1}},$$

которая является монотонно возрастающей функцией относительной глубины u . Нетрудно доказать, что при $u \rightarrow 0$

$$S_0 = \lim_{u \rightarrow 0} S_\tau = \alpha/h,$$

а при $u \rightarrow 1$ $S_1 = \lim_{u \rightarrow 1} S_\tau = (\alpha + 1)/h = 1/h_{\text{ср}}$.

Значения морфометрического показателя эпилимниона лежат между этими предельными значениями. Если озеро ярко стратифицировано ($u \rightarrow 0$), величина S_τ будет близка к значению S_0 , если же озеро не стратифицировано ($u \rightarrow 1$), величина морфометрического показателя будет приближаться к значению S_1 .

В отличие от исследований [5] в настоящей работе сделана попытка выявить зависимость между расчетными значениями показателя эпилимниона и величиной летней биомассы фитопланктона для 24 разнотипных озер. В результате установлено, что для озерных водоемов Белоруссии такая зависимость существует и выражается линейной или степенной функцией с тесными коррелятивными связями (рис. 3).

Проведенная апробация полученных показателей и выявленные функциональные связи позволяют еще раз подтвердить важность морфометрических параметров озерных котловин и возможность их применения в прикладной лимнологии.

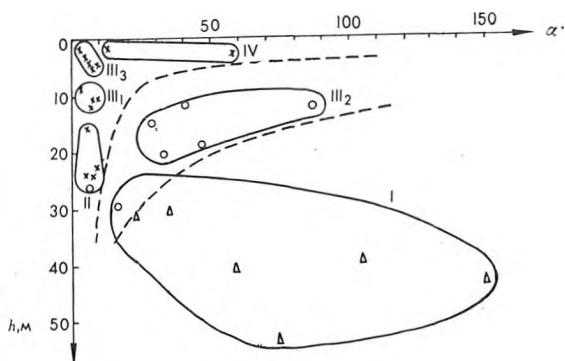


Рис. 2. Распределение разнотипных озер Белоруссии в пределах схемы термических типов: Δ — A; \circ — B; \times — C. Объяснение см. в тексте

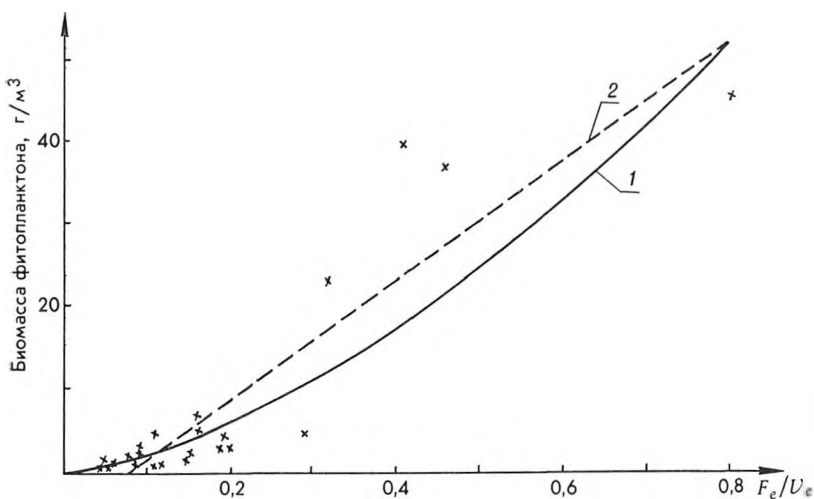


Рис. 3. Зависимость между летней биомассой фитопланктона и показателем эпилимниона разнотипных озер Белоруссии:

$$1 - y = ax^b, r = 0,92; 2 - y = a + vx, r = 0,91$$

Дальнейшие работы в этом плане могут стать интегральной основой природно-хозяйственной классификации озерных водоемов для сходных по природным условиям малых озер Балтийских Поозерий.

Особое внимание в этом случае отводится связям между морфометрическими показателями, биомассой фитопланктона и первичной продукцией. Такой подход позволяет рассчитывать потенциальную биопродуктивность озер, а с учетом биогенной нагрузки решать прикладные задачи оптимизации их режимов в условиях интенсивной хозяйственной деятельности.

Список литературы

1. Якушко О. Ф. Белорусское Поозерье. Минск, 1971.
2. Якушко О. Ф. Озероведение. География озер Белоруссии. Минск, 1981.
3. Хомский В. Р. Динамика и термика малых озер. Вильнюс, 1969.
4. Хатчисон Д. Лимнология. М., 1969.
5. Fee E. J. Limnol. Oceanogr., 1979.

УДК 631.62

В. С. АНОШКО, А. Н. ВАЛЬВАЧЕВ

ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ РЕШЕНИЯ КРУПНОМАСШТАБНЫХ ЗАДАЧ МЕЛИОРАТИВНО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Одной из важнейших задач мелиоративной географии является изучение и прогнозирование изменений природной среды под влиянием хозяйственно-мелиоративной деятельности человека. В последние годы появилось много работ, посвященных этой теме. Исследования ведутся специалистами разных направлений, причем особое внимание уделяется не сиюминутной оценке состояния окружающей среды, а получению наиболее вероятного прогноза результата воздействия мелиоративных факторов на природные комплексы.

В данной статье авторы на основании собственного опыта и анализа большого числа отечественных [1—6 и др.] и зарубежных [7—9 и др.]