

ческих государствах вполне закономерна. В условиях углубления общего кризиса капитализма изыскиваются новые средства для сохранения власти монополистической буржуазии. И в этом смысле буржуазная электоральная география выполняет охранительную функцию по отношению к политической системе буржуазного общества. Ее исследования призваны эмпирически подкрепить спекулятивные модели, идеализирующие буржуазную политическую систему, опирающуюся на принципы представительной демократии, т. е. выполнить чисто идеологические функции [15]. Буржуазная электоральная география преследует цель использовать «научно фундированные» изыскания в этой области для оказания прямого давления на электорат. Заимствуя методы и понятия электоральной географии, в том числе и разработанные прогрессивными географами, верхушка правящего класса производит махинации с размерами и границами избирательных округов, манипулирует сознанием различных социальных и территориальных групп избирателей.

В этой связи вопросы критического анализа буржуазных исследований в области географии выборов приобретают особую актуальность.

### Список литературы

1. Колосов В. А. Политическая география сегодня. (Новое в жизни, науке и технике. Науки о Земле; 4).— М., 1985.— С. 24.
2. Duverger M. Institutions politiques et droit constitutionnel.— Paris, 1970.— P. 17.
3. Sanguin A.-L. La géographie politique.— Paris, 1977.— P. 122.
4. Seiler D.-L. La politique comparée.— Paris, 1982.— P. 150, 158.
5. Goguel F. Chroniques électorales, la quatrième république. Les scrutins politiques en France de 1945 à nos jours.— Paris, 1981.— P. 9.
6. Claval P. Espace et pouvoir.— Paris, 1978.— P. 140.
7. Энгельс Ф. Англия // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд.— Т. 8.— С. 229.
8. Muir R., Paddison R. Politics, Geography and Behaviour.— London, 1981.— P. 106, 111.
9. Партии и выборы в капиталистическом государстве.— М., 1980.— С. 54.
10. Australian Politics: A Third Reader.— Melbourne, 1972.— P. 275.
11. Johnston R. J. Political, Electoral and Spatial Systems: An Essay in Political Geography.— Oxford, 1979.— P. 178.
12. Burdeau G. Droit constitutionnel et institutions politiques.— Paris, 1980.— P. 185.
13. Maresca S. // Revue française de science politique.— 1984.— V. 34.— № 3.— P. 464.
14. Elazar D. J. American Federalism: A View from the States.— New York, 1966.— P. 122.
15. Рабочие-избиратели в странах Западной Европы.— М., 1980.— С. 23.

УДК 556.08+556.048

Л. В. ГУРЬЯНОВА, Г. М. БАЗЫЛЕНКО

### ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ МАЛЫХ ОЗЕР К ЭВТРОФИРОВАНИЮ

В условиях антропогенных воздействий поступление питательных веществ в водоемы возрастает, что ускоряет их эвтрофирование. Однако степень и скорость изменения режима водоема зависят не только от характера и количества поступающих эвтрофирующих веществ, но и в значительной мере связаны с распределением, перемещением этих веществ в самом водоеме.

Динамические процессы в озерах, определяющие перенос вещества и энергии, схематизируем с учетом горизонтальной и вертикальной плоскостей. Количественная оценка горизонтального переноса водных масс по величине внешнего водообмена ( $d_{оз}$ ) и средней глубине водоема ( $H_{ср}$ ) проводится по показателю гидравлической нагрузки ( $q_s$ ) [1, 2]:  $q_s = H_{ср}/d_{оз}$ , м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>, где  $d_{оз} = V_{оз}/W_{прит}$ ;  $V_{оз}$  — объем озера, м<sup>3</sup>;  $W_{прит}$  — объем приточных вод с водосбора, м<sup>3</sup>.

Таблица 1

Показатели гидродинамических условий озер Белорусского Поозерья

Озеро, геометрическая форма котловины, тип трофности	Год наблюдений	$V_{оз}$ , млн. м <sup>3</sup>	$\frac{H_{ср}}{H_{max}}$ , м	$d_{оз}$	$q_s$ , м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup>	$D_z^t$ , г·см/см <sup>2</sup>	$\frac{t_l}{t_3}$ , °С	$q_v$ , м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	$V_q$ , млн. м <sup>3</sup>
Забельское, параболоидическая, гиперэвтрофное	1978	0,52	$\frac{1,20}{2,10}$	1,20	1,00	0,15	$\frac{23,00}{3,30}$	5,80	3,02
	1982	0,62	$\frac{3,10}{6,20}$	0,13	23,85	17,50	$\frac{12,10}{3,00}$	1,30	19,22
Ильменок, параболоидическая, эвтрофное	1978	1,13	$\frac{3,90}{7,80}$	0,36	10,83	47,54	$\frac{9,00}{4,00}$	0,58	7,10
Медведно, коническая, эвтрофное	1983	1,91	$\frac{4,30}{9,90}$	1,36	3,16	37,52	$\frac{7,10}{3,40}$	0,49	2,96
Рудаково, коническая, мезотрофное	1978	2,71	$\frac{11,30}{28,60}$	20,60	0,55	257,22	$\frac{5,20}{3,70}$	0,12	0,18
Потех, параболоидическая, эвтрофное	1982	4,59	$\frac{3,40}{9,10}$	0,82	4,20	25,00	$\frac{15,90}{3,90}$	1,20	23,13
Болдук, коническая, мезотрофное	1978	11,63	$\frac{15,30}{39,70}$	3,80	4,03	288,78	$\frac{4,50}{3,70}$	0,08	3,75
Даубле, коническая, гиперэвтрофное	1973	13,11	$\frac{8,00}{26,00}$	4,89	1,64	222,00	$\frac{9,40}{3,70}$	0,32	6,88
Сито, коническая, мезотрофное	1973	14,37	$\frac{7,60}{28,50}$	0,74	10,27	458,16	$\frac{5,70}{3,70}$	0,20	29,51
Нарочь, параболоидическая, мезотрофное	1978	708,44	$\frac{8,90}{24,80}$	13,70	0,65	86,88	$\frac{15,70}{3,80}$	0,46	211,82

Для сравнения динамических условий показатель гидравлической нагрузки рассчитан для десяти разнотипных озер Белоруссии (табл. 1). Оценка геометрической формы котловины озер выполнена по объемным функциям визуально-геометрическим способом [3]. Следует отметить, что  $q_s$ , характеризующий отношение объема приточных вод с водосбора на единицу площади озера, не отражает целостных динамических условий водоема: близкие значения этого показателя у озер с высоким масштабом перемешивания в период открытой воды и озер с большим объемом гипolimниона в летнюю стагнацию (Нарочь и Рудаково с  $q_s = 0,6$  м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>; Потех и Болдук с  $q_s = 4,0$  м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> и др.). Возникает необходимость количественной оценки процессов переноса вещества и энергии в вертикальной плоскости водной массы озера. Для сопоставления разнотипных озер по интенсивности годового вертикального перемешивания предлагаем показатель динамической нагрузки  $q_v$ :  $q_v = \sigma t / H_{ср}$ , м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>, где  $\sigma t = t_l / t_3$ ;  $t_l$  — наибольшая температура придонного слоя воды на максимальной глубине ( $H_{max}$ ) в летнюю стагнацию, °С;  $t_3$  — наибольшая температура придонного слоя воды на максимальной глубине перед вскрытием ледового покрова, °С;  $H_{ср}$  — средняя глубина водоема, м.

По материалам комплексных исследований ОНИЛ озераведения БГУ имени В. И. Ленина рассчитаны и сопоставлены показатели динамической нагрузки и среднемесячные значения стабильности водных масс ( $D_z^t$ ) по методике [3] (в табл. 1 значения  $D_z^t$  приведены для июля). В результате озера с большим объемом гипolimниона в летнюю стагнацию при июльском значении  $D_z^t = 200-400$  г·см/см<sup>2</sup> (Болдук, Рудаково, Сито, Даубле) характеризуются  $q_v = 0,1-0,3$  м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>. Хорошо перемешиваемые в течение года озера (Нарочь, Потех, Забельское и др.) имеют  $q_v$  от 0,5 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup> и выше, соответственно значения  $D_z^t$  от 0,2 (Забельское) до 87 г·см/см<sup>2</sup> (Нарочь). Таким образом, представляется возможным отразить внутригодовые изменения интенсивности перемешивания водных масс интегральным показателем динамической нагрузки  $q_v$ .

Для оценки и прогноза реакции водных экосистем на дополнительное поступление питательных веществ с водосбора целесообразно учитывать динамическую обстановку всего объема водной массы, от которого зависит величина концентрации субстанции, по предлагаемому показателю гидродинамического объема  $V_q : V_q = q_s \cdot q_v \cdot V_{оз}$ , м<sup>3</sup>.

При сопоставлении озер с близкими значениями объемов (например, Забельское и Ильменок, Даубле и Сито) соотношение их гидродинамических объемов составляет, соответственно, 1 : 6 и 1 : 4, т. е. воды озер Ильменок и Сито динамически более подвижны за счет интенсивности внешнего водообмена ( $q_s = 10-24$  м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>; см. табл. 1). С другой стороны, расчеты  $V_q$  указывают на сходную динамическую обстановку различных по объему водной массы озер: Загатье и Даубле ( $V_q \sim 7$  млн. м<sup>3</sup>), Потех и Ильменок ( $V_q \sim 20$  млн. м<sup>3</sup>), обусловленную тем, что  $q_s$ , например, оз. Загатье почти в семь, а  $q_v$  в два раза больше соответствующих показателей для оз. Даубле и т. п.

Полученные значения гидродинамических объемов на примере озер Белорусского Поозерья обнаруживают связь с комплексной оценкой устойчивости озерных экосистем к антропогенным воздействиям. Под устойчивостью озерных экосистем понимается способность их к самоочищению в условиях повышенного поступления питательных веществ с водосбора [4]. Так, экосистема оз. Нарочь, согласно классификации [5], группы мезотрофных среднеглубоких значительных по площади озер, устойчива, характеризуется высоким индексом относительной устойчивости ( $I_1$ ) [6] и оценивается гидродинамическим объемом в 212 млн. м<sup>3</sup>. Для водоемов этой группы, а также для эвтрофных неглубоких значительных по площади озер ( $I_2$ ) характерно интенсивное ветровое перемешивание, постоянные окислительные процессы, незначительное накопление органического вещества. Наиболее подвержены экологическим изменениям под воздействием антропогенного фактора мезотрофные глубокие небольшие озера (Рудаково, Болдук, Сито, Даубле) с низким индексом относительной устойчивости ( $I_3$ ). Восстановительные условия мощного гипolimниона способствуют накоплению эвтрофирующих поступлений и в результате — перестройке гидрохимической, гидробиологической систем озера, что прослеживается на примере оз. Даубле [7]. Индексом  $I_3$  характеризуется группа эвтрофных неглубоких и мелководных с разной площадью озер (Потех, Ильменок, Медведно, Загатье) с окислительными условиями в летний период и ярко выраженным дефицитом кислорода и восстановительными условиями зимой. Для обеих групп озер с индексом  $I_3$   $V_q = 0,2-30,0$  млн. м<sup>3</sup>.

Статистическая обработка лимнологических показателей 95 разнотипных озер Белорусского Поозерья позволила, в частности, выявить средние значения и доверительные пределы генеральной средней гидродинамических объемов для основных генетических подтипов озер (19 озер в каждой группе): с вероятностью 0,900 можно утверждать, что для мезотрофных глубоких небольших озер значения  $V_q$  составляют 5—10 млн. м<sup>3</sup>; мезотрофных среднеглубоких — от 20 до 150 млн. м<sup>3</sup>; эвтрофных среднеглубоких — от 5 до 20 млн. м<sup>3</sup>; эвтрофных неглубоких, зна-

Гидродинамические показатели основных генетических типов озер  
Белорусского Поозерья

Генетический тип, подтип*	Осредненные лимнологические показатели						Степень устойчивости*	Осредненные гидродинамические показатели		
	$\frac{H_{ср}}{H_{тах}}$ , м	$V_{оз}$ млн. м <sup>3</sup>	Минерализация воды, * мг/л	Окисляемость*, мг O <sub>2</sub> /л	Биомасса фитопланктона*, г/м <sup>3</sup>	Донные отложения (золеность)*, %		$q_s$ , м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup>	$q_{ср}$ , м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	$V_{q}$ млн. м <sup>3</sup>
Мезотрофные глубокие	11,1	14,4	до 200	5—7	0,5—0,8	70	слабоустойчивые	2,7	0,2	7,0
	более 25									
среднеглубокие	7,5	66,3	200—220	5—7	около 2,0	50	устойчивые	4,4	0,5	88,0
	15—25									
Эвтрофные среднеглубокие	6,2	4,1	до 300	5—7	1,0—2,0	60	слабоустойчивые	10,6	0,3	12,0
	15—25									
неглубокие	4,2	38,4	220—250	10—12	7,0	50—60	устойчивые	10,8	1,1	250,0
	до 15									
мелководные	1,8	7,0	210—220	12—17	более 7,0	30—50	слабоустойчивые	14,8	2,8	51,0
	до 5									

\* 1; 4—8 по данным [5].

чительных по площади — от 160 до 340 млн. м<sup>3</sup>; эвтрофных мелководных — от 30 до 70 млн. м<sup>3</sup> (средние значения  $V_q$  приведены в табл. 2). Отметим, что для районов, где сконцентрированы объекты исследования, характерна распаханность территории в среднем 34 %, и нагрузка общим фосфором в озерах оценивается, по данным [7], от 0,2 до 0,7 г/м<sup>2</sup>. При этой нагрузке озера с гидродинамическими объемами свыше 70 млн. м<sup>3</sup> показывают стабильность гидрохимического режима по биогенным элементам, окисляемости, фотосинтезу, продуктивности фито- и зоопланктона и другим показателям. Экосистемы озер с гидродинамическими объемами менее 70 млн. м<sup>3</sup> потенциально уязвимы к дополнительному поступлению питательных веществ с водосбора.

Управление процессами формирования качества вод в озерах путем преобразования котловины водоема, увеличения проточности, искусственного аэрирования с нарушением стратификации сводится в конечном счете к изменению величины гидродинамического объема, и количественная оценка естественного состояния динамики водоема, выбор и расчет заданного оптимального гидродинамического режима водного объекта позволяют целенаправленно решать вопросы мелиорации водоемов.

### Список литературы

1. Vollenweider R. A. // Schweiz Z. Hydrol.— 1975.— В. 37.— Н. 1.— С. 53.
2. Романов В. П., Гигевич Г. С., Карташевич З. К., Пряхина Н. П. Оценка количества питательных веществ, поступивших в озерные водоемы (на примере некоторых озер Белоруссии) / Ред. журн. «Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2., хим., биол., геогр.— Минск.— 1981. Деп. в ВИНТИ 25.05.81, № 2414-81.
3. Хомскис В. Р. Динамика и термика малых озер.— Вильнюс, 1969.
4. Якушко О. Ф., Мысливец И. А. Устойчивость озерных экосистем в условиях антропогенного воздействия: Тез. докл. 6-го Всесоюз. совещ. «История озер в СССР».— Таллин.— 1983.— С. 205.
5. Якушко О. Ф. Озероведение. География озер Белоруссии.— Минск, 1981.
6. Мысливец И. А. // Водные ресурсы Белоруссии и их охрана.— Минск.— 1982.— С. 59.
7. Антропогенное воздействие на малые озера / Под ред. И. С. Коплан-Дикс, Е. А. Стравинской.— Л., 1980.