

Система проста в эксплуатации, затраты машинного времени в большинстве случаев незначительны. Исследователь, не обладая фундаментальным знанием математики, имеет возможность выполнить глубокий анализ собранных им данных современными математическими методами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аношко В. С.—Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1981, № 2, с. 48.
2. Маринин А. М., Абишев М. Н.—Вестн. Московского ун-та. Сер. геогр., 1973, № 1, с. 36.
3. Пузаченко Ю. Г.—Итоги науки, 1969, вып. 3, с. 115.
4. Дейт Д. Введение в системы баз данных.— М., 1980.
5. Мартин Дж. Организация баз данных в вычислительных системах.— М., 1978.
6. Фишер Р. А. Статистические методы для исследователей.— М., 1958.

Поступила в редакцию  
28.11.83.

Кафедра почвоведения и геологии

УДК 581.526.325(476)

М. В. БОГОЛЕЙКО

### ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ В ОЗЕРАХ РАЗНОГО БИОЛИМНОЛОГИЧЕСКОГО ТИПА БССР

Первичная продукция озер разной трофности (Рудаково, Загатье и Забельское) в северной части Белоруссии изучалась при проведении комплексных исследований ОНИЛ озераведения БГУ имени В. И. Ленина в 1979—1980 гг. Согласно физико-географическому районированию Белоруссии [1], перечисленные водоемы расположены в пределах Белорусско-Валдайской провинции, округа Белорусского Поозерья. Озера развиваются приблизительно в одинаковых климатических условиях, однако существенно различаются по своим морфометрическим характеристикам (табл. 1) и величине антропогенного воздействия.

Таблица 1

Морфометрическая характеристика исследованных озер

Озера	Уровень трофии	Площадь, км <sup>2</sup>	Объем воды, млн. м <sup>3</sup>	Глубина максимальная, м	Глубина средняя, м	Прозрачность	Нагрузка	
							критическая, гР/м <sup>2</sup> ·год	реальная, гР/м <sup>2</sup> ·год
Рудаково	мезотрофное	0,24	2,72	28,6	11,3	5,3	0,044	0,053
Загатье	эвтрофное	0,29	1,16	7,8	3,9	1,5	0,257	0,573
Забельское	гиперэвтрофное	0,44	0,52	2,1	1,2	0,30	0,031	1,940

Наиболее глубокое оз. Рудаково используется в основном лишь для рекреации. На водосборной площади озера населенные пункты отсутствуют.

Деятельность человека в значительной степени коснулась водосбора оз. Загатье. Большая часть водосбора распахана, в его пределах находятся несколько населенных пунктов, хуторов и хозяйственных построек. Наиболее мелководное оз. Забельское, являясь по сути очистным прудом стоков животноводческой фермы и стоков, поступающих с территории крупной птицеводческой фабрики, получает довольно высокую биогенную нагрузку (табл. 2). Неодинаковое по степени антропогенное воздействие обусловило различную биогенную нагрузку озер, и, следовательно, различную степень их эвтрофирования. К настоящему времени нагрузка по фосфору в мезотрофном оз. Рудаково лишь незначитель-

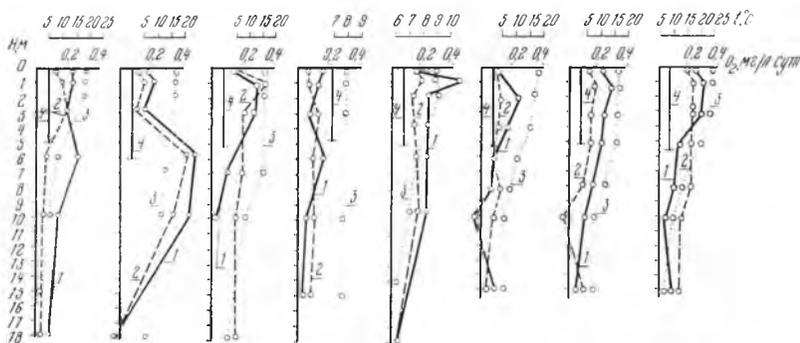


Рис. 1. Среднемесячные величины фотосинтеза и деструкции органического вещества на разных горизонтах оз. Рудаково:

1 — фотосинтез; 2 — деструкция; 3 — температура; 4 — прозрачность. Те же обозначения к рис. 2 и 3

но превышает критическую, в эвтрофном оз. Загатье — превышает критическую в два и в гиперэвтрофном оз. Забельское — приблизительно в 60 раз [2] (см. табл. 1). Озера характеризуются слабой степенью зарастания. По данным ОНИЛ озераведения БГУ имени В. И. Ленина, зарастание в оз. Рудаково составляет 23, оз. Загатье 15 и в оз. Забельское около 17 % общей площади озера.

По степени развития фитопланктона оз. Рудаково в 1948 г. [3] приближалось к первично олиготрофному типу, и попытка И. С. Захаренкова измерить первичную продукцию планктона оз. Рудаково в то время не дала результатов, так как интенсивность фотосинтеза и дыхания планктона оказались столь малыми, что суточный срок экспозиции склянок был недостаточен для их обнаружения. Первичную продукцию озер Загатье и Забельское, ранее не исследовавшуюся, определяли скляночным методом в кислородной модификации [4] на 3—7 горизонтах до глубины, равной трем прозрачностям воды по диску Секки. Время экспозиции зависело от трофности водоема и составляло: в оз. Рудаково 48—72, в оз. Загатье 6—24 и в оз. Забельское — 2—4 ч. Кислород определяли по Винклеру. Всего в 1979 г. провели 11, а в 1980—13 наблюдений. На оз. Рудаково и Загатье в июле наблюдения проводились один раз в декаду; в мае, июне, августе и октябре — один раз в месяц; на оз. Забельское — один раз в год, в июле.

В период исследования, при прозрачности 5—6 м в 1979—1980 гг. в оз. Рудаково наблюдали низкую интенсивность фотосинтеза (не выше 0,45 мгО<sub>2</sub>/л·сут), что характерно для мезотрофных глубоководных водоемов. Вертикальное распределение скорости фотосинтеза в озере показано на рис. 1. Значимые величины скорости этих процессов в некоторые месяцы исследования достигали глубины 10 м и более. Максимум фотосинтеза приходился на глубину 1—2 м и в июне 1979 г. составил 0,44 мгО<sub>2</sub>/л·сут, в мае 1980 г. — 0,43 мгО<sub>2</sub>/л·сут. Такие величины интенсивности валового фотосинтеза в оз. Рудаково, ранее бывшего первично олиготрофным водоемом [3], свидетельствуют об изменении его трофического статуса в сторону мезотрофии. По уровню интенсивности фотосинтеза оз. Рудаково приблизилось к мезотрофному оз. Нарочь, максимальный фотосинтез планктона в котором находится в пределах 0,2—0,4 мгО<sub>2</sub>/л·сут [5]. В июне, июле и октябре 1979 г. наблюдали второй максимум скорости фотосинтеза в зоне термоклина (см. рис. 1), который, по-видимому, обусловлен концентрацией фитопланктона в этой области. В конце июля, августе и октябре 1979 г. деструкция в озере преобладала над продукцией, в 1980 г. превышала продукцию только в начале июля и августе. В целом за сезон в 1979 и 1980 гг. в озере отмечены положительные величины первичной продукции (Ф/Д 1,27 и 1,28). Максимальные значения интегрального фотосинтеза и дыхания

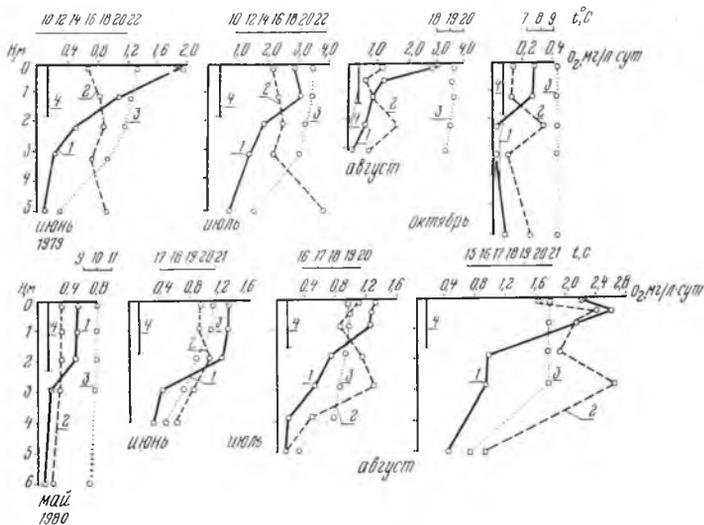


Рис. 2. Среднемесячные величины фотосинтеза и деструкции органического вещества на разных горизонтах оз. Загатые

планктона приходились на май, в июне наблюдали некоторое снижение. В июле интенсивность процессов опять возрастала, резко снижаясь в октябре (см. табл. 2).

Таблица 2

Первичная продукция (над чертой) и деструкция органического вещества (под чертой),  $\text{мг O}_2/\text{м}^2 \cdot \text{сут}$ , в озерах разного биолимнологического типа

Время исследований	Озера	май	июнь	июль	август	октябрь	В среднем
1979	Рудаково	—	$\frac{2,43}{0,96}$	$\frac{4,95}{4,45}$	$\frac{1,63}{3,31}$	$\frac{0,85}{0,99}$	$\frac{2,47}{2,43}$
	Загатые	—	$\frac{2,99}{4,07}$	$\frac{8,05}{11,03}$	$\frac{2,78}{3,56}$	$\frac{0,50}{1,17}$	$\frac{3,58}{4,96}$
	Забельское	—	—	$\frac{9,96}{8,45}$	—	—	$\frac{9,96}{8,45}$
	Рудаково	$\frac{3,05}{2,03}$	$\frac{1,45}{1,25}$	$\frac{2,00}{1,56}$	$\frac{2,12}{2,34}$	—	$\frac{2,16}{1,80}$
1980	Загатые	$\frac{1,65}{1,38}$	$\frac{3,78}{3,74}$	$\frac{3,66}{4,06}$	$\frac{6,16}{9,78}$	—	$\frac{3,81}{7,74}$
	Забельское	—	—	$\frac{11,20}{10,98}$	—	—	$\frac{11,20}{10,98}$

В эвтрофном оз. Загатые при сравнительно низкой прозрачности (1,2—2,4 м) интенсивность фотосинтеза резко уменьшалась с глубиной (рис. 2). Максимум валового фотосинтеза отмечен на глубине 0—1,0 м, где составлял в июле—августе 1979 г. 3,0 и 2,56  $\text{мг O}_2/\text{л} \cdot \text{сут}$  в августе 1980 г., что близко к величинам эвтрофного оз. Мястро, где скорость фотосинтеза была в пределах 1,5—2,5  $\text{мг O}_2/\text{л} \cdot \text{сут}$  [6]. На глубинах выше 3 м фотосинтез в основном прекращался. В 1979 г. максимум фотосинтеза и деструкции под 1  $\text{м}^2$  наблюдали в июле (8,05 и 11,03  $\text{г O}_2/\text{м}^2 \cdot \text{сут}$ ), в 1980 г.— в августе (6,16 и 9,78  $\text{г O}_2/\text{м}^2 \cdot \text{сут}$ ) (см. табл. 2), что совпадало со временем наибольшего прогрева воды. Наибольшие величины фотосинтеза в летние месяцы отмечают также рядом авторов [6, 7].

В целом за сезон в 1979 и 1980 гг. в оз. Загатье деструкция преобладала над продукцией ( $\Phi/\text{Д}$  0,75 и 0,85).

Небольшая глубина оз. Забельского, гомотермия, большое поступление биогенных элементов (см. табл. 1) [2], практически полное перемешивание водной массы создают оптимальные условия для развития фитопланктона. Высокий уровень развития фитопланктона [8] обуславливает и высокий уровень скорости фотосинтеза, максимум которого отмечен в поверхностных слоях воды, где в 1979 г. он составил 48,09, а в 1980 г.— 43,98  $\text{мгО}_2/\text{л}\cdot\text{сут}$  (рис. 3).

С увеличением глубины скорость первичной продукции резко падала, что связано с чрезвычайно низкой прозрачностью (0,15—0,25 м), и уже на глубине 0,5 м фотосинтез практически отсутствовал. Довольно интенсивно в озере происходят и деструкционные процессы. При полном перемешивании водной массы во время наблюдения в 1979 г. высокий уровень деструкции распространялся практически до дна (см. рис. 3). В 1980 г. при очень слабом ветре перемешивание воды было незначительно, и скорость дыхания планктона, подобно скорости фотосинтеза, резко уменьшалась с глубиной. В поверхностном слое воды оз. Забельское деструкция составляла 26, а на глубине 0,75 м — уже 6,96  $\text{мгО}_2/\text{л}\cdot\text{сут}$ . Компенсационная точка располагалась на глубине 0,25—0,30 м. В 1979 и 1980 гг. продукция планктона преобладала над деструкцией ( $\Phi/\text{Д}$  1,27 и 1,02).

Со времени первого исследования (1948) оз. Рудаково перешло в разряд мезотрофных водоемов в результате повышенного поступления в озеро биогенных элементов; так, если суточная экспозиция склянок И. С. Захаренковым не позволила измерить скорость фотосинтеза и дыхания планктона (уровень  $< 0,05 \text{ мгО}_2/\text{л}\cdot\text{сут}$ ), то в настоящее время озеро по интенсивности фотосинтеза приблизилось к мезотрофному оз. Нарочь с уровнем фотосинтеза 0,23—0,44  $\text{мгО}_2/\text{л}\cdot\text{сут}$ . По уровню первичной продукции (43,98—48,09  $\text{мгО}_2/\text{л}\cdot\text{сут}$ ) оз. Забельское гиперэвтрофно и приближается к уровню биологических очистных прудов, в связи с чем использование его для хозяйственно-бытовых нужд крайне ограничено.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дзяменцьёў В. А., Шкляр А. Х., Якушка О. Ф. Природа Беларуси.— Минск, 1959.
2. Романов В. П., Гигевич Г. С., Карташевич З. К., Пряхина Н. П. Оценка количества питательных веществ, поступающих в озерные водоемы (на примере некоторых озер Белоруссии).— Рукопись деп. в ВИНТИ, № 2414-81. Деп. от 21.05.81.
3. Винберг Г. Г. Первичная продукция водоемов.— Минск, 1960.
4. Хромов В. Н., Семин В. А. Методы определения первичной продукции в водоемах.— М., 1975, с. 73.
5. Винберг Г. Г. и др.— В сб.: Биопродуктивность озер Белоруссии. Минск, 1971.
6. Хусаннова Н. З., Митрофанов В. П., Мамилова Р. Х., Шаранова Л. И.— В сб.: Продукционно-биологические исследования экосистем пресных вод. Минск, 1973.
7. Горбунова З. А., Гордеева Г. Л., Дмитренко Ю. С., Заблоцкий А. А., Рыжков Л. П.— В кн.: Продукционно-биологические исследования экосистем пресных вод. Минск, 1973, с. 32.
8. Власов Б. П.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1981, № 1, с. 63.

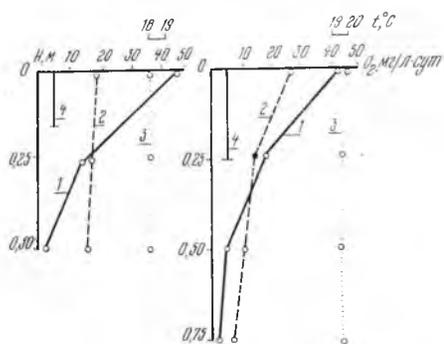


Рис. 3. Результаты наблюдений методом склянок на оз. Забельское