

06

ИБВВ

АКАДЕМИЯ  
НАУК  
СССР

**БИОЛОГИЯ  
ВНУТРЕННИХ  
ВОД**

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

18

50.588-17

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД

НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ  
ГИДРОБИОЛОГИИ, ИХТИОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЕМОВ

# БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 18

УД. 588-17.



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
Ленинград • 1973

Редакционная коллегия:

*Н. В. БУТОРИН* (главный редактор), *Б. А. ВАЙНШТЕЙН*,  
*М. М. КАМШИЛОВ*, *Ф. Д. МОРДУХАЙ-БОЛТОВСКОЙ* (ответ-  
ственный за выпуск), *А. Г. ПОДДУБНЫЙ*, *В. И. РОМАНЕНКО*,  
*Б. К. ШТЕГМАН*, *В. А. ЭКЗЕРЦЕВ*

## О ПОДВОДНОЙ ТЕЛЕМЕТРИИ ЗА РУБЕЖОМ

За последнее десятилетие подводной телеметрии как в Советском Союзе, так и за рубежом уделяется все большее внимание. Постоянно растет интерес исследователей к этой относительно новой методике, суть которой заключается в мечении животных миниатюрными радио- или ультразвуковыми передатчиками, несущими информацию о местонахождении, параметрах окружающей среды или физиологическом состоянии изучаемых объектов. Разрабатываются новые приемопередающие комплексы, совершенствуется методика пеленгации, заметно увеличивается объем информации, получаемой с помощью нового метода, об особенностях экологии и этологии водных животных.

После первых телеметрических исследований миграции рыб, проведенных Д. Джонсоном в 1957 г. на лососевых в р. Колумбия, в печати появилось более 50 работ, посвященных только изучению поведения рыб в естественных условиях. Широко проводятся телеметрические исследования животных других классов: млекопитающих, рептилий, амфибий, ракообразных и других, обитающих в воде. В основном эти работы проводятся в США (Hasler, McCleave, Lonsdale, Yuen), Канаде (Stasko, Leggett), Японии (Schirahata, Kuroki, Ichihara), Англии (Greer Walker, Young) и Советском Союзе (Поддубный, Малинин, Гайдук). Посвящены они самым различным задачам: изучаются ориентационные способности животных, влияние различных факторов среды на их поведение, скорость и ритмика двигательной активности, зависимость ЭКГ и частоты дыхания от глубины и температуры.

Несомненные успехи развития и использования новой методики, особенно в эколого-физиологическом применении, отмечены на многочисленных биотелеметрических симпозиумах, проведенных в ряде стран. Подчеркнуто важное преимущество подводной телеметрии — возможность дистанционного, непрерывного и достаточно длительного изучения пути, скорости и ритмики движения изучаемых объектов непосредственно в природной обстановке.

Расширяется круг исследователей, увеличивается число изучаемых животных, разнообразие аппаратуры и технологических раз-

работок. Возрастает необходимость постоянного обмена информацией. С этой целью и для координации исследований в области биотелеметрии в Канаде (Fisheries Research Board of Canada) организована специальная информационная газета-буллетень «Underwater telemetry», первый номер которой вышел в 1971 г.

Как отмечается в предисловии номера, цель газеты — своевременная информация специалистов, занимающихся проблемами подводной телеметрии, знакомство их с новейшей технологией и применением ее к области биологии. Особое внимание будет уделяться вопросам дистанционной регистрации изменений условий окружающей среды и показателей физиологического состояния подопытных животных. Газета призвана стать связующим звеном между теми, кто использует подводную телеметрию и разрабатывает ее в биологических аспектах.

В настоящее время за рубежом в области подводной телеметрии работает около 200 специалистов, из них только изучением поведения рыб в естественных условиях занимается 30 ученых. Ниже приводится список основных публикаций.

- Frank T. H. 1968. Telemetring the Electrocardiogram of Free Swimming *Salmo iridus*. IRE Trans. on Bio-Medical Engineering, 15, 2.
- Greer Walker M., Mitson R. B., Storeton-West T. 1971. Trials with a Transponding Acoustic Fish Tag tracked with an Electronic Sector Scanning Sonar. Nature, 229, 5281.
- Hartt A. C., Smith L. S. and Dell M. B. 1967. Tagging and Sampling. Ann. Report 1965 Inter. North Pac. Fish Com.
- Hasler A. D., Gardella E. S., Horrall R. M. and Henderson H. F. 1969. Open-water orientation of white bass, *Roccus chrysops*, as determined by ultrasonic tracking methods. J. Fish. Res. Board Canada, 26.
- Hasler A. D., Horrall R. M., Stasko A. B. and Dizon A. E. 1970. Orientation cues and tracking of migrating salmonid fishes. Proc. Nat. Acad. Sci. U. S. A., 66.
- Henderson H. F., Hasler A. D. and Chipman G. C. 1966. An ultrasonic transmitter for use in studies of movements of fishes. Trans. Amer. Fish. Soc., 95.
- Johnson J. H. 1960. Sonic tracking of adult salmon at Bonneville. Dam. 1957. Fish. Bull. U. S., 176.
- Kuroki T., Kawaguchi K., Sakamoto W., Watanabe H. 1971. A new telemetric apparatus to detect fish location and its surrounding water temperature. Bull. Japan Soc. Scient. Fish., 37, 10.
- Leggett W. C., Jones R. A. 1967—1968. A study of the rate and pattern of shad migration in the Connecticut River-utilizing sonic tracking apparatus. Prog. Rep. U. S. Bureau of Commercial Fisheries.
- Leggett W. C. and Jones R. A. 1971. Net avoidance behavior in american shad (*Alosa sapidissima*) as observed by ultrasonic tracking techniques. J. Fish. Res. Board Canada, 28, 8.
- Lonsdale E. M. 1967. The Use of Radio Frequency Telemetry for Fresh Water Fish. Proc. 1967 National Telemetring Conference. San Francisco.
- McClave J. D. and Horrall R. M. 1970. Ultrasonic tracking of homing cutthroat trout (*Salmo clarki*) in Yellowstone Lake. J. Fish. Res. Board Canada, 27.
- Mitson R. B. and Storeton-West T. J. 1971. A Transponding Acoustic Fish Tag. The Radio and Electronic Engineer., 41, 11.

- N o m u r a S., I b a r a k i T., S h i r a h a t a S. 1969. Electrocardiogram of rainbow trout and its radio transmission. Japan J. Veterin. Sci., 31.
- S t a s k o A. B. 1972. Review of Field in Fish Orientation. Annals N. Y. Acad. Sci. (In press).
- S t r i c k l a n d R. 1965. Sonic tracking of steelhead in the Rocky Reach reservoir. State of Wn. Dept. of Game. Processed report.
- T h o r s o n T. B., E s t e r b e r g G. F., J o h n s o n J. H. 1969. Ultra-sonic shark tag monitoring system. Technical Rept., University of Nebraska.
- T r e f e t h e n P. S., D u d l e y J. W. and S m i t h M. R. 1957. Ultra-sonic tracer follows tagged fish. Electronics, 30.
- Y o u n g A. H., T y t l e r P., H o l l i d a y F. G. T., M a c F a r l a n e A. 1972. A small sonic tag for measurement of locomotor behavior in fish. J. Fish. Biol., 4, 1.
- Y u e n H. S. 1970. Behavior of asipjack tuna, *Katsuwonus pelamis*, as determined by tracking with ultrasonic devices. J. Fish. Res. Board Canada, 27.

*В. К. Голованов и Л. К. Малинин*

В. И. Романенко

## ИНТЕНСИВНОСТЬ ДЫХАНИЯ И ФОТОСИНТЕЗА МИКРОФЛОРЫ В ФИЛЬТРОВАННЫХ И НЕФИЛЬТРОВАННЫХ ПРОБАХ ВОДЫ В ВОЛГЕ

Значительное количество бактериальных клеток в водоемах находится на взвешенных органико-минеральных частицах. Можно предположить, что и активность их здесь весьма высока.

В рейсе по Волге на участке от Рыбинского до Куйбышевского водохранилища 28 августа—12 сентября 1968 г. нами произведено определение интенсивности дыхания микрофлоры в естественной воде и в той же воде, профильтрованной через ряд фильтров: мелыичный газ № 52 (диаметр пор 120 мкм), мелыичный газ № 76 (диаметр пор 70 мкм) и мембранный фильтр № 6 (диаметр пор 3—6 мкм).

С помощью сифона естественной и профильтрованной водой наполняли склянки объемом 64 мл. По методу Винклера в серии склянок определяли исходное содержание растворенного в воде кислорода и содержание его через сутки после инкубирования проб в аквариуме на палубе судна в темноте при температуре воды в реке. Величину дыхания микрофлоры определяли по разности между исходным и конечным содержанием кислорода в склянках.

Параллельно в этих же пробах производили определение интенсивности фотосинтеза фитопланктона, что позволяло судить, насколько уменьшилось в пробах после фильтрации содержание водорослей и как это сказалось на интенсивности дыхания всей микрофлоры.

Анализ фотосинтеза производили с помощью радиоактивного углерода. Для этого в пробы воды добавляли по 1 мл радиоактивного изотопа углерода ( $\text{Na}_2\text{C}^{14}\text{O}_3$ ) с активностью под счетчиком  $1 \cdot 10^6$  имп./мин. и экспонировали их в течение 1 часа при постоянном освещении от ламп дневного света ЛДЦ-15 при 2400 лк (Романенко, 1970). Через час организмы фиксировали формалином и пробы фильтровали через мембранный фильтр № 5. В таких же пробах путем титрования определяли содержание углерода гидрокарбонатов. Радиоактивность водорослей на фильтрах учитывали в лаборатории под счетчиком Гейгера. Расчет интенсивности фотосинтеза производили по формуле

$$\Phi = \frac{r_f \cdot C_k}{R}$$
 где  $\Phi$  — интенсивность фотосинтеза, мкг С/л/час,  $r_f$  — радиоактивность водорослей в пробах воды, имп./мин.,  $R$  — радиоактивность добавленного в пробу изотопа, имп./мин.,  $C_k$  — содержание в воде гидрокарбонатов, мкг С/л.

Анализы произведены от ст. 1 до ст. 7 вниз по Волге и при возвращении судна обратно — от ст. 8 до ст. 13.

Интенсивность фотосинтеза фитопланктона и дыхания микрофлоры в Волге и ее водохранилищах в фильтрованных и нефильтрованных пробах воды

Станция	Температура воды, °C	Интенсивность фотосинтеза, мкг С/л · час при 2400 лк				Интенсивность дыхания, мг О <sub>2</sub> /л · сутки			
		естественная вода	вода, профильтрованная через			естественная вода	вода, профильтрованная через		
			газ № 52	газ № 76	мембранный фильтр № 6		газ № 32	газ № 76	мембранный фильтр № 6
Рыбинское водохранилище у затопленного г. Мологи	—	$\frac{6.3}{100}$	$\frac{5.5}{88}$	$\frac{5.0}{80}$	$\frac{1.3}{21}$	$\frac{0.25}{100}$	$\frac{0.30}{120}$	$\frac{0.30}{120}$	$\frac{0.32}{128}$
Горьковское водохранилище у г. Кинешмы . . . . .	21.4	$\frac{6.7}{100}$	$\frac{6.2}{92}$	$\frac{5.5}{82}$	$\frac{1.9}{29}$	$\frac{0.66}{100}$	$\frac{0.45}{68}$	$\frac{0.49}{74}$	$\frac{0.41}{62}$
У р. Керженец . . . . .	—	$\frac{96}{100}$	$\frac{70}{74}$	$\frac{52}{55}$	$\frac{10}{10}$	$\frac{0.79}{100}$	$\frac{0.58}{74}$	$\frac{0.53}{67}$	$\frac{0.15}{19}$
Куйбышевское водохранилище у Казани . . . . .	—	$\frac{22}{100}$	$\frac{11}{50}$	$\frac{12}{54}$	$\frac{4.9}{22}$	$\frac{0.78}{100}$	$\frac{0.80}{103}$	$\frac{0.68}{87}$	$\frac{0.58}{74}$
у с. Мордово . . . . .	—	$\frac{66}{100}$	$\frac{21}{32}$	$\frac{9.1}{14}$	$\frac{4.8}{7}$	$\frac{1.23}{100}$	$\frac{0.52}{42}$	$\frac{0.36}{29}$	$\frac{0.47}{38}$
выше с. Шиловки . . . . .	20	$\frac{6.6}{100}$	$\frac{3.8}{57}$	$\frac{3.1}{47}$	$\frac{1.3}{20}$	$\frac{0.10}{100}$	$\frac{0.16}{160}$	$\frac{0.18}{180}$	$\frac{0.18}{180}$
у устья р. Утки . . . . .	20	$\frac{4.5}{100}$	$\frac{3.5}{78}$	$\frac{2.8}{62}$	$\frac{1.6}{36}$	$\frac{0.42}{100}$	$\frac{0.39}{93}$	$\frac{0.45}{104}$	$\frac{0.33}{79}$
Волга ниже Козьмодемьянска	—	$\frac{86}{100}$	$\frac{46}{54}$	$\frac{35}{40}$	$\frac{8.5}{9.9}$	$\frac{1.15}{100}$	$\frac{0.52}{46}$	$\frac{0.73}{64}$	$\frac{0.38}{33}$
ниже пос. Козловки . . . . .	18	$\frac{24}{100}$	$\frac{16}{67}$	$\frac{11}{46}$	$\frac{3.7}{15}$	$\frac{0.77}{100}$	$\frac{0.57}{74}$	$\frac{0.45}{43}$	$\frac{0.51}{66}$
выше г. Чебоксар . . . . .	17	$\frac{64}{100}$	$\frac{46}{72}$	$\frac{45}{71}$	$\frac{6.6}{10}$	$\frac{0.81}{100}$	$\frac{0.63}{78}$	$\frac{0.75}{93}$	$\frac{0.69}{85}$
у пристани Лысково . . . . .	15	$\frac{42}{100}$	$\frac{33}{79}$	$\frac{23}{55}$	$\frac{6.1}{15}$	$\frac{0.72}{100}$	$\frac{0.66}{92}$	$\frac{0.64}{89}$	$\frac{0.57}{79}$
выше Горького . . . . .	15	$\frac{38}{100}$	$\frac{15}{40}$	$\frac{12}{31}$	$\frac{2.7}{7}$	$\frac{0.57}{100}$	$\frac{0.39}{68}$	$\frac{0.36}{63}$	$\frac{0.44}{77}$
выше с. Плёса . . . . .	15	$\frac{9.5}{100}$	$\frac{7.8}{82}$	$\frac{7.0}{74}$	$\frac{2.4}{26}$	$\frac{0.24}{100}$	$\frac{0.33}{138}$	$\frac{0.23}{96}$	$\frac{0.18}{75}$
Средняя . . . . .	18	$\frac{36}{100}$	$\frac{22}{67}$	$\frac{16}{55}$	$\frac{4.3}{18}$	$\frac{0.65}{100}$	$\frac{0.48}{89}$	$\frac{0.47}{85}$	$\frac{0.40}{76}$

Примечание. В числителе — мкг, в знаменателе — ‰.



Из приведенных данных следует, что в различных пунктах Волги интенсивность дыхания микрофлоры в исходной воде колебалась от 0.1 до 1.23 мг  $O_2$ /л·сутки, а интенсивность фотосинтеза — от 4.5 до 96 мкг С/л·сутки (см. таблицу). При обработке результатов установлено, что имеется достоверная положительная корреляция между интенсивностью дыхания и интенсивностью фотосинтеза на разных станциях. Коэффициент корреляции  $r=0.75$ , при  $r_{\min}$  для данного количества анализов — 0.55.

Таким образом, в натуральной воде интенсивность деструкции органического вещества (дыхания) в целом согласуется с интенсивностью продукционного процесса — где выше продукция, там выше и деструкция.

Результаты изменения интенсивности дыхания после фильтрации на каждой станции имеют чисто индивидуальный характер. При удалении из воды частиц диаметром больше 70—120 мкм интенсивность дыхания чаще всего снижается на 15—30%, а содержание живых водорослей, судя по снижению фотосинтеза, на 20—50%. При этом коэффициент корреляции между оставшимся после фильтрации фитопланктоном и интенсивностью деструкции находится на грани достоверности ( $r=0.49$ —0.66).

При удалении из проб воды частиц диаметром больше 3—6 мкм интенсивность дыхания микрофлоры в различных случаях снижалась от 1.2 до 5 раз, что говорит о том, что в некоторых пробах активность бактерий на взвешенных частицах весьма велика. В двух случаях (ст. 1 и ст. 7) деструкционные процессы в фильтрованной воде шли более интенсивно, но это как раз характерно для проб, где общая величина дыхания микрофлоры в исходной воде находилась на грани чувствительности метода анализа кислорода.

В среднем суточная величина интенсивности дыхания микроорганизмов после снятия частиц диаметром больше 3—6 мкм по всем станциям уменьшилась на 24%, а количество водорослей после фильтрации снизилось на 82%. Между снижением живой биомассы фитопланктона и уменьшением интенсивности дыхания микрофлоры связи нет. Коэффициент корреляции намного ниже значимой величины ( $r=0.17$ ), что говорит о том, что изменения дыхания в фильтрованной воде произошли в основном за счет бактериальных процессов.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

Р о м а н е н к о В. И. 1970. Величины суточного и кратковременного фотосинтеза фитопланктона при определении с помощью  $C^{14}$ . Информ. бюлл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 5.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

ДЕЙСТВИЕ УФ-ОБЛУЧЕНИЯ НА ДРОЖЖЕВЫЕ  
КЛЕТКИ *RHODOTORULA GLUTINIS*

УФ-облучение может вызывать мутации, изменения морфологических свойств или гибель клеток. Повреждающее действие ультрафиолета сопровождается выделением во внешнюю среду клеточного содержимого, особенно аминокислот (Loofbougrow a. oth., 1947; Svihla a. oth., 1960).

В настоящей работе рассматриваются стадии повреждения дрожжевых клеток *Rhodotorula glutinis*, штамм R1 (Солнцева, 1966) в соответствии с их морфологическими свойствами и количеством выделившегося в среду вещества.

Дрожжевые клетки 3-дневной культуры облучали бактерицидным ультрафиолетом от ламп БУВ-30 ( $\lambda=254$  нм) дозой в 860, 4300, 68 800 эрг/мм<sup>2</sup>. Облучение производили в чашках Петри, закрытых сверху кварцевыми стеклами. Через сутки после облучения клетки просматривали под микроскопом при увеличении 400 (окуляр  $\times 10$ , объектив  $\times 40$ ) и зарисовывали с помощью рисовального аппарата. Процент клеток, почкующихся в данный момент, рассчитывали от числа клеток в 100 полях зрения микроскопа. Способность образовывать колонии проверяли на агаризованном сусле 6° Баллинга. Суспензию облученных и контрольных клеток фильтровали через мембранный фильтр № 3. Полученные фильтры исследовали на спектрофотометре СФ-4А при  $\lambda=260$  нм.

Данные по изменению размера клеток, почкованию и числу колоний на сусло-агаре приведены ниже.

Доза облучения, эрг/мм <sup>2</sup>	Размер клеток, мкм	% почек	Число колоний (отношение к контролю)
0	$3.67 \pm 0.08$	2.0	1.00
860	$3.75 \pm 0.09$	2.4	1.30
4300	$3.74 \pm 0.14$	2.7	0.66
68800	$3.86 \pm 0.07$	17.0	0.01

С увеличением дозы облучения отмечается некоторое увеличение размера и числа клеток, несущих на себе почку. Большие дозы (68 800 эрг/мм<sup>2</sup>) вызывают образование всевозможных уродливых форм клеток (рис. 1). Наряду с морфологическими изменениями нарушается способность клеток давать колонии на сусло-агаре (см. вывод) (Солнцева, 1966).

Из данных по изменению оптической плотности выделенных клетками веществ в зависимости от дозы облучения видно, что количество УФ-абсорбирующих веществ в фильтрате возрастает с увеличением дозы облучения (рис. 2).

Сопоставляя данные по морфологическим изменениям клеток и количеству выделенного в среду УФ-абсорбирующего вещества, можно выделить следующие стадии повреждения.

1. Морфологические свойства клеток не изменяются. Клетки выделяют вещество во внешнюю среду в незначительном количестве. Колонии образуются.

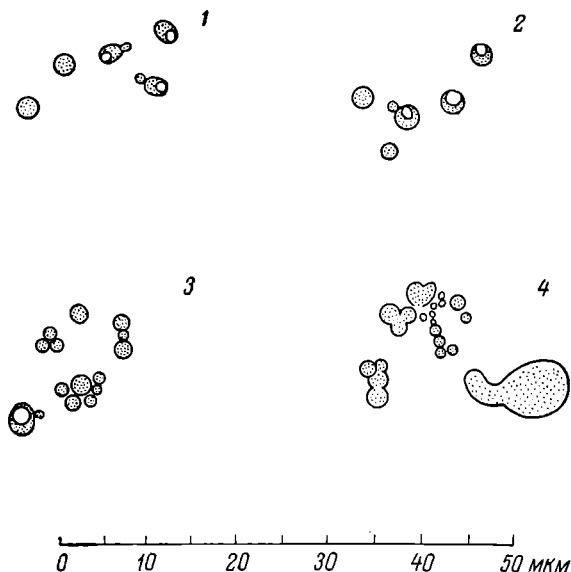


Рис. 1. Изменение морфологии клеток в зависимости от дозы облучения.

1 — необлученные клетки; облученные клетки:  
2 — 860 эрг/мм<sup>2</sup>, 3 — 4300, 4 — 68 800 эрг/мм<sup>2</sup>.

2. Клетки увеличиваются в размере, возрастает число клеток, несущих на себе почку. Количество выделившегося вещества увеличивается. Клетки способны образовывать колонии нормального размера.

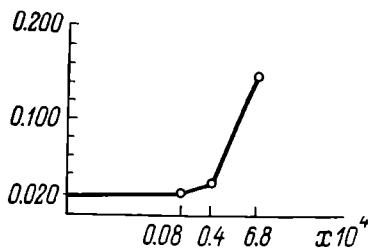


Рис. 2. Изменение оптической плотности УФ-абсорбирующих веществ в зависимости от дозы облучения.

По оси ординат — оптическая плотность фильтратов; по оси абсцисс — доза облучения в логарифмической шкале, эрг/мм<sup>2</sup>.

3. Клетки с большим числом почек. Образуются всевозможные уродливые формы. Количество выделившегося во внешнюю среду вещества еще более возрастает. Клетки не способны образовывать колонии.

- С о л н ц е в а И. О. 1966. Влияние бактерицидного ультрафиолетового облучения на *Rhodotorula glutinis*. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 13 (16).
- L o o f b o u r g o w I. R., O p p e n h e i m e r - E r r e r a S., L o o f b o u r g o w D. I. and J e a t s C. A. 1947. Intracellular hormones. 8. Release of nucleotides and nucleosides by damage living cells. Biochymia Journal, 41.
- S v i h l a G. F., S c h l e n k and D a i n k o I. D. 1960. Some effect of ultraviolet radiation on yeasts cells (*Candida utilis*). Radiation Res., 13.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

Л. В. Трофимова, В. Р. Микряков  
и В. И. Романенко

# ВЫДЕЛЕНИЕ ПРОДУКТОВ РАСПАДА БАКТЕРИЙ ИЗ ОРГАНИЗМА КАРАСЕЙ ПРИ БЛОКИРОВАНИИ РЕТИКУЛО-ЭНДОТЕЛИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ТУШЬЮ

Вопросы разрушения бактерий в организме животных и выделение продуктов их распада в зависимости от функционального состояния ретикуло-эндотелиальной системы (РЭС) почти не изучены.

Известно, что бактерии в организме теплокровных животных и рыб поглощаются тканями и органами, богатыми клетками РЭС, и подвергаются фагоцитозу (Мечников, 1903; Гончаров, 1966; Микряков и Флеров, 1970). Некоторая часть продуктов распада бактерий выделяется из организма в виде свободной углекислоты (Флеров и Романенко, 1969).

Можно предположить, что клетки РЭС в организме животных обладают какой-то определенной «емкостью» по отношению к чужеродному веществу и могут поэтому поглотить за один раз лишь определенное количество органических и минеральных частиц, посторонних для организма. Вероятно также, что емкость этих клеток не беспредельна и что она играет определенную роль в борьбе организма с инфекцией во время сепсиса. Поскольку, как было указано выше, бактерии разрушаются до углекислоты, то по количеству выделившейся  $C^{14}O_2$  можно судить об интенсивности функционирования фагоцитарной системы рыб.

В опытах мы использовали инактивированные бактерии рода *Hydrogenomonas*, выросшие в присутствии  $Na_2C^{14}O_3$  и помечившиеся в процессе хемосинтеза. Эксперименты производились с 48 карасями 2-летнего возраста (*Carassius vulgaris* L. и *C. auratus* L.).

Блокаду РЭС производили путем парентеральной инъекции раствора туши в количестве 0.5 мл, что соответствовало 170 мг туши в сухом весе с содержанием около  $1.10^9$  минеральных частичек. При этом все органы с большим содержанием клеток РЭС визуально были черными от скопления туши. Предварительно установлена оптимальная доза туши для данной возрастной группы рыб, так как введение более высоких доз вредно отражается на общем состоянии животных.

Через 2 суток после введения туши опытным рыбам вводили внутрибрюшинно меченые бактерии с активностью под торцовым счетчиком Гейгера 470 000 имп./мин. и биомассой 519 мкгС. Рыбок помещали в герметически закрытые аквариумы, через которые проходил ток очищенного от углекислоты воздуха при небольшом вакууме, создаваемом водоструйным насосом. Выделяющуюся при дыхании углекислоту улавливали щелочью

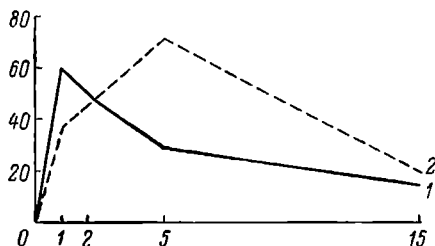


Рис. 1. Суммарное содержание  $C^{14}$ -антигена в печени, почках, селезенке и стенке кишечника.

1 — у контрольных рыб, 2 — у опытных рыб. По оси ординат — количество  $C^{14}$ -бактерий от введенного количества меченых бактерий, %; по оси абсцисс — время, сутки.

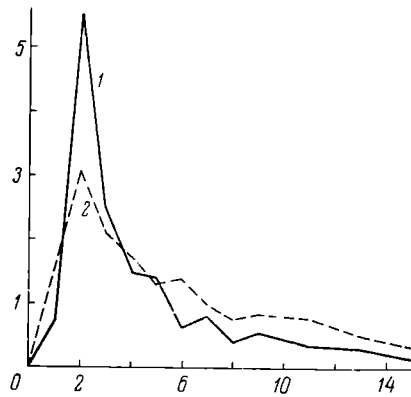


Рис. 2. Динамика выделения продуктов распада бактерий в виде  $C^{14}O_2$ .

1 — у контрольных рыб, 2 — у опытных рыб. По оси ординат — количество  $C^{14}$ -бактерий, мкгС; по оси абсцисс — время, сутки.

в шариковом поглотителе. Через определенное время углекислоту осаждали хлористым барием. По весу образовавшейся соли  $BaCO_3$  определяли интенсивность дыхания рыбок, а по радиоактивности ее под счетчиком Гейгера — количество разрушенного и выделенного из организма в виде углекислоты антигена. Контролем служили рыбы, которым тушь не вводили. Анализы производили ежедневно в определенные часы в течение первых 10 суток, а далее через 2 и более суток — всего 22 дня от начала опыта. Подробное описание метода приведено в работе В. И. Романенко и Б. А. Флерова (1969).

Предварительно произведена серия опытов по определению радиоактивности в различных органах подопытных животных при введении меченых бактерий после блокирования РЭС тушью. Животных забивали и из тканей различных органов готовили препараты в виде маленьких навесок на мишени, радиоактивность которых определяли под счетчиком Гейгера.

Из данных по динамике поступления  $C^{14}$ -бактерий в ткани внутренних органов в среднем от 20 опытных и 20 контрольных рыб видно, что у опытных рыб с тканями, блокированными тушью, поступление  $C^{14}$ -бактерий идет медленнее, чем у контрольных (рис. 1). В тканях внутренних органов рыб (в печени, почках,

селезенке, стенке кишечника) через сутки обнаружено 35%  $C^{14}$ -антигена, тогда как у контрольных около 61%. На 5-е сутки количество  $C^{14}$ -антигена у опытных рыб достигает 75%, а в тканях контрольных уменьшается до 30%. Следует отметить, что в брюшном экссудате, крови и желчи опытных рыб  $C^{14}$ -антигена в течение всего опыта больше, чем у контрольных.

Из средних данных по результатам выделения продуктов распада бактерий из организма рыб в виде  $C^{14}O_2$  видно, что как у опытных, так и у контрольных рыб максимум выделенной из организма углекислоты, образовавшейся при разрушении бактерий, наблюдается на 2-е сутки, только у контрольных рыб он почти в 2 раза выше, чем у опытных (рис. 2). Через 4 суток величины выделенной при дыхании углекислоты, образующейся из антигена, сравнялись, а в последующие дни относительное количество выделенной углекислоты, образовавшейся из меченых бактерий, у опытных рыб было больше, чем у контрольных. В конечном результате общее количество выделенной меченой углекислоты у опытных и контрольных рыб сравнялось. Через 15 суток у опытных рыб из организма выделено 16.6% органического вещества, у контрольных — 15.5% от биомассы введенного антигена.

Таким образом, введенное количество туши затормозило эффективность процесса «адсорбции» и выделения  $C^{14}$ -антигена в первоначальный период опыта примерно на 50%.

Результаты произведенных исследований показывают, что тушь оказывает временное блокирующее действие на функцию РЭС. Тем не менее даже в блокированном состоянии ткани справляются с поглощением и выделением вновь поступившей порции чужеродных тел, что говорит об исключительно большой емкости данного механизма.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

- Го н ч а р о в Г. Д. 1966. Фагоцитоз у карпа при бактериальном инфицировании. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 10 (13).  
М е ч н и к о в И. И. 1903. Невосприимчивость в инфекционных болезнях. Изд. Риккера. СПб.  
М и к р я к о в В. Р., Ф л е р о в Б. А. 1970. Распределение корпускулярного антигена в организме рыб. Информ. бюлл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 7.  
Р о м а н е н к о В. И., Ф л е р о в Б. А. 1969. Методика определения элиминации у рыб. Информ. бюлл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 3.  
Ф л е р о в Б. А., Р о м а н е н к о В. И. 1969. Исследование элиминации корпускулярного антигена у рыб. Информ. бюлл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 3.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

**ФИТОПЛАНКТОН МОЛОЖСКОГО  
И ГЛАВНОГО ПЛЁСОВ РЫБИНСКОГО  
ВОДОХРАНИЛИЩА в 1968 г.**

В период открытой воды (май—поябрь) на 8 станциях (рис. 1), расположенных по бытовому руслу р. Мологи, проводились наблюдения за фитопланктоном.

1-метровым батометром конструкции А. В. Францева (Гусева, 1956) отбирали усредненные (интегрированные по глубине) пробы фитопланктона. Для более полного улавливания мелких клеток 0.5 л воды последовательно отфильтровывали через мембранные фильтры №№ 5 и 6. Подсчет клеток проводили в камере Горяева. Анализ сезонной периодичности развития фитопланктона и его распределения по акватории проводили по средневзвешенной биомассе, а продуктивность различных станций — по биомассе под 1 м<sup>2</sup> поверхности. Районирование Рыбинского водохранилища приводится по М. А. Фортунатову (1959).

Река Молога на ст. 1 (рис. 1) за время наблюдений характеризовалась высокой прозрачностью воды (1.7—2.0 м), благоприятными для развития водорослей значениями рН (7.12—8.0) и относительно высокой летней температурой воды (19.8°), однако водоросли здесь развивались незначительно. Даже в период летнего максимума биомасса их не превышала 2 г/м<sup>3</sup> (рис. 2). Фитопланктон р. Мологи был представлен типично речными формами и характеризовался полидоминантностью сообщества. Основную роль в течение всего вегетационного периода играли диатомовые и зеленые водоросли.

Мелководное Весегонское расширение (рис. 1, станции 2, 3) значительно богаче. В фитопланктоне преобладали диатомовые с 2 пиками развития (рис. 2), причем летнее цветение воды (12 г/м<sup>3</sup>) превышало осеннее (8 г/м<sup>3</sup>). Синезеленые водоросли были малочисленными (0.9 г/м<sup>3</sup>). По-видимому, их развитие лимитировали низкие (16.7—18.5°) летние температуры воды.

Пролив у дер. Малиновка (рис. 1, ст. 4) и расширение у Дарвинского заповедника (ст. 5) сходны по физическим характеристикам воды (прозрачность до 3 м, температура 19.1°, рН 8.1), но резко различались составом и сезонной периодичностью развития фитопланктона. Так, на ст. 4 в течение всего вегетационного периода в планктоне доминировали диатомовые, а в их сезонном развитии намечалось 3 пика, из которых осенний — максимальный. Ст. 5 находится на границе 2 плёсов — Моложского и Главного. Четкий весенний пик развития диатомовых и преобладание синезеленых в летнем планктоне на этой станции соответствовали таковым на ст. 6 и ст. 7, а мощное осеннее цветение воды (26 г/м<sup>3</sup>) — на ст. 4 (рис. 2).

Фитопланктон западной части Главного плёса (станции 6, 7) состоял из комплекса озерных видов и в периоды максимумов

носил монодоминантный характер. В сезонном аспекте развитие водорослей 3-вершинное, причем весеннее цветение воды было мощнее летнего (рис. 2). Синезеленые водоросли преобладали над другими группами только в июле, к августу их количество резко сократилось несмотря на повышение температуры воды (с 17.4 до 19.3°) и pH среды (с 7.6 до 8.3). Короткий срок вегетации и небольшая максимальная биомасса (3.1 г/м³) этой группы фитопланктона — характерная особенность 1968 г.

Ст. 8 относится к центральной части Главного плёса. Этот участок за время наблюдений характеризовался более низки-

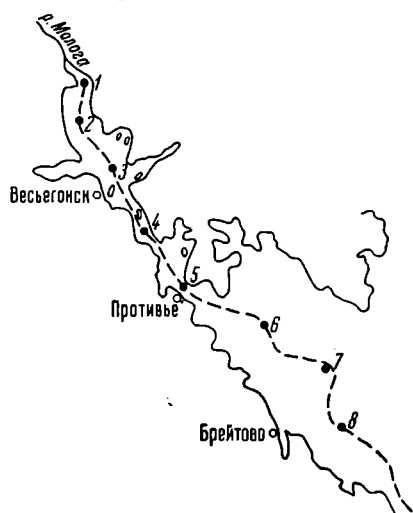


Рис. 1. Схема расположения станций.

1—8 — номера станций.

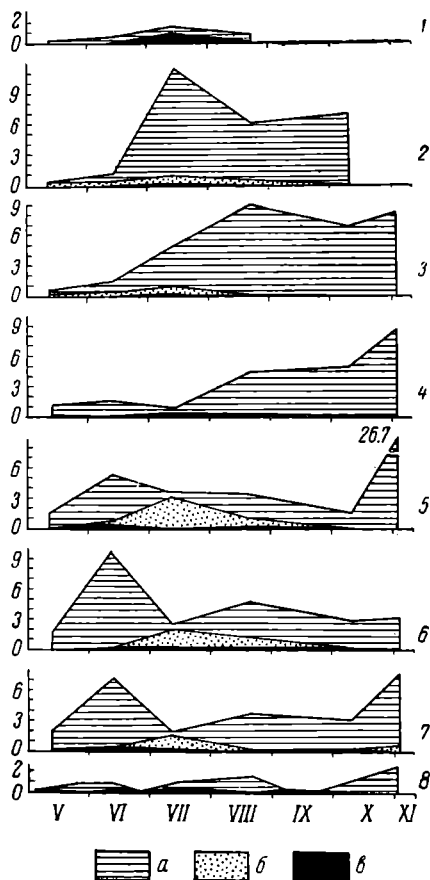


Рис. 2. Сезонная динамика фитопланктона.

1—8 — номера станций. а — диатомовые, б — синезеленые, в — прочие виды. По оси ординат — средневзвешенная биомасса, г/м³; по оси абсцисс — месяцы.

ми, чем на вышележащих станциях, значениями pH (7.6—7.8), температурой воды (18.2°) и прозрачностью (0.8—1.4 м). Фитопланктон на протяжении всего вегетационного периода беден. Максимальная биомасса отмечалась осенью (ноябрь) — 2.4 г/м³. Летний и весенний пики незначительные (рис. 2). Помимо низкой биомассы фитопланктон на этом участке Главного плёса отличался



от такового вышележащих станций еще и набором доминирующих видов. Так, если в весеннем планктоне по всему Моложскому плёсу доминировала *Melosira italica* (Ehr.) Kütz. var. *italica* и *M. italica* subsp. *subarctica* O. Müll., а в западной части Главного плёса *Melosira italica* и *M. islandica* O. Müll., то в его центральной части преобладали *Stephnodiscus astraea* (Ehr.) Grun. var. *astraea* и *Asterionella formosa* Hass. Аналогичная картина наблюдалась и в летний период. В центральной части Главного плёса основной фон планктона создавали *Coelastrum microporum* Naeg. и *Surirella robusta* var. *splendida* Ehr., в западной — *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, а в Моложском плёсе *Melosira italica* и *M. granulata* (Ehr.) Ralfs var. *granulata*.

Средняя за вегетационный период биомасса фитопланктона

Фитопланктон	Номера станций							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Синезеленые . . . . .	0.05 0.32	0.33 2.75	0.18 1.66	0.17 2.22	0.87 10.14	0.66 10.36	0.40 4.17	0.05 0.40
Диатомовые . . . . .	0.50 3.00	5.40 42.33	5.27 47.74	3.18 38.79	3.79 43.33	3.58 51.30	3.42 38.11	0.70 6.15
Общая биомасса . . .	0.91 5.39	5.91 46.58	5.59 50.65	3.45 42.19	4.87 55.81	4.37 63.60	4.20 44.21	0.84 7.47

Примечание. В числителе — средневзвешенная биомасса, г/м<sup>3</sup>; в знаменателе — биомасса под 1 м<sup>2</sup> поверхности, г/м<sup>2</sup>.

Из приведенных данных видно, что биомасса диатомовых в 1968 г. на всех станциях значительно превосходила биомассу синезеленых и других групп водорослей (см. таблицу). Наибольшей плотности планктон достигал в мелководном Восьегонском расширении (станции 2, 3), но при расчете запаса биомассы под 1 м<sup>2</sup> поверхности более продуктивной оказалась западная часть Главного плёса (ст. 6).

## ЛИТЕРАТУРА

- Гусева К. А. 1956. Фитопланктон Рыбинского водохранилища (сезонная динамика и распределение его основных групп). Тр. биол. ст. «Борок» АН СССР, 2.
- Фортунатов А. В. 1959. Цветность и прозрачность воды Рыбинского водохранилища, как показатель его режима. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, 2 (5).

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

## ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ФОТОСИНТЕЗ ФИТОПЛАНКТОНА

В летнее время в Ивановском водохранилище нами отмечалось смещение на 3—5° температурного оптимума фотосинтеза в сторону более высоких температур в потоке подогретых вод, сбрасываемых с Конаковской ГРЭС через отводящий канал и Мошковичский залив (Девяткин, 1971). Температура воды в канале и в заливе на 6—8° выше, чем в районе водозабора ГРЭС (Буторин, Курдина, 1969). Водообмен этого участка велик, и основная масса подогретых вод проходит через него менее чем за сутки. Однако при прохождении воды через Мошковичский залив в фитопланктоне успевают произойти некоторые изменения, которые выражаются главным образом в увеличении удельного веса пиропфитовых водорослей и снижении роли диатомовых (Девяткин, 1970). Оставалось неясным, являлось ли смещение температурного оптимума фотосинтеза результатом физиологической адаптации водорослей, входящих в состав фитоценоза, или же оно происходило вследствие изменений в его структуре. В связи с этим нами предпринята попытка оценить роль физиологической адаптации всего планктонного сообщества в смещении температурного оптимума фотосинтеза, по возможности исключив изменения в составе и соотношении форм водорослей. Опыты проведены с водой Рыбинского водохранилища, не подверженного влиянию подогретых вод.

Воду с естественным фитопланктоном выдерживали в стерильных колбах с ватными пробками в течение суток при разной температуре. В первых 4 опытах минимальная температура, при которой выдерживались водоросли, была равна температуре воды в месте отбора проб, а максимальная на 10° выше. В последнем опыте температура предварительного выдерживания установлена произвольно. Предварительное выдерживание проб при таких условиях, как указал Г. Г. Вилберг (1960), на структуру фитоценоза существенно не влияет. Затем в этих же пробах при 4-часовой экспозиции определяли фотосинтетическую активность фитопланктона. Определение интенсивности фотосинтеза производили кислородным методом (Кузнецов, Романенко, 1963). Для предварительного выдерживания и определения фотосинтетической активности при разных температурных условиях использовали специальный аквариум, разделенный на отсеки, в каждом из которых поддерживали постоянную температуру с точностью до десятых градуса с помощью ультра-термостатов. При определении интенсивности фотосинтеза в каждый из отсеков помещали не менее 3 параллельных темных и светлых склянок. Аквариум сверху освещали люминесцентными лампами белого света марки ЛБ-40. Суммарная освещенность в каждом из отсеков была равна 11 000 лк.

В опыте с водой Рыбинского водохранилища, отобранной у дер. Коприно, пробы выдерживались в течение суток при температуре 19 и 29°. В планктоне преобладали диатомовые (*Melosira*, *Stephanodiscus*). Смещения температурного оптимума фотосинтеза в данном случае не наблюдалось. У водорослей, выдержанных

при 19°, валовый фотосинтез при увеличении температуры от 20 до 28° снижался в 2 раза, тогда как при 29° снижения не происходило. В пробах воды, выдержанных при повышенной температуре, заметно снижалась деструкция, значения чистой продукции были положительны во всем интервале исследованных температур (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Интенсивность фотосинтеза фитопланктона Рыбинского водохранилища у дер. Коприно, мг  $O_2$ /л в сутки

	Температура выдерживания, °С	Температура экспозиции, °С				
		20	22	24	26	28
Чистая продукция . .	19	0.68	0.27	0.10	—0.06	—0.48
	29	0.59	0.43	0.41	0.23	0.16
Деструкция . . . . .	19	0.77	0.90	1.00	1.12	1.15
	29	0.50	0.54	0.68	0.79	0.84
Валовый фотосинтез . .	19	1.45	1.17	1.10	1.06	0.67
	29	1.09	0.97	1.09	1.02	1.00

Последующие наблюдения проведены с водой прибрежья Рыбинского водохранилища, взятой в районе экспериментальной базы Института биологии внутренних вод. Здесь в это время преобладали синезеленые (*Anabaena flos-aquae*, *A. ellipsoides*, *Anabaena* sp., *Aphanizomenon flos-aquae*). В первом опыте с водой прибрежья выдерживание при повышенной температуре вызывало смещение оптимальной для фотосинтеза температуры (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Интенсивность фотосинтеза фитопланктона прибрежья Рыбинского водохранилища, мг  $O_2$ /л в сутки

	Температура выдерживания, °С	Температура экспозиции, °С				
		19	22	25	28	31
Чистая продукция . .	19	7.44	6.96	6.00	5.58	5.16
	29	6.48	6.72	6.24	5.82	5.04
Деструкция . . . . .	19	2.40	2.88	3.30	3.78	4.32
	29	2.10	2.34	2.88	3.30	3.72
Валовый фотосинтез . .	19	9.84	9.84	9.30	9.36	9.48
	29	8.58	9.06	9.12	9.12	8.76

В дальнейшем мы проводили наблюдения в более широком диапазоне температур с интервалом 5°. Предварительное выдерживание при повышенной на 10° температуре вызывало смещение темпера-

турного оптимума на 5° лишь в одном опыте из двух, однако оно заметно сказывалось в области сравнительно высоких температур на соотношении между чистой продукцией и деструкцией. При этом превышение фотосинтеза над деструкцией в воде, выдержанной при повышенной температуре, наблюдалось в области более высоких температур (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Интенсивность фотосинтеза фитопланктона прибрежья Рыбинского водохранилища, мг O<sub>2</sub>/л в сутки

№ опыта		Температура выдерживания, °C	Температура экспозиции, °C					
			20	25	30	35	40	45
1	Чистая продукция	24	4.98	4.86	4.32	1.26	-1.68	—
		34	8.76	7.32	6.72	4.98	0.72	—
	Деструкция . . .	24	6.00	5.82	7.14	6.00	5.16	—
		34	2.88	4.02	4.44	5.82	4.08	—
	Валовый фотосинтез	24	10.98	10.68	11.46	7.26	3.48	—
		34	11.64	11.34	11.16	10.80	4.80	—
2	Чистая продукция	20	—	5.22	3.78	1.38	-1.56	-2.10
		30	—	6.60	6.12	3.90	0.12	-0.55
	Деструкция . . .	20	—	4.62	5.28	5.82	3.12	2.10
		30	—	2.34	4.56	5.88	4.20	0.55
	Валовый фотосинтез	20	—	9.84	9.06	7.20	1.56	0.00
		30	—	8.94	10.68	9.78	1.68	0.00
3	Чистая продукция	30	—	2.03	1.41	0.46	-2.36	-1.00
		35	—	0.37	0.08	-0.41	-1.82	-1.60
	Деструкция . . .	30	—	1.37	2.61	2.57	3.52	1.00
		35	—	1.20	2.07	2.11	2.82	1.60
	Валовый фотосинтез	30	—	2.40	4.02	3.03	1.16	0.00
		35	—	1.57	2.15	1.70	1.00	0.00

Почти во всех проведенных наблюдениях выдерживание при повышенной температуре приводило к заметному снижению деструкции (табл. 1—3). Аналогичное снижение деструкции наблюдалось и в Мошковичском заливе. Возможной причиной этого явления может быть быстрая утилизация бактериями легкодоступных органических веществ при повышении температуры, что вызывает в дальнейшем снижение интенсивности бактериального поглощения кислорода.

Температура, при которой наблюдалось прекращение фотосинтеза, не зависела от температурных условий предварительного выдерживания. В наших опытах прекращение фотосинтеза наблюдалось при 45° (табл. 3).

Проведенные наблюдения не дают окончательного ответа на вопрос, в результате каких причин происходит смещение температурного оптимума фотосинтеза водорослей Иваньковского водо-

хранилища, однако они свидетельствуют о том, что сравнительно непродолжительное воздействие повышенной температуры вызывает заметные изменения в соотношении между чистой продукцией и деструкцией, а также при определенном составе фитопланктона может вызывать смещение температурного оптимума. Смещение температурного оптимума фотосинтеза водорослей в Монковичском заливе, по-видимому, связано как с физиологической адаптацией, так и с изменениями соотношения между ведущими формами водорослей.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Б у т о р и н Н. В., Курдина Т. Н. 1969. О динамике водоема — охладителя ГРЭС. Матер. III всесоюз. симпозиума по вопр. самоочистения и смешения сточных вод, ч. I. М.—Таллин.
- В и н б е р г Г. Г. 1960. Первичная продукция водоемов. Минск.
- Д е в я т к и н В. Г. 1970. Влияние термальных вод на фитопланктон приплотинного плеса Иваньковского водохранилища. Гидробиол. журн., VI, 2.
- Д е в я т к и н В. Г. 1971. Динамика фитопланктона в зоне влияния подогретых вод Конаковской ГРЭС. Симпозиум по влиянию подогретых вод теплоэлектростанций на гидр. и биол. водоемов. Борок.
- К у з н е ц о в С. И., Романенко В. И. 1963. Микробиологическое изучение внутренних водоемов. Лабор. руководство. М.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

В. М. К у д р я в ц е в

#### **ВЫДЕЛЕНИЕ СВЕЖЕСИНТЕЗИРОВАННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА КЛЕТКАМИ ПЛАНКТОННЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ**

Изучение убыли органического вещества, синтезированного фитопланктоном, позволяет выяснить скорость обмена между клетками водорослей и внешней средой. Этот вопрос в литературе освещен слабо. И. В. Максимова, Е. Г. Торопова и М. Н. Пименова (1965), а также Форсберг с соавторами (Forsberg a. oth., 1967) показали, что в процессе жизнедеятельности водоросли выделяют во внешнюю среду некоторое количество органических веществ. Некоторые сведения о скорости потерь органического вещества клетками планктонных водорослей в Рыбинском водохранилище приводятся В. И. Романенко (1971).

В настоящем сообщении приводятся результаты определения убыли органического вещества, синтезированного фитопланктоном за 6 и 24 часа в Череповецком и Рыбинском водохранилищах

летом 1968 г., в Волге и ее водохранилищах летом 1969 г. и осенью 1970 г.

Отобранную пробу воды разливали в склянки объемом 1 л, куда в зависимости от концентрации клеток водорослей добавляли 2—5 мл радиоактивного карбоната  $\text{Na}_2^{14}\text{CO}_3$  с активностью под торцовым счетчиком Гейгера—Мюллера  $1.5 \times 10^6$  имп./мин./мл. Пробы экспонировали на свету в аквариуме на палубе судна, где температура воды была равной таковой в водоеме. После 6- и 24-часовой экспозиции на свету 50 мл воды профильтровывали через мембранный фильтр № 5, а остальную часть пробы ставили в темноту. Через 1, 3, 5 суток в пробах анализы повторяли. Фильтры соответствующим образом обрабатывали 0.1 н.  $\text{HCl}$  в течение 15 мин. Радиоактивность клеток водорослей на фильтре подсчитывали под счетчиком. В дальнейшем производили расчет продукции органического вещества за 6 и 24 часа и убыль его при содержании водорослей в темноте.

Из приведенных данных видно, что убыль свежесинтезированного органического вещества фитопланктона происходит с различной скоростью (табл. 1). Так, в июне 1968 г. в Рыбинском водохранилище у с. Брейтово, в убежище Средний Двор и с. Мякса потери органического вещества фитопланктона за сутки составили 34—48% от исходной величины. В это же время у с. Коприна и г. Весъегонска эта величина равнялась всего лишь 11.0%, у Дарвинского заповедника — 3.6%. Эти различия, по-видимому, зависят от состава фитопланктона. Значительный процент убыли свежесинтезированного органического вещества в первые сутки связан с дыханием клеток водорослей, как это показано В. И. Романенко (1971). В последующие сутки увеличение убыли органического вещества фитопланктона, вероятно, происходит как за счет дыхания, так и за счет выделения органического вещества клетками водорослей в результате автолиза. В среднем потери свежесинтезированного органического вещества фитопланктона за сутки в июне 1968 г. в Рыбинском водохранилище составили 22.1%, за 3 и 5 суток соответственно 39 и 56% от исходной величины. В августе убыль органического вещества в Рыбинском водохранилище за 1 и 3 суток колебалась от 14 до 52%.

В Череповецком водохранилище экспозиция проб воды на свету производилась в течение 6 час. Результаты анализов показывают, что убыль органического вещества фитопланктона происходит почти с такой же скоростью, как и в Рыбинском водохранилище при суточной экспозиции проб. Таким образом, на скорость потери органического вещества, синтезированного фитопланктоном в каком-то пределе, время экспозиции проб на свету существенного влияния не оказывает.

Анализы, произведенные летом 1969 г. и осенью 1970 г. в р. Волге и ряде волжских водохранилищ, показали (табл. 2), что убыль органического вещества, синтезированного фитопланктоном, за сутки в среднем составляла 18 и 26% от исходной величины первичной продукции. Через 3 и 5 суток эти потери возрастают примерно в 1.5—2.0 раза летом и осенью. Осенью с понижением тем-

Таблица 1

Убыль органического вещества, синтезированного фитопланктоном, в Рыбинском и Череповецком водохранилищах

Место отбора проб	Темпе- рату- ра воды, °С	Первич- ная про- дукция органиче- ского ве- щества, мкг С/л в сутки	Убыль органического вещества					
			за 1 сутки		за 3 суток		за 5 суток	
			мкг С/л	% от про- дукции	мкг С/л	% от про- дукции	мкг С/л	% от про- дукции
Рыбинское водохранилище, июнь 1968 г.								
Коприно . . . . .	15.2	104	12	11.5	—	—	57	54.0
Затопленный г. Молога	17.4	139	—	—	65	47.0	82	59.0
Затопленное с. Наволок	17.0	78	14	18.0	26	33.0	37	47.0
Измайлово . . . . .	16.4	128	—	—	44	34.0	68	47.0
Городище . . . . .	16.0	241	—	—	122	50.0	173	71.0
Мякса . . . . .	15.8	139	48	34.0	72	52.0	84	60.0
Убежище Средний								
Двор . . . . .	15.0	55	19	34.0	20	36.0	36	65.0
Брейтово . . . . .	15.6	126	53	42.0	59	47.0	79	62.0
Дарвинский заповед- ник . . . . .	17.0	249	9	3.6	79	31	148	60.0
Весьегонск . . . . .	15.0	248	28	11.0	58	23.0	98	40.0
Среднее . . . . .	—	—	—	22.1	—	39.2	—	56.5

Рыбинское водохранилище, август 1968 г.

Коприно . . . . .	16.2	388	62	16.0	158	40.7	—	—
Затопленный г. Молога	16.4	274	40	14.6	81	29.6	—	—
Мякса . . . . .	—	68	10	14.7	18	26.5	—	—

Череповецкое водохранилище, август 1968 г.

Череповец . . . . .	—	196*	36	18.3	64	32.6	—	—
Турцево . . . . .	—	35*	3	8.6	10	28.6	—	—
Топорня . . . . .	—	15*	3	20.0	3	20.0	—	—
Горица . . . . .	—	64*	5	7.8	8	12.5	—	—
Центральная часть оз. Белое . . . . .	—	44*	14	31.8	16	36.4	—	—

\* Продукция органического вещества за 6 час., мкг С/л.

температуры воды скорость убыли свежесинтезированного органического вещества фитопланктона происходит в 1.5 раза медленнее, чем летом.

Таким образом, органическое вещество, синтезированное фитопланктоном за 6 или 24 часа, быстро теряется клетками водорослей. Убыль свежесинтезированного органического вещества фитопланктона в Череповецком и водохранилищах волжского каскада происходит почти с одинаковой скоростью.

Убыль органического вещества, синтезированного фитопланктоном, в р. Волге и ее водохранилищах

Место отбора проб	Температура, °С	Первичная продукция органического вещества, мкг С/л в сутки	Убыль органического вещества					
			за 1 сутки		за 3 суток		за 5 суток	
			мкг С/л	% от продукции	мкг С/л	% от продукции	мкг С/л	% от продукции

И ю л ь, 1969 г.

Тутаев . . . . .	15.8	54	2	3.7	9	16.7	23	42.0
Пучеж . . . . .	16.0	37	12	32.4	18	48.5	21	57.0
Перед плотинной Горьковской ГЭС . . . . .	17.8	53	25	47.5	35	66.0	38	70.5
Пос. Камское Устье . . . . .	20.4	31	13	42.0	15	48.0	22	71.0
Тетюши . . . . .	21.0	57	19	33.0	24	42.0	29	52.0
Ниже Саратова . . . . .	19.9	46	9	19.6	23	50.0	25	54.0
Нижняя Добринка . . . . .	20.3	17	2	11.7	4	23.5	5	29.0
Дубовка . . . . .	20.9	33	7	21.2	12	36.4	16	48.0
Среднее . . . . .	—	—	—	26.4	—	41.4	—	53.0

С е н т я б р ь — о к т я б р ь 1970 г.

Шопинское расширение . . . . .	—	495	65	13.1	—	—	175	35.4
Юрвец . . . . .	13.6	58	3	5.0	19	33.0	26	45.0
Устье Оки . . . . .	13.5	180	21	12.0	33	18.0	39	21.0
Хвалынский . . . . .	12.1	22	5	22.0	9	41.0	11	50.0
Ниже Саратова . . . . .	12.2	30	7	23.3	8	26.6	9	30.0
Нижняя Добринка . . . . .	12.5	24	7	29.1	8	33.3	10	41.6
Дубовка . . . . .	13.2	21	4	19.0	4	19.0	5	24.0
Черный Яр . . . . .	13.4	43	8	18.6	16	37.2	20	46.5
Среднее . . . . .	—	—	—	17.7	—	29.7	—	36.6

Время экспозиции проб на свету существенного влияния не оказывает на скорость убыли свеже синтезированного органического вещества фитопланктона. Летом, когда температура воды сравнительно высокая, убыль органического вещества происходит быстрее, чем осенью.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

Максимова И. В., Торопова Е. Г. и Пименова М. Н. 1965. Выделение органических веществ при росте водорослей на минеральных средах. Микробиол., 34, 3.



- Романенко В. И. 1971. Скорость потери органического вещества клетками планктонных водорослей. Информ. бюлл. Инст. биол. внутр. вод, 9.
- Forsberg C., Taube O. 1967. Extracellular organic carbon from some green algae. *Physiol. plantarum*, 20, 1.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

В. А. Экзерцев

### ИЗМЕНЕНИЯ В ЗАРАСТАНИИ И ПРОДУКЦИИ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ УГЛИЧСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Первая съемка растительности Угличского водохранилища осуществлена в 1958 г. на 18-м году его существования (Экзерцева, 1961; Экзерцев и Экзерцева, 1963), вторая — спустя 13 лет, в 1971 г. Повторное обследование водохранилища по той же программе вызвано необходимостью выяснить изменения в зарастании и продукции макрофитов за этот отрезок времени, а также выявить направление сукцессий растительности в волжских искусственных водоемах спустя 30 лет после их наполнения.

Летом 1971 г. растительность Угличского водохранилища была представлена четко обособленными, равномерно сложенными фитоценозами, располагавшимися поясами вдоль берегового склона. Преобладали монодоминантные и флористически бедные группировки. В сравнении с предыдущим обследованием возросло постоянство состава ассоциаций, исчезли случайные виды, а структура растительности стала более четкой. Основные площади заросших мелководий были сосредоточены по заливам и на защищенных участках межкостровных протоков в районе устьев рр. Нерли и Медведицы. Окончание формирования берегового песчаного шлейфа в прибойной зоне обеспечило возможность создания вдоль большинства открытых побережий водохранилища пояса зарослей *Potamogeton pectinatus* и *P. perfoliatus*. По всему водохранилищу на границе зоны затопления в последние годы пышно разрослась лесная растительность, затеняющая гигрофильные фитоценозы верхнего пояса макрофитов. Большие площади пологих побережий заняли ивняки, сменившие луговую растительность и заросли крупноосочников.

Заметные изменения произошли в распределении растительности в зависимости от характера биотопа. Так, в верховьях заливов возросло господство фитоценозов *Equisetum fluviatile* и *Stratiotes aloides*, местами увеличились площади манниково-хвощовых спла-

вин. Участки, подверженные умеренному волпобою в средних частях заливов, заняли ассоциации *Glyceria maxima* и *Potamogeton perfoliatus*. На значительных площадях прибойной зоны встречались заросли *Phragmites communis*. В заливах по рекам на большие площади распространились комплексные группировки *Scirpus lacustris*, *Nuphar lutea* и *Nymphaea candida*.

В настоящее время общая площадь заросших мелководий Угличского водохранилища равна 1230 га, что составляет около 5% от площади всего водохранилища; из них 70% занято воздушно-водной растительностью и только 30% собственно водной (табл. 1). Некоторое сокращение площади зарослей травянистой гидрофильной растительности в сравнении с 1958 г. (1341 га) произошло в результате наступления в верхний пояс зоны временного затопления древесной и кустарниковой растительности.

Т а б л и ц а 1

Площадь основных формаций гидрофильной растительности Угличского водохранилища

Формации	1958 г.		1971 г.	
	площадь, га	% от общей площади зарослей	площадь, га	% от общей площади зарослей
<i>Carex acuta</i> . . . . .	168.8	12.6	41.5	3.4
<i>Glyceria maxima</i> . . . . .	336.1	25.1	286.0	23.2
<i>Equisetum fluviatile</i> . . . . .	54.5	4.1	108.5	8.8
<i>Scirpus lacustris</i> . . . . .	3.2	0.2	60.1	4.9
<i>Phragmites communis</i> . . . . .	164.4	12.2	192.6	15.6
<i>Sagittaria sagittifolia</i> . . . . .	52.7	3.9	10.9	0.9
<i>Nymphaea candida</i> . . . . .	2.1	0.2	2.8	0.2
<i>Potamogeton natans</i> . . . . .	4.5	0.35	3.2	0.3
<i>P. lucens</i> . . . . .	19.9	1.5	6.8	0.6
<i>P. pectinatus</i> . . . . .	4.5	0.35	103.9	8.4
<i>P. perfoliatus</i> . . . . .	85.0	6.3	86.9	7.0
<i>Myriophyllum spicatum</i> . . . . .	162.7	12.2	29.2	2.4
<i>Stratiotes aloides</i> . . . . .	8.9	0.6	110.0	8.9
Растительность сплавины . . . . .	120.0	8.9	151.2	12.3
<i>Glyceria fluitans</i> . . . . .	13.7	1.0	—	—
<i>Typha latifolia</i> . . . . .	59.0	4.4	—	—
<i>Alisma plantago-aquatica</i> . . . . .	71.5	5.4	—	—
<i>Elodea canadensis</i> . . . . .	1.2	0.1	—	—
<i>Lemna trisulca</i> . . . . .	8.4	0.6	—	—
<i>Typha angustifolia</i> . . . . .	—	—	5.0	0.4
<i>Scolochloa festucacea</i> . . . . .	—	—	7.3	0.6
<i>Nuphar lutea</i> . . . . .	—	—	21.5	1.7
<i>Polygonum amphibium</i> . . . . .	—	—	0.9	0.1
<i>Ranunculus circinatus</i> . . . . .	—	—	1.5	0.1
<i>Ceratophyllum demersum</i> . . . . .	—	—	0.2	—
Всего . . . . .	1341.1	100	1230	100

Широкое распространение на водоеме получили ассоциации с господством *Glyceria maxima*, *Equisetum fluviatile*, *Phragmites communis*, *Stratiotes aloides*, *Potamogeton pectinatus*, *P. perfoliatus*. Большие площади мелководий заросли манниково-хвощовыми и белокрыльниково-хвощовыми сплавинами. На ряде участков литорали появились ранее не встречавшиеся группировки *Nuphar lutea*, *Scolochloa festucacea*, *Typha angustifolia* и др. Одновременно наметилося сокращение площадей фитоценозов *Myriophyllum spicatum*, *Sagittaria sagittifolia*, *Carex acuta*. Сообщества с господством *Glyceria fluitans*, *Typha latifolia*, *Alisma plantago-aquatica*, *Elodea canadensis* и *Lemna trisulca* исчезли совсем. Все эти фитоценозы относятся к конкурентно-нестойкой первичной растительности и широко распространены были в начальный период становления водохранилища. Полное их исчезновение подтверждает окончание формирования растительного покрова искусственного водоема. В то же время расширение зарослей *Equisetum fluviatile*, *Scolochloa festucacea*, *Stratiotes aloides*, *Nuphar lutea* и сплавинной растительности свидетельствует о том, что эндогенные сукцессии на водохранилище продолжаются и приводят к интенсивному заболачиванию защищенных мелководий. За 13 лет площади болотных группировок возросли в 2 раза.

Т а б л и ц а 2

Фитомасса основных растительных формаций Угличского водохранилища (воздушно-сухой вес, г/м<sup>2</sup>)

Формация	1971 г.			1958 г.
	мини-мальный	средний	максимальный	средний
<i>Carex acuta</i> . . . . .	540	716	1068	404
<i>Glyceria maxima</i> . . . . .	552	716	1160	336
<i>Equisetum fluviatile</i> . . . . .	516	784	1196	465
<i>Phragmites communis</i> . . . . .	524	975	1340	540
<i>Scolochloa festucacea</i> . . . . .	376	565	760	—
<i>Typha angustifolia</i> . . . . .	773	855	1058	468
<i>Scirpus lacustris</i> . . . . .	468	705	1060	421
<i>Sagittaria sagittifolia</i> . . . . .	160	207	245	256
<i>Potamogeton lucens</i> . . . . .	150	241	300	100
<i>P. pectinatus</i> . . . . .	55	87	102	82
<i>P. perfoliatus</i> . . . . .	8	103	185	167
<i>Ranunculus circinatus</i> . . . . .	95	259	468	—
<i>Myriophyllum spicatum</i> . . . . .	152	253	400	198
<i>Nuphar lutea</i> . . . . .	95	127	186	—
<i>Potamogeton natans</i> . . . . .	91	170	242	203
<i>Polygonum amphibium</i> . . . . .	52	89	138	—
<i>Ceratophyllum demersum</i> . . . . .	452	575	832	—
<i>Stratiotes aloides</i> . . . . .	828	1151	1644	302

Если сравнить данные по биомассе основных растительных ассоциаций с результатами, полученными при первом обследовании,

то обращает на себя внимание возросшая продуктивность большинства ассоциаций водохранилища (табл. 2). Особенно увеличилась биомасса сообществ с тенденцией к расширению площадей. Наиболее высокую фитомассу создают сообщества *Stratiotes aloides*, *Phragmites communis*, *Typha angustifolia*, *Equisetum fluviatile*. Менее продуктивны фитоценозы *Potamogeton pectinatus*, *P. perfoliatus*, *Polygonum amphibium* и *Sagittaria sagittifolia*. Колебания между максимальной и минимальной фитомассами у большинства ассоциаций одной и той же формации незначительны из-за однородности растительного покрова. Если принять данные по биомассе фитоценозов в период максимального развития за их годовую продукцию, то, имея площади основных растительных сообществ, можно с достаточной степенью точности вычислить годовую продукцию наземной части травянистой растительности всего водохранилища (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Годовая продукция водной растительности Угличского водохранилища (1971 г.)

Формация	Воздушно-сухой вес, т	Абсолютно-сухой вес, т	Вес органического вещества, т
<i>Carex acuta</i> . . . . .	297.1	270.6	259.5
<i>Glyceria maxima</i> . . . . .	2047.7	1841.0	1730.5
<i>Equisetum fluviatile</i> . . . . .	850.6	755.4	641.3
<i>Phragmites communis</i> . . . . .	1877.8	1691.3	1550.9
<i>Scolochloa festucacea</i> . . . . .	41.2	36.9	35.4
<i>Typha angustifolia</i> . . . . .	42.7	39.6	37.6
<i>Scirpus lacustris</i> . . . . .	423.7	391.3	371.3
<i>Sagittaria sagittifolia</i> . . . . .	22.5	21.3	17.7
<i>Potamogeton lucens</i> . . . . .	16.3	14.5	12.6
<i>P. pectinatus</i> . . . . .	90.3	83.1	64.5
<i>P. perfoliatus</i> . . . . .	89.5	80.3	68.4
<i>Ranunculus circinatus</i> . . . . .	3.8	3.5	3.0
<i>Myriophyllum spicatum</i> . . . . .	73.8	67.3	59.9
<i>Nuphar lutea</i> . . . . .	27.3	24.5	21.7
<i>Nymphaea candida</i> . . . . .	3.5	3.2	2.9
<i>Potamogeton natans</i> . . . . .	5.4	4.7	4.3
<i>Polygonum amphibium</i> . . . . .	0.8	0.7	0.6
<i>Ceratophyllum demersum</i> . . . . .	1.1	1.0	0.8
<i>Stratiotes aloides</i> . . . . .	1266.1	1129.7	903.8
Сплавнины хвощово-манниковые . .	1136.6	1033.3	929.7
Общая годовая продукция . .	8317.8	7493.2	6716.4

Восемьдесят процентов всей годовой продукции макрофитов водохранилища падает на долю воздушно-водной растительности и растительности сплавин. У погруженной растительности основной поставщик фитомассы — сообщества *Stratiotes aloides*, дающие

около 1130 т, что составляет 15% от всей продукции. Значение остальной собственно водной растительности ничтожно.

Общая годовая продукция растительного покрова мелководий Угличского водохранилища, выраженная в абсолютно-сухом весе, равна 7493 т или в органическом веществе 6700 т. При пересчете на единицу площади и объема воды водохранилища получаем, что высшая растительность в своей надземной сфере ежегодно создает **26.9** г/м<sup>2</sup> или 5.3 мг/л органического вещества. Несмотря на то, что степень зарастания мелководий водохранилища изменилась незначительно, общая годовая продукция макрофитов вследствие эндогенных сукцессий возросла за 13 лет вдвое.

## ЛИТЕРАТУРА

- Экзерцев В. А. и Экзерцева В. В. 1963. Прибрежно-водная и водная растительность Угличского водохранилища. Тр. Инст. биол. внутренних вод АН СССР, 6 (9).  
Экзерцева В. В. 1961. Продукция прибрежно-водной растительности Угличского водохранилища. Информ. бюлл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 11.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

Н. В. Мамаева

### **ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНФУЗОРИЙ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА'**

Инфузории прибрежной зоны Рыбинского водохранилища изучались в 1961—1962 гг. Э. Д. Мордохай-Болтовской (1965); некоторые данные по этой группе организмов имеются в работе Ю. И. Сорокина (1974).

Наши наблюдения проводились в течение навигационного сезона 1971 г. на прибрежных станциях в районе пос. Борок.

Пробы отбирались один раз в неделю на четырех станциях, три из которых находились в зоне временного затопления. На ст. 1 наибольшая глубина была 30 см, на ст. 2—1 м, на ст. 3—1.4 м. Ст. 4, взятая для сравнения с мелководными станциями, была расположена в районе Воляжского плёса у с. Коприно на глубине 7—10 м.

Станции 1, 2 недолго находились под водой — ст. 1 до начала июля, ст. 2 — до августа. В районе станций 3, 4 наблюдения велись до конца октября.

Видовое определение и количественный учет проводили на живом материале. Пробы отбирали батометром в поверхностном и придонном слое воды (для мелководных станций) и с трех горизонтов на глубоководной станции.

Количественный учет проводили следующим образом: пробу воды объемом 0,5—1 л концентрировали фильтрованием на мембранном фильтре № 6 при слабом вакууме до 10 мл. Из полученных 10 мл отбирали порцию воды в 0,5 мл, которую изучали под микроскопом при увеличении в 50—300 раз для учета главным образом мелких инфузорий. Остальной объем в два приема просчитывали в камере Богорова при увеличении в 50 раз.

Видовой состав инфузорий оказался довольно разнообразным, определено около 100 видов. Состав видов на прибрежных и плёсовой станциях несколько отличался. На мелководье преобладали *Strombidium viride*, виды *Nassula* и *Frontonia*, многочисленные зарослевые формы: *Bursaria truncatella*, *B. spumosa* и др., на плёсовой станции — *Tintinnopsis cylindrata*, *Tintinnidium fluviatile* и *Vorticella monilata*.

В цикле развития фауны инфузорий можно было отметить три сезонных комплекса — весенний, летний и осенний. Все они в общем совпадали с периодами гидрологических сезонов.

Весной на всех станциях наблюдался пышный расцвет фауны. В это время было отмечено наибольшее разнообразие форм при значительной их численности. Преобладающими на мелководных станциях были типично зарослевые формы: *Nassula ornata*, *Frontonia leucas*, *Stokesia vernalis* и др., на плёсовой станции — *Tintinnopsis cylindrata*.

Весенний пик численности (до 11 000 экз./л) на мелководных станциях наблюдался в мае, на плёсовой — в начале июня.

Биомасса инфузорий в этот период характеризовалась для всех станций близкими показателями — от 0,776 мг/л (на ст. 2), до 1,166 мг/л (на ст. 4).<sup>1</sup>

Летний максимум численности менее значителен (до 9 тыс. экз./л), наблюдался в конце июня на ст. 2 и в середине июля на станциях 3, 4. Максимальная численность обусловлена развитием эпифитных перитрих, главным образом *Vorticella monilata*, которые в массе появились на ценобиях синезеленых водорослей.

Летний комплекс видов был более разнообразен на плёсовой станции, на мелководных же летняя фауна состояла из немногих видов при незначительной численности. Осенью видовое многообразие сократилось при значительном снижении численности. В октябре в 1 л воды насчитывалось всего несколько экземпляров инфузорий.

Исследования вертикального распределения инфузорий показали, что в весенне-летний период богаче населен поверхностный

---

<sup>1</sup> Значения сырого веса инфузорий получены из работы Ф. П. Чорика (1968).

слоем воды до 2 м, а осенью наблюдалось более равномерное распределение инфузорий в толще воды.

В открытых частях водохранилища, по данным проб, собранных на 5 станциях Центрального плёса, отмечалась несколько иная картина (см. таблицу).

Среднемесячная численность планктонных инфузорий в Рыбинском водохранилище, экз./л

	Прибрежная зона			Русло у с. Коприно, ст. 4	Центральный плёс
	ст. 1	ст. 2	ст. 3		
Май . . . . .	5920	5025	3845	3955	—
Июнь . . . . .	1062	2786	1300	1872	43
Июль . . . . .	160	460	1820	2613	1000
Август . . . . .	—	200	1350	692	213
Сентябрь . . . . .	—	—	510	312	162
Октябрь . . . . .	—	—	87	90	—

Из приведенных данных видно, что весенний пик численности в прибрежье наступал в мае, а в открытой части водохранилища — в июле (см. таблицу). Видовой состав в открытой части оказался не богат и был представлен главным образом 5—7 видами пелагических инфузорий: *Tintinnidium fluviatile*, *Strobilidium velox*, *Codonella cratera*, *Vorticella monilata* и др. Очевидно, численность инфузорий на прибрежных станциях значительно выше, чем в открытом водохранилище.

Все вышесказанное приводит нас к заключению, что прибрежная зона значительно продуктивнее открытых частей водохранилища. Особенно заметна разница в ритмике сезонных явлений: в открытых частях водохранилища фауна инфузорий достигает своего полного развития на 2 месяца позже, чем в прибрежной зоне. Ранний расцвет фауны в прибрежье имеет, вероятно, важное значение в жизни водоема.

Наши данные вполне согласуются с выводами Э. Д. Мордухай-Болтовской (1965) относительно сроков и динамики развития фауны инфузорий в прибрежной и открытой частях водохранилища. Количественные же показатели отличаются весьма существенно, что следует, видимо, объяснить использованием различной методики.

Данные Ю. И. Сорокина (1971) также не противоречат результатам наших исследований. Однако по нашим данным станция у с. Коприно не характеризует открытое водохранилище, поэтому выводы, сделанные Ю. И. Сорокиным на основании сравнения этой станции с прибрежными, нельзя распространять на открытые части водохранилища.

- М о р д у х а й - Б о л т о в с к а я Э. Д. 1965. Материалы по биологии инфузорий Рыбинского водохранилища. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 8 (11).
- С о р о к и н Ю. И. 1971. Сравнительная оценка продуктивности планктона мелководий Волжского плёса Рыбинского водохранилища. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 21 (24).
- Ч о р и к Ф. П. 1968. Свободноживущие инфузории водоемов Молдавии. Кишинев.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

М. Я. К и р п и ч е н к о

### О ЛИНЕЙНОМ ИЗМЕРЕНИИ ДРЕЙССЕНЫ

Полиморфная дрейссена (*Dreissena polymorpha* Pallas) играет большую роль в жизни водоемов и хозяйственной деятельности человека. Свыше 1200 работ посвящено этому виду, число их с каждым годом увеличивается, поэтому необходимо совершенствовать методику ее изучения, чтобы получать реальные данные, оправдывающие труд, затрачиваемый исследователями. Большие требования предъявляет и практика. Существует весьма эффективный метод борьбы с обрастанием дрейссеной гидротехнических сооружений, основанный на знании оптимальных периодов ее умерщвления, устанавливаемых на основании точного определения размеров дрейссены, которых она достигает за определенное время к моменту очистки трубопроводов.

Обычно измеряют длину, ширину (толщину) и высоту организмов. Во многих случаях эти признаки коррелируют как между собой, так и с весом, что дает повод исследователям по измерениям одних величин определять другие. Особенно большое значение придают морфологической длине организма, которую часто принимают за главный признак при определении роста, веса и размеров всего тела. Но у некоторых групп организмов наблюдается большая индивидуальная изменчивость формы, и их длина без соответствующих поправок не может отражать действительные величины веса, объема и т. д. Особенно это касается полиморфной дрейссены. Последняя обладает большим индивидуальным разнообразием формы тела (раковины) и как малоподвижный организм, приспосабливаясь к жизни в различных условиях, сильно меняет свою форму. Даже случайные незначительные травмы раковины влекут за собой изменения соотношений между ее длиной, толщи-



пой и высотой. В водохранилищах нередко встречается дрейссена с раковиной в разной степени индивидуализированной формы, относительно короткой и широкой. По длине эти особи могут быть отнесены к размерным группам на 1—2 интервала ниже их сверстников, а по объему они равны им. Ясно, что размеры раковины в этих случаях сопоставлять с таковыми других особей следует по каким-то другим показателям.

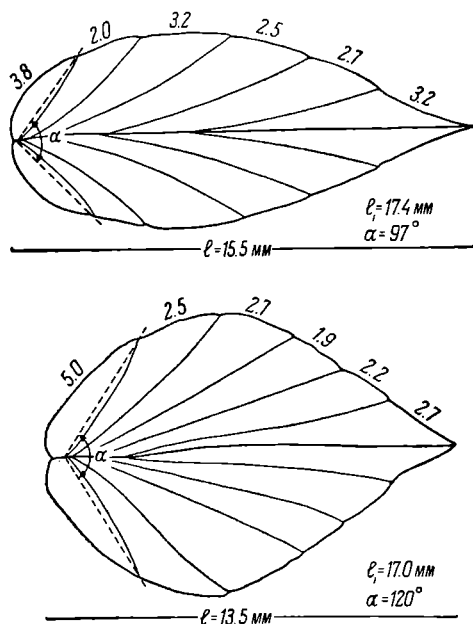


Рис. 1. Морфологическая длина ( $l$ ) и длина «по зоне нарастания колец» ( $l_1$ ) у раковин дрейссены различной формы.

$\alpha$  — угол расхождения колец.

В этом отношении весьма полезной может быть длина «по зоне нарастания колец», т. е. по кривой линии, соединяющей крайние переднюю и заднюю точки по выпуклой поверхности раковины. Размеры этой линии зависят от изменений во время роста моллюска угла ( $\alpha$ ), под которым расходятся первые кольца соответствующих двух створок раковины. Чем больше этот угол, тем круче кривизна линии по зоне нарастания колец и тем более выпуклой делается раковина, а морфологическая длина при этом относительно мало увеличивается (рис. 1). Часто встречаются раковины с одинаковой длиной по линии зоны нарастания колец при различной морфологической длине. Такие особи при анализе размерного состава

популяции следует относить к одной размерной группе; относить их к разным размерным группам, основываясь только на морфологической длине, как это часто делают, было бы неправильно. Заметим, что характер роста раковины значительно лучше выражается шириной колец, чем морфологической длиной. Отсюда следует, что определение темпа роста по морфологической длине должно корректироваться по длине зоны нарастания колец.

Измерять длину по зоне нарастания колец можно разными способами.

1. У раковин длиной не более 10 мм эти измерения производятся под бинокулярным микроскопом с помощью окулярного микрометра. При этом кривая выпуклой стороны разбивается

на малые отрезки, приближающиеся к прямой, сумма которых и составляет длину по зоне нарастания колец.

2. У раковин длиной свыше 10 мм измерения производятся с помощью ленточки миллиметровой бумаги, которую следует перегнуть по одной из жирных линий, чтобы получился острый угол, в который следует вставлять задний конец целой раковины или отдельной створки, а затем, прижимая свободный конец ленточки, доводить ее до противоположного кольца по изогнутой поверхности раковины; крайняя точка последней укажет длину кривой.

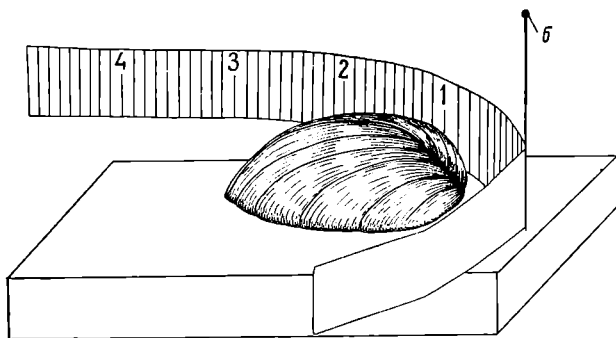


Рис. 2. Станочек для измерения длины дрейссены по «зоне нарастания колец».

1—4 — цифры на измерительной линейке; б — булавка.

Более точно можно измерить кривую, если перегнутую ленточку с помощью булавки, воткнутой или приклеенной в угол по жирной линии, укрепить на пластинке пенопласта, соорудив таким образом станочек с ограничителем для переднего края раковины (рис. 2).

Куйбышевская станция Института биологии  
внутренних вод АН СССР

Ф. Д. Мордухай - Болтовской  
и З. Н. Чиркова

#### ОБЩИЙ ОБЗОР СТРОЕНИЯ И ЭКОЛОГИИ ВИДОВ *ILYOCRYPTUS* (CLADOCERA, MACROTHRICIDAE)

Среди ветвистоусых ракообразных виды рода *Ilyocryptus* занимают особое место. Как известно, все представители сем. *Macrothricidae*, так же как и *Chydoridae*, по сравнению с дру-

гими в основном планктонными кладоцерами входят в состав фитофильной или придонной фауны. Но виды рода *Ilyocryptus*, или илиокрипты, относятся к особой жизненной форме пелофильных (илолюбивых) кладоцер, морфологически и экологически сильно отличающихся от всех других форм отряда *Cladocera*. Илиокрипты не только постоянно живут на дне, но, как правило, зарываются в ил, представляя собой часть инфауны. Это хорошо понимал еще Сарс (Sars, 1861—1862), выделивший род *Ilyocryptus* и давший ему очень удачное название (*Ilyocryptus* в переводе с латинизированного греческого означает «прячущийся в илу»). Поэтому лучшие орудия для сбора и количественного учета илиокриптов — дночерпатели.

Практически удобно собирать илиокриптов трубчатыми приборами, вырезающими колонку грунта (core-samplers в английской литературе) и устроенными так, что можно снять из этой колонки верхний полужидкий слой ила. Промывка грунта должна при этом производиться через достаточно густые сита, применяющиеся для количественного учета мейобентоса (организмов размерами между 0.2 и 2.0 мм). При взмучивании донных отложений планктонными орудиями лова или судном (на мелководьях) илиокрипты легко могут оказаться в пробах планктона, к которому, однако, не имеют никакого отношения.<sup>1</sup>

Вся морфология илиокриптов, их внешний облик, строение конечностей и поведение отчетливо свидетельствуют о вполне бентической жизни.

В настоящее время известно не менее 7 достоверных видов рода *Ilyocryptus*, из которых в Палеарктике обитают 4: *I. sordidus* (Lievin), *I. cornutus* M.-Bolt. et Chirk., *I. agilis* Kurz и *I. acutifrons* Sars. Они отличаются друг от друга деталями структуры поверхности раковины и вооружением створок и постабдомена. Для всех видов рода характерны короткие антенны (2 пары) с почти неоперенными плавательными щетинками и мощным складчатым стволом с крепкими шипами. При таком строении антенны плохо приспособлены к плаванию, но могут разгребать массу мягкого ила. Другая характерная черта всех илиокриптов — чрезвычайно крупный, сжатый с боков постабдомен, вооруженный рядами длинных краевых шипов и очень длинными каудальными когтями. Это связано с жизнью в массе ила, где для продвижения необходимо значительное усилие. Сгибая и разгибая постабдомен, рачок отталкивается им от ила, толкая вперед тело, которое имеет клиновидную форму благодаря треугольной голове и расширяющейся кзади раковине. Одновременно продвижению рачка помогают заребающие движения антенн. Проклады-

---

<sup>1</sup> Между прочим, это часто не принимается во внимание, и многие авторы приводят в списках планктона илиокриптов и хидорид наряду с дафниями, босминами и другими планктонными формами.

вая себе путь, рачок оставляет за собой ход или борозду, напоминающий ход крота и часто даже незаметный на поверхности ила (Чиркова, 1972а). Илиокрипты при этом могут зарываться в ил до глубины 10—15 см, хотя основная масса их локализуется в верхнем слое 0—2 см (Чиркова, 1970).

Способ движения илиокриптов сходен со способом движения бентосных хидорид рода *Leydigia*; последние напоминают илиокриптов также по форме тела и по строению постабдомена (Früer, 1968). Однако виды *Leydigia* не зарываются так глубоко и более подвижны, чем илиокрипты.

Характерно также строение раковины илиокриптов. Края створок несут ряды длинных щетинок, причем на заднем крае щетинки имеют своеобразное ветвистое строение, не встречающееся у других кладоцер. Поверхность створок — со сложной неровной микроструктурой. С этим связана свойственная илиокриптам особенность: как правило, их раковина вдоль брюшного и заднего краев окружена валиком из ила, задерживающегося на краевых щетинках, а иногда покрывающего и боковые стороны створок. Окруженные илом рачки становятся тяжелее; у некоторых видов (*I. sordidus*) раковина утяжеляется еще более из-за неполной липки, при которой на ней остаются несброшенные створки.

Илиокрипты вообще ведут очень малоподвижный образ жизни. Как показано одним из авторов (Чиркова, 1972а), рачки во взрослом состоянии вообще не плавают, а обычно лежат в верхнем слое ила с приоткрытыми створками (часто на спине), производя ритмические движения конечностями, создающие процесс фильтрации. Только поворожденные рачки совершают кратковременные заплывы, но при наличии илистого дна уже через 2—3 часа переходят к образу жизни взрослых. Потревоженные рачки не убегают, а временно замирают, останавливая движение конечностей.

Как видно, поведение илиокриптов резко отличается от поведения других кладоцер и скорее напоминает поведение двустворчатых моллюсков — фильтраторов. Как двустворчатые укрепляются в грунте ногой, так илиокрипты укрепляются в нем благодаря структуре и вооружению створок. У одного вида (*I. cornutus*) на створках есть направленные кзади рога, видимо служащие для фиксации рачка в илу.

Исследования процесса питания илиокриптов (Eriksson, 1934; Сергеев, 1972) показали, что они способны только к фильтрационному процессу. По всей видимости, рачки питаются за счет частиц детрита (точнее бактериального детрита) верхнего полужидкого слоя ила (наилка). Потребление ила идет очень интенсивно, и, как показали наблюдения, может составлять до 138—195% по углероду или 275—400% по количеству органического вещества от веса тела рачка за сутки. Потребляя органическое

вещество иловых отложений, илиокрипты участвуют в деструкции и минерализации органических веществ в водоемах.

С жизнью в илах, где кислородный режим всегда мало благоприятен, связано, очевидно, и наличие у илиокриптов гемоглобина, вызывающего красноватую окраску гемолимфы, на что указывал еще Фокс (Fox, 1955). Вследствие того, что рачки живут в массе ила, они легко переносят временное обнажение грунта; наблюдения в прибрежной зоне Рыбинского водохранилища (Чиркова, 1972б) показали, что после сработки уровня илиокрипты (в частности, *I. sordidus*) долго (до 2 месяцев) живут в грунте, пока он сохраняет влажность. Очевидно, в этих условиях идет и питание, так как продолжается размножение (партеногенез), хотя темп роста замедляется.

Популяции илиокриптов, по крайней мере в Рыбинском водохранилище, отличаются значительной стабильностью. В связи с низкой плодовитостью (в среднем 2—4 яйца) и длительным созреванием самок при температурах ниже 15° численность популяции нарастает медленно и достигает максимума лишь в августе—сентябре. В это время наступает гамогенез (илиокрипты моноцикличны) и откладываются эфиппии. Однако многие самки, сбросившие эфиппий (а также вышедшие из латентных яиц с короткой диапаузой), в виде партеногенетических особей остаются в водоеме и вследствие эвритермичности переживают длительную зиму подо льдом.

Хотя численность илиокриптов в течение года изменяется очень сильно, в разные годы характер кривой ее динамики остается сходным. Стабильности популяции рачков способствует их незначительное истребление хищниками. Скрытый образ жизни, замаскированность илом и малая подвижность илиокриптов позволяют им избегать многих врагов. В пище рыб они имеют, как правило, второстепенное значение. Из пелофильных хищных личинок хирономид преимущественно *Procladius* поедает илиокриптов, но в водоемах он предпочитает, видимо, более подвижных хидорид. Один из врагов илиокриптов — паразитические или, вернее, факультативно паразитические нематоды, уничтожающие рачков в условиях слабого заплыва.

Илиокрипты могут считаться самыми типичными представителями группы бентосных кладоцер, зашедшими наиболее далеко по пути специализации к чисто пелофильному образу жизни. К этой группе относятся также некоторые хидориды: упомянутые выше виды рода *Leydigia*, а также, видимо, некоторые виды рода *Alona* (*A. quadrangularis*), *Monospilus dispar*.

Выполненные в последние годы на Рыбинском водохранилище исследования видов *Ilyocryptus* помогут понять экологию этой своеобразной группы и место, которое она занимает в биотическом круговороте внутренних водоемов.

- Сергеев В. Н. 1972. Способы питания некоторых макротрицид (*Cladocera*, *Macrothricidae*). Информ. бюлл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 16.
- Чиркова З. Н. 1970. О вертикальном распределении *Macrothricidae* (*Cladocera*). Информ. бюлл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 7.
- Чиркова З. Н. 1972а. Некоторые наблюдения над поведением *Ilyocryptus sordidus* (*Macrothricidae*, *Cladocera*). Информ. бюлл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 13.
- Чиркова З. Н. 1972б. Наблюдения по выживанию кладоцер рода *Ilyocryptus* (*Macrothricidae*) во влажных грунтах. Информ. бюлл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 17.
- Eriksson St. 1934. Studien über die Fangapparate der Branchiopoden nebst einigen phylogenetischen Bemerkungen. Zool. Bidr. Uppsala, 15.
- Fox H. 1955. The effect of oxygen on concentration of haem in invertebrates. Proc. Roy. Soc., Ser. B, № 911, 143.
- Fryer G. 1968. Evolution and adaptive radiation in the Chydoridae. Philos. Trans. Roy. Soc. London, ser. B, Biol. Sci. 253.
- Sars G. O. 1861—1862. On de i Omegnen of Christiania forekommende Cladocerer. Forhandl. Vidensk. Selsk. Christiania, aar 1861.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

Н. Ф. Смирнова

## О РЕАКЦИЯХ ДРЕЙССЕНЫ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ СОЛЕННОСТИ И ФЕНОЛА

Задача настоящей работы — сравнить устойчивость *Dreissena polymorpha* (Poll) к двум агентам высоких концентраций, различающимся по своей природе и механизму действия на животного, — солёности и фенолу. Для выяснения состояния организма в момент действия на него растворов солёности и фенола проведены опыты по потреблению кислорода *D. polymorpha* в различных концентрациях этих веществ.

Опыты показали, что моллюски легко адаптируются к концентрациям солёности 3‰ и фенола 100 мг/л. В этих растворах на

Материал собирали в Волжском плёсе Рыбинского водохранилища. Опыты проводили в лаборатории при температуре 18—20° с растворами солёностью 3, 5, 10, 20, 30‰ (растворы готовили из среды Шмальц-Прата, соответствующей океаническому составу солей с исходной концентрацией 36‰) и концентрациями фенола 100, 200, 400, 600, 800, 1000 мг/л.

Выживаемость животных определяли временем от начала действия исследуемых агентов до полной потери возбудимости у целых организмов. Ежедневно, начиная с момента постановки эксперимента, по сравнительной устойчивости моллюсков к фенолу и солёности определяли потребление кислорода этими животными методом Винклера. Кислородные опыты продолжались 2 час. и заканчивались раньше, чем было потреблено 40—50% кислорода в контрольных сосудах со свежей водой. Использовано 1450 экз. животных.

10—15-е сутки более 85% моллюсков не испытывают явного угнетения, на что указывает как количество выживших животных

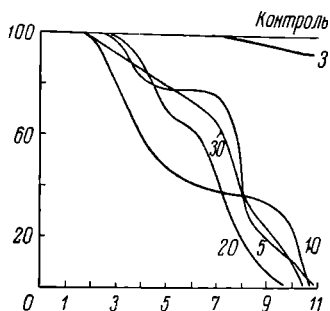


Рис. 1. Выживаемость *Dreissena polymorpha* в различных концентрациях солености, ‰.

По оси ординат — выживаемость, %; по оси абсцисс — время опыта, сутки.

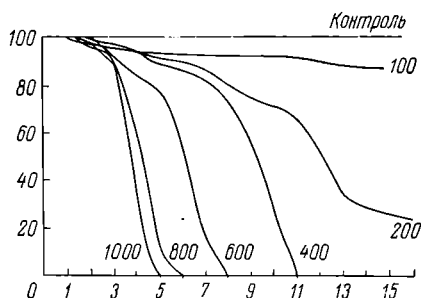


Рис. 2. Выживаемость *Dreissena polymorpha* в различных концентрациях фенола, мг/л.

Обозначения те же, что на рис. 1.

(рис. 1, 2), так и их поведение, не отличающееся от поведения таких же моллюсков в контроле. Воздействие более высоких концентраций солености (5, 10, 20, 30‰) в течение 9—11 суток приводит к гибели всех подопытных животных. В опытах с большими концентрациями фенола (1000, 800, 600, 400 мг/л) гибель моллюсков наблюдается на 5—11-е сутки.<sup>1</sup> Следует отметить, что при высоких концентрациях солености наблюдается несколько меньшая индивидуальная изменчи-

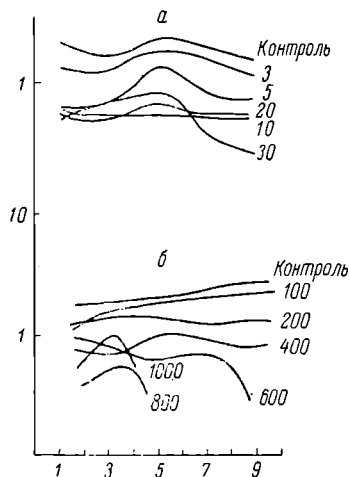


Рис. 3. Потребление кислорода *Dreissena polymorpha* в различных концентрациях солености (а) и фенола (б).

а — концентрация солености, ‰; б — концентрация фенола, мг/л. По оси ординат — количество потребленного кислорода (мг) на 1 г живого веса в час, шкала логарифмическая; по оси абсцисс — время опыта, сутки.

вость в выживаемости моллюсков по сравнению с фенольными растворами.

<sup>1</sup> Концентрация фенола 200 мг/л для дрейссены, как было показано ранее, — сублетальна, выживаемость в таких растворах в наибольшей степени зависит от физиологического состояния животного во время опыта (Смирнова, 1971).

Таким образом, опыты по выживаемости моллюсков показали, что они легко адаптируются к слабым растворам солености (3‰) и фенола (100 мг/л); растворы соленостью выше 5‰ действуют таким же губительным образом, как и концентрации фенола 400 мг/л и выше.

Определение количества потребленного кислорода в различных концентрациях солености и фенола показало, что в растворах соленостью 3‰ и фенола 100 мг/л оно несколько ниже, чем в контроле, но выше, чем при более высоких концентрациях (рис. 3, а, б). В зоне больших концентраций солености и фенола уровень метаболизма животных значительно падает. Сходство всего хода снижения уровня метаболизма с увеличением концентрации подтверждает общий характер реагирования организма на оба исследуемых фактора.

Подводя итог всему сказанному, можно сделать вывод, что устойчивость двусторчатого моллюска *D. polymorpha* к различным концентрациям солености и фенола носит принципиально сходный характер.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

Смирнова Н. Ф. 1971. Устойчивость *Dreissena polymorpha* к различным концентрациям фенола. Информ. бюлл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 14.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

А. И. Ш и л о в а

#### О СЕЗОННЫХ ФОРМАХ *MICROTENDIPES* *PEDELLUS* DE GEER (*DIPTERA*, *CHIRONOMIDAE*)

*Microtendipes pedellus* De Geer и *M. chloris* Mg. — наиболее широко распространенные и массовые виды этого рода (Fittkau и. а., 1967). Их личинки заселяют олиго- и эвтрофные озера, пруды, водохранилища, водопроводные каналы, равнинные реки; они найдены на всех глубинах, преимущественно на илах, богатых органическими остатками, и в обрастаниях на камнях.

Оба вида считаются моноциклическими. *M. chloris* в условиях Рыбинского водохранилища летит только весной — в конце апреля — начале июня; массовый лёт происходит в первой половине мая, что совпадает с данными Л. Г. Базь (1959) для Учинского водохранилища, Брундина (Brundin, 1949) для озер Швеции,



Райсса (Reiss, 1968) для Боденского озера — ФРГ, Манди (Mundie, 1957) для стоячих водоемов Англии и Мотеса (Mothes, 1971) для Штехлинзее — ГДР.

*M. pedellus* летит, по нашим наблюдениям, в конце июня—августе, массовый лёт бывает в конце июля—первой половине августа, что также соответствует данным вышеназванных авторов.

*M. pedellus* и *M. chloris* различаются только по окраске имаго. При этом *M. chloris*, вылетающий ранней весной или в начале лета, окрашен темнее *M. pedellus*, вылетающего летом.

Личинки (Базь, 1959; Mothes, 1971) и куколки (Mothes, 1971) морфологически не различаются. Приведенные специалистами (Bause, 1914; Базь, 1959) различия в количестве зубцов задних углов VIII сегмента куколки, как показали наши наблюдения, не имеют таксономического значения, так как число зубцов варьирует в указанных авторами пределах (2—10).

Поскольку преимагинальные стадии развития *M. chloris* и *M. pedellus* не отличаются, а имаго, имеющие идентичный гипопигий, различаются только окраской и фенологией: *M. chloris* (ранневесенняя форма) окрашена, естественно, темнее *M. pedellus* (летней формы), следует предположить, что в данном случае наблюдается сезонный диморфизм, виды идентичны, и по правилу приоритета *M. chloris* следует считать синонимом *M. pedellus*.

Подтверждением этому служат также данные Базь (1959) и Мотеса (Mothes, 1971). Первым автором в лаборатории из кладок, отложенных весной самками *M. chloris*, получены личинки, из которых в середине—конце лета вылетели имаго (самки), т. е. моноциклический вид вылетал дважды, чего обычно не отмечалось. Вылетевшие самки отличались (устное сообщение Базь) от особей весенней генерации, и их определение как *M. chloris* было весьма сомнительным. В природе в это же время вылетал только *M. pedellus*, и, вероятнее всего, вылетевшие в лаборатории самки относились именно к этому виду.

Мотесом получены интересные данные в условиях Штехлинзее. Им показано, что *M. chloris* летит весной из перезимовавших личинок, обитающих как в эпи-, так и в гиполимнионе, в то же время в условиях эпилимниона развивается вторая генерация, имаго которой окрашены светлее и определяются как *M. pedellus*. Автор отмечает также, что и весной среди типичных *M. chloris*, а летом среди *M. pedellus* попадаются особи соответственно более светлые или более темные, однако идентифицировать эти экземпляры часто очень трудно, а подчас и невозможно даже опытному специалисту. Несмотря на четкие данные, свидетельствующие об идентичности этих видов, Мотес не синонимизирует их, а считает особой экологической единицей, под которой понимает морфологически различные популяции, одинаковые в экологическом отношении. Однако и по его данным морфологические различия сводятся к окраске имаго. Сезонные различия в окраске отмеча-

лись Н. С. Калугиной (1971) для видов рода *Chironomus*, у которых из перезимовавших личинок появляются весной более крупные и темные экземпляры имаго, а из личинок летних генераций более мелкие и светлые, что связано с развитием личинок при различной температуре. Это явление изучалось у хирономид экспериментально (Moeller, 1964, 1966) и в полевых условиях (Калугина, 1971; Mothes, 1971). Для других насекомых оно известно давно.

Таким образом, *M. pedellus* и *M. chloris* следует рассматривать как сезонные или экологические формы, относящиеся к одному виду, — *M. pedellus*. Он повсеместно распространен в Европе и, по-видимому, в Советском Союзе. Достоверно известен из Московской (Базь, 1959), Ярославской (сборы автора) и Иркутской областей (Линевич, 1964). Всюду дает 2 поколения в год.

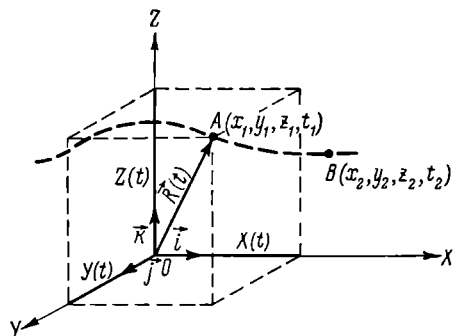
#### ЛИТЕРАТУРА

- Базь Л. Г. 1959. Биология и морфология представителей рода *Microtendipes*, обитающих в водопроводном канале Учинского водохранилища. Тр. ВГБО, IX.
- (Калугина Н. С.) Kalugina N. S. 1971. *Chironomidae* in Piscicultural Ponds (*Diptera*, *Chironomidae*). *Limnologica* (Berlin), VIII, 1.
- Линевич А. А. 1964. Тендипиды (хирономиды) Прибайкалья и Западного Забайкалья. Автореф. дисс. Л.
- Bause E. 1914. Die Metamorphose der Gattung *Tanytarsus* und einiger verwandter *Tendipediden*arten. *Arch. Hydrobiol.*, 11, 1.
- Brundin L. 1949. Chironomiden und andere Bodentiere der südschwedischen Urgebirgsseen. Rep. Inst. Freshwat. Res. 30. Drottningholm.
- Fittkau E. I., D. Schlee F., Reiss F. 1967. *Chironomidae*. *Limnofauna Europaea*. Stuttgart.
- Moeller J. 1964. Über die temperaturabhängige Variabilität der Pigmentierung von *Chironomus halophilus* Kieff. *Arch. Hydrobiol.*, 60.
- Moeller J. 1966. Die Färbung als diagnostisches Merkmal bei Chironomiden. *Limnologische Schriftenreihe*, 41/42.
- Mothes G. 1971. Ökologische Einheiten bei Chironomiden *Limnologica*. Berlin, VIII, 1.
- Mundie J. H. 1957. The ecology of *Chironomidae* in storage reservoirs. *Trans. Roy. entomol. Soc. London*, 109.
- Reiss Fr. 1968. Ökologische und systematische Untersuchungen an Chironomiden (*Diptera*) des Bodensees. *Arch. Hydrobiol.*, 64, 3.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

# К ВЕРОЯТНОСТНОМУ ОПИСАНИЮ ПОВЕДЕНИЯ МИГРИРУЮЩИХ РЫБ

Наличие нужных технических средств позволяет в настоящее время с известной точностью регистрировать основные элементы поведения мигрирующих рыб (Биотелеметрия, 1965; Поддубный и др., 1966; Поддубный и Спектор, 1967; Поддубный, 1971, и др.). Слежение за подопытной рыбой предусматривает определение ее координат во времени в какой-либо системе,



Определение местоположения рыбы в прямоугольной системе координат.

Объяснение см. в тексте.

например в прямоугольной XYZ (см. рисунок). Местоположение рыбы в момент  $t$  можно определить вектором  $\vec{R}(t) = \vec{i}X(t) + \vec{j}Y(t) + \vec{k}Z(t)$ , проведенным к ней в этот момент из начала координат, где  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$  — единичные векторы этой системы координат,  $X(t)$ ,  $Y(t)$ ,  $Z(t)$  — проекции  $\vec{R}(t)$  на ось XYZ.

Телеметрические работы, выполненные лабораторией ихтиологии Института биологии внутренних вод АН СССР в 1965—1971 гг.,

позволили выяснить некоторые общие закономерности миграций отдельных видов рыб. Качественный анализ этих результатов и литературных данных позволяет сделать вывод о присутствии стохастичности в движении мигрантов (в пространстве и времени) на фоне общих закономерностей. Это объясняется наличием у рыб ряда способов ориентации. Поскольку рыба при ориентации одновременно использует комплекс факторов среды (Поддубный, 1971), а все факторы взаимосвязаны и сами изменяются в пространстве и времени, трудно сказать, какой из них в данный момент главный. Изменением значимости факторов объясняются и противоречия в литературных данных, возникающие при попытках установить основные ориентиры.

Количественный анализ регистрируемых элементов двигательного поведения рыб имеет большое значение в связи с потребностью рыбного хозяйства в получении более объективной информации о миграциях рыб, прогнозах распределения их в водоемах, а также способствует дальнейшему выяснению общих принципов ориентации и навигации животных. В данном сообщении используется методика вероятностного описания миграций рыб на примере перестовой миграции волжского осетра. Без какого-либо

ограничения общности движение мигрантов удобно рассматривать как случайную вектор-функцию  $\vec{R}(t)$ , которая выражается через одномерные функции  $X(t)$ ,  $Y(t)$ ,  $Z(t)$ . Описание элементов двигательного поведения мигрирующих рыб сводится к описанию этих случайных функций и их производных. Под случайной понимается такая функция, которая может принять тот или иной конкретный вид, причем точно заранее невозможно предвидеть, какой именно. Однако область возможных значений ее может быть известна.

При фиксированном значении аргументов, например при  $t=t_1$ , для  $X(t)$  получаем сечение  $X(t_1)$ , позволяющее анализ случайных функций свести к изучению случайных величин. Полное вероятностное описание каждого сечения достигается определением интегральной  $F(x, t)$  или дифференциальной  $f(x, t)$  функции распределения. Однако на практике часто трудно установить вид функции распределения и обычно используется краткое описание сечения случайной функции. Оно дается моментами распределения различного порядка, которые в общем случае тоже зависят от параметра. Чем большее количество моментов высокого порядка определено, тем лучше в статистическом смысле будет описано сечение случайной функции. Считается, что возможные значения, которые может принимать случайная величина достаточно хорошо определены, если известны моменты распределения 1—4-го порядков.

Таким образом, закон распределения подробно, а моменты распределения сокращенно описывают случайную функцию в любом ее сечении. В некоторых случаях такого описания недостаточно, ибо оно количественно не отражает связь между различными сечениями случайной функции. Связь между различными сечениями устанавливается с помощью корреляционных функций, хотя их вычисление представляет определенные трудности. Простейший случай этой связи тот, при котором наблюдается полная независимость значений реализации случайной функции. Эта ситуация обобщена А. А. Марковым (1924) и может быть использована для описания перестовой миграции осетра. При этом предполагается, что комплекс биотических и абиотических факторов на данной фазе жизненного цикла вероятностно определяет поведение рыбы следующим образом: величина вероятности последующего перемещения из зоны точки  $A(x_1, y_1, z_1, t_1)$  в зону точки  $B(x_2, y_2, z_2, t_2)$  полностью определяется комплексом факторов зоны точки  $A$  (см. рисунок). Данное предположение более приемлемо ввиду вероятностного подхода к учету действия комплекса взаимосвязанных факторов, особенно при перестовой миграции, когда способность рыбы к ориентации можно считать достаточно сформированной (Поддубный, 1971). Еще более глубокий подход к анализу явления возможен при учете нескольких предшествующих точек (сложный марковский процесс). Пока-

зано, что любая динамическая система может трактоваться как марковская при соответствующем выборе фазового пространства.

Для простых процессов, по А. А. Маркову, при рассмотрении проекции движения на ось  $OX$  плотность вероятности  $f(x, t)$  удовлетворяет интегральному уравнению:

$$f(x_0, x, t + t^1) = \int f(x_0, x^1, t) f(x^1, x, t) dx^1, \quad (1),$$

где интегрирование производится во всей доступной для рыбы области значений  $x^1$ . Смысл уравнения (1) следующий: переход из положения  $x_0$  в положение  $x$  за время  $t + t^1$  может быть осуществлен путем перехода сначала к любому доступному  $x^1$  за время  $t$  и затем к  $x$  за время  $t^1$ . Из уравнения (1) можно получить параболическое дифференциальное уравнение Эйнштейна-Фоккера-Планика (Колмогоров, 1938):

$$\frac{\partial f}{\partial t} = -\frac{\partial (K_1 f)}{\partial x} + K_2 \frac{\partial^2 f}{\partial x^2}, \quad (2),$$

где  $K_1$  имеет смысл проекции скорости упорядоченного движения по оси  $OX$ , а  $K_2$  — так называемый коэффициент диффузии, характеризует подвижность неупорядоченного движения вдоль оси  $OX$ . Можно показать справедливость соотношения:

$$\overline{(x - x_0)^2} = K_1 t^2 + 2K_2 t, \quad (3),$$

откуда при вычисленном  $K_1$  легко находится  $K_2$ .

Заметим, что величина коэффициентов  $K_1$  и  $K_2$  зависит как от особенности биологии вида, так и от экологической ситуации. Для рыб с близкими биологическими показателями они могут служить объективными числовыми критериями сложности экологической ситуации.

С помощью уравнения (2) описывается марковский процесс преимущественного движения с переменной в общем случае скоростью  $K_1$  в направлении  $OX$ , на которое накладывается некоторое неупорядоченное движение, характеризваемое коэффициентом  $K_2$ .

Анализ результатов эксперимента с одновременным выпуском группы из 30 меченых осетров за пределами приплотинного участка Волгоградского водохранилища (Поддубный, 1971) выявил соответствие решения уравнения (2) с результатами эксперимента. Ввиду трудностей решения аналогичных уравнений со сложными граничными условиями по  $OY$  и  $OZ$  для распределений по этим осям сделана статистическая оценка. Далее для 40 осетров, выпущенных из рыбохода в разное время суток, построены экспериментальные кривые распределения (под  $t$  здесь понимается время движения рыбы после ее выпуска из рыбохода). При вычисленных

$K_1$  и  $K_2$  для этого случая уравнение качественно верно и количественно довольно точно (с вероятностью 0.99) описывает эксперимент.

Результаты анализа, таким образом, показывают, что применение простых марковских процессов при описании поведения рыб дает хорошее приближение. Дальнейшее использование аппарата случайных процессов, в частности марковских, совместно с параллельным прослеживанию пути рыб анализом факторов окружающей среды позволит вплотную подойти к выявлению общих принципов ориентации и навигации мигрантов.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

Биотелеметрия. 1965. М.

Колмогоров А. Н. 1938. Об аналитических методах в теории вероятностей. В кн.: Успехи математических наук, V. М.

Марков А. А. 1924. Исчисление вероятностей. М.

Поддубный А. Г. 1971. Экологическая топография популяций рыб в водохранилищах. Л.

Поддубный А. Г., Спектор Ю. И. и Кидун С. М. 1966. Результаты первых опытов прослеживания пути осетровых, несущих электронные метки. Вopr. ихтиол., VI, 4 (41).

Поддубный А. Г. и Спектор Ю. И. 1967. Исследование миграционного поведения осетров в зоне плотины биотелеметрическим методом. В кн.: Вопросы бионики. М.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

О. Ф. Кондрацова и Н. П. Смирнов

### О КВАЗИДВУХЛЕТНЕМ КОЛЕБАНИИ В СТОКЕ РЕК СССР

В связи с открытием 2-летнего колебания стратосферных ветров значительно расширился интерес к исследованию этой цикличности в изменениях различного рода климатических явлений. В этом плане несомненный интерес представляет изучение 2-летней вариации в многолетних колебаниях стока рек, поскольку сток — интегрирующий показатель климатических изменений.

Анализ колебаний стока рек СССР на 2-летнюю цикличность выполнен по среднемесячным значениям расходов воды на 35 створах, включающих 16 рек европейской части СССР, 6 рек Средней Азии и 13 рек Сибири. Период наблюдений, использованный в анализе, составил для большинства рек 32 года (1931—1962 гг.), а на створах Волги — 57 лет (1908—1964 гг.). Чтобы исключить сезонную составляющую в колебаниях стока рек и вариации

с периодом 4—5 и более лет, все стоковые ряды подвергнуты фильтрации с помощью полосового фильтра скользящего осреднения «13—37», т. е. из средних 13-месячных скользящих значений вычитались средние 37-месячные скользящие значения расходов.

Период, амплитуды и фаза квазидвухлетнего цикла в стоке рек СССР

Река, пункт наблюдений	Период $P$	Амплитуда $A$	$A/A_{абс.}$	Фаза $\varphi^\circ$
Немац, г. Смалитинкай . . . .	27	96	52	310
Зап. Двина, г. Даугавпилс . . . .	30	44	20	275
Нева, Петрокрепость . . . . .	39	129	13	194
Сев. Двина, г. Усть-Пинега . . . .	30	315	22	302
Печора, г. Троицко-Печорск . . . .	26	46	26	341
Волга, с. Старица . . . . .	30	18	21	263
Волга, Ярославль . . . . .	25	110	22	283
Унка, Макарьев . . . . .	33	15	13	297
Волга, Горький . . . . .	26	224	20	272
Ока, Муром . . . . .	27	99	34	222
Кама, Пермь . . . . .	25	128	23	309
Волга, Куйбышев . . . . .	26	461	17	263
Волга, Волгоград . . . . .	26	471	18	263
Днепр, Киев . . . . .	30	204	29	249
Дон, г. Лиски . . . . .	24	34	26	253
Кубань, Краснодар . . . . .	25	49	36	51
Урал, с. Кушум . . . . .	29	90	26	338
Сырдарья, г. Беговат . . . . .	25	46	13	94
Амударья, кишлак Чатлы . . . . .	25	132	23	88
Нарын, г. Учкурган . . . . .	24	28	21	52
Чирчик, г. Чимбайлык . . . . .	25	20	23	82
Или, ур. Капчагай . . . . .	27	37	23	21
Иртыш, Тобольск . . . . .	25	172	13	339
Обь, Новосибирск . . . . .	24	194	29	26
Обь, г. Салехард . . . . .	26	710	22	315
Енисей, г. Енисейск . . . . .	34	353	18	17
Ангара, Иркутск . . . . .	43	70	9	99
Нижняя Тунгуска, с. Большой Порог . . . . .	30	169	23	234
Витим, г. Бодайбо . . . . .	24	125	17	124
Вилуй, с. Сунтар . . . . .	34	26	7	292
Лена, с. Табага . . . . .	35	173	9	234
Алдан, с. Охотский Перевоз . . . .	30	390	34	242
Индиگیرка, местечко Воронцово . .	37	64	13	195
Колыма, г. Среднеколымск . . . .	37	122	14	245
Амур, Хабаровск . . . . .	25	1089	29	121

К обработанным таким образом рядам по стоку применены методы спектрального и периодограммного анализов. Результаты анализа, приведенные в таблице, дают достаточно полное представление о временной структуре стоковых рядов в избранном интервале частот. Оказалось, что стоковые ряды почти на всех створах

содержат колебание с периодом 24—30 месяцев. Амплитуда данного колебания на спектрограммах у подавляющего числа рек имеет 99—95%-й уровень обеспеченности. Однако на некоторых

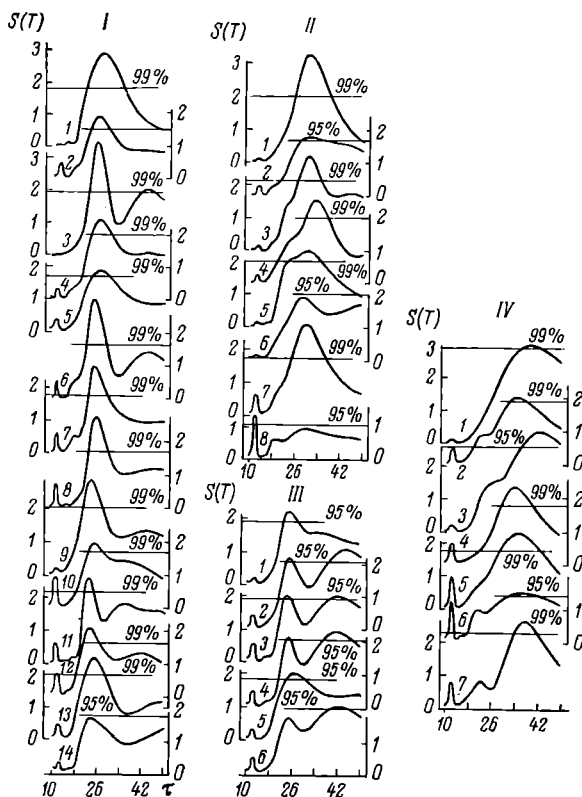


Рис. 1. Спектрограммы изменения расходов воды на реках СССР (фильтр «13-37»).

По оси ординат — спектральная плотность; по оси абсцисс — период, месяцы. I—IV — типы спектрограмм. I тип: 1 — Неман, 2 — Печора, 3 — Волга (Ярославль), 4 — Волга (Горький), 5 — Ока, 6 — Кама, 7 — Волга (Куйбышев), 8 — Волга (Волгоград), 9 — Кубань, 10 — Обь (Новосибирск), 11 — Обь (Салехард), 12 — Витим, 13 — Амур, 14 — Дон. II тип: 1 — Зап. Двина, 2 — Сев. Двина, 3 — Волга (Старица), 4 — Унжа, 5 — Днепр, 6 — Урал, 7 — Алдан, 8 — Нижняя Тунгуска. III тип: 1 — Сырдарья, 2 — Амударья, 3 — Нарын, 4 — Чирчик, 5 — Или, 6 — Иртыш. IV тип: 1 — Нева, 2 — Енисей, 3 — Ангара, 4 — Вилюй, 5 — Лена, 6 — Индигирка, 7 — Колыма.

реках Сибири 2-летнее колебание как таковое отсутствует, и наблюдается колебание с периодом около 3 лет.

На рис. 1 приведены спектрограммы изменения расходов воды на всех 35 створах, сгруппированные в 4 типа. К 1-му типу отне-



сены реки, в которых в изменениях среднемесячных расходов воды наблюдается одна четкая вариация с периодом около 26 месяцев; ко 2-му — реки, имеющие в колебаниях стока хорошо выраженную 30-месячную вариацию; к 3-му — реки Средней Азии и Иртыш. Почти у всех рек 3-го типа в изменениях стока, кроме вариации с периодом 25 месяцев, четко выделяется колебание с периодом более 3 лет. Наконец, 4-й тип составили реки не с 2-летней, а с 3-летней вариацией. Указанные типы рек хорошо лока-

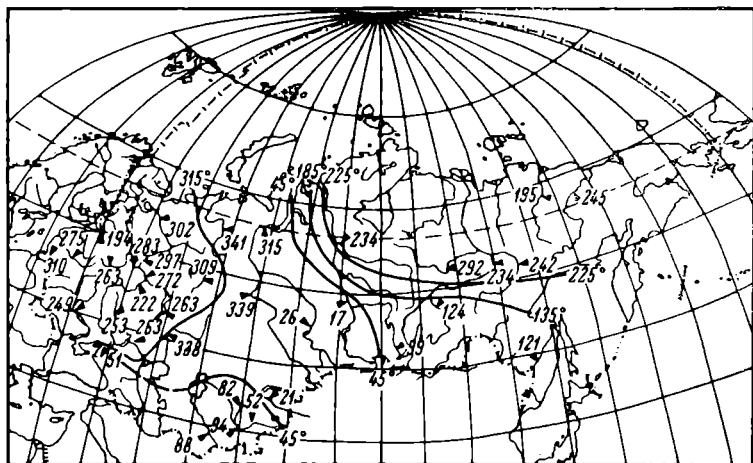


Рис. 2. Распределение фаз квазидвухлетнего цикла в стоке по территории СССР.

Треугольниками обозначены створы, цифры около них — фазы, градусы.

лизуются по территории СССР. Первый и 2-й типы характерны для рек европейской части СССР, Оби (без Иртыша), а также Амура, Витима и Алдана. Черты рек 3-го типа проявляются только в Средней Азии и бассейне Иртыша. Реки 4-го типа занимают северные районы Восточной Сибири. Иными словами, квазидвухлетняя цикличность в стоке рек имеет место на всей территории СССР, за исключением северных районов Восточной Сибири, где в исследуемые годы преобладал цикл большей длительности.

Отношение квазидвухлетних амплитуд к абсолютным амплитудам, выбранным по среднегодовым расходам воды на соответствующих створах за рассматриваемый промежуток времени ( $A/A_{\text{абс.}}$ ), характеризует долю участия данной цикличности в общей изменчивости стока на том или ином створе (см. таблицу). Как следует из приведенных данных, на долю квазидвухлетней вариации приходится в среднем 20—25% от общей изменчивости стока. На отдельных реках это отношение превышает 30%, в то

время как на реках Сибири амплитуда 26-месячной гармоникки значительно меньше.

Фазы 2-летнего колебания выбраны за средний период (26 месяцев) и приведены к одному моменту времени — июлю 1932 г. Из таблицы видно, что почти у всех рек европейской части СССР, за исключением Кубани, фазы рассматриваемого цикла лежат в пределах одного квадранта, изменяясь от 225 до 315. В пределах этого квадранта лежат фазы 2-летней гармоникки и в стоке рек рр. Лены, Алдана, Вилюя и Колымы. В то же время в стоке рек Средней Азии, Кубани, а также Амура и Витима отмечается четко выраженная противофазность стоку перечисленных выше рек. Схематизируя полученные результаты, можно представить характер распределения фаз 2-летнего цикла на территории СССР таким, как показано на рис. 2. Такое распределение фаз указывает на асинхронность в колебаниях стока рек, расположенных в северных широтах, и рек более южных областей, т. е. зональная асинхронность — основная закономерность стока рек СССР в квазидвухлетнем цикле.

---

А. С. Л и т в и н о в

**О ФОРМИРОВАНИИ И УСТОЙЧИВОСТИ СЛОЯ  
СКАЧКА В МОШКОВИЧСКОМ ЗАЛИВЕ  
ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

Современные тепловые электростанции, используя большое количество воды, служат источником дополнительного тепла, поступающего в водоемы-охладители. Сброс теплых вод приводит к неизотермии потока и формированию стратифицированных течений, возникающих под влиянием гравитационных сил при наличии разности плотностей. С формированием стратифицированных течений происходит гидравлическое и тепловое взаимодействие циркуляционного расхода тепловой станции и вод водоема, зависящее от расхода подогретых вод, морфологических особенностей участка водосброса, конструкции водосбросного сооружения и других факторов. Наиболее характерны для водохранилищ-охладителей двухслойные потоки с разнонаправленным движением вод.

Результаты исследований в районе сброса подогретых вод Конаковской ГРЭС показывают, что в зимний период при интенсивной сработке Иваньковского водохранилища уклоны водной поверхности в Мошковичском заливе, принимающем сбросные воды ГРЭС, весьма значительны. Основная роль в перемещении

вод принадлежит силе тяжести и инерционным силам. Резко выражена турбулентность потока. Вертикальные температурные градиенты отсутствуют. Скорость течения колеблется от 0.3 до 0.6 м/сек., повышаясь на отдельных участках в марте—апреле до 1.0—1.5 м/сек. (Буторин, Литвинов, 1970).

В период весеннего наполнения Иваньковского водохранилища воды половодья пропускаются транзитом. Скорость транзитного течения в русле Волги в апреле достигает 0.6—0.7 м/сек. При выходе из залива поток теплых вод транзитным течением прижимается к правому берегу водохранилища. Несмотря на значительные скорости течения в заливе и в водохранилище, в это время наблюдаются резкие горизонтальные градиенты температуры (рис. 1, б, в). В то же время вертикальное температурное расслоение вод отсутствует.

При наполнении водохранилища до НПУ и общим прогревом вод до 8—11° температура сбросных вод выплывает до 18—20°, а вследствие уменьшения уклонов водной поверхности скорость течения в заливе снижается до 0.15—0.30 м/сек. Изменяется плотностное соотношение между сбрасываемыми водами и водами водохранилища. Возникает слой температурного скачка и скачка плотности, который лежит на глубине от 2 до 4 м. Максимальные температурные градиенты в слое скачка наблюдаются в мае—июне и достигают 7—8° на 1 м. Поскольку плотностная неоднородность вод создается лишь вследствие разности температуры, изостеры (линии равной плотности) наклонены параллельно изотермам и практически повторяют их ход (рис. 2, а, б).

При наличии в потоке устойчивого расслоения плотности для выравнивания его характеристик по вертикали необходима дополнительная работа на преодоление устойчивости, так как значительно уменьшается турбулентное перемешивание в вертикальной плоскости. В связи с этим подъему более тяжелых частей жидкости, лежащих внизу, препятствует сила тяжести, а опусканию более легких — гидростатическая подъемная сила (Архимедова сила). Четко выраженное турбулентное перемешивание и гомотермия наблюдается только в непосредственной близости от водослива в верховьях залива. С дальнейшим распространением сбросных вод возникшая у водослива турбулентность быстро гасится. Процесс затухания турбулентного перемешивания наиболее четко выражен при максимальных градиентах плотности. В этот период движение становится наиболее устойчивым.

В результате неравномерного распределения плотности, вызванного наличием термической стратификации и поддерживаемого непрерывным поступлением теплых вод, в заливе создается плотностная циркуляция с разнонаправленным движением вод. При этом компенсационный поток холодных вод вызывается плотностной силой, обусловленной различной глубиной залегания изобарических поверхностей. Вычисления положения изобаричес-

ких поверхностей показывают, что разность в глубинах их залегания в верховьях залива и его устье достигает 7 мм, а в отдельных случаях 10 мм (рис. 2, в). Отсюда следует, что уклон, вызванный

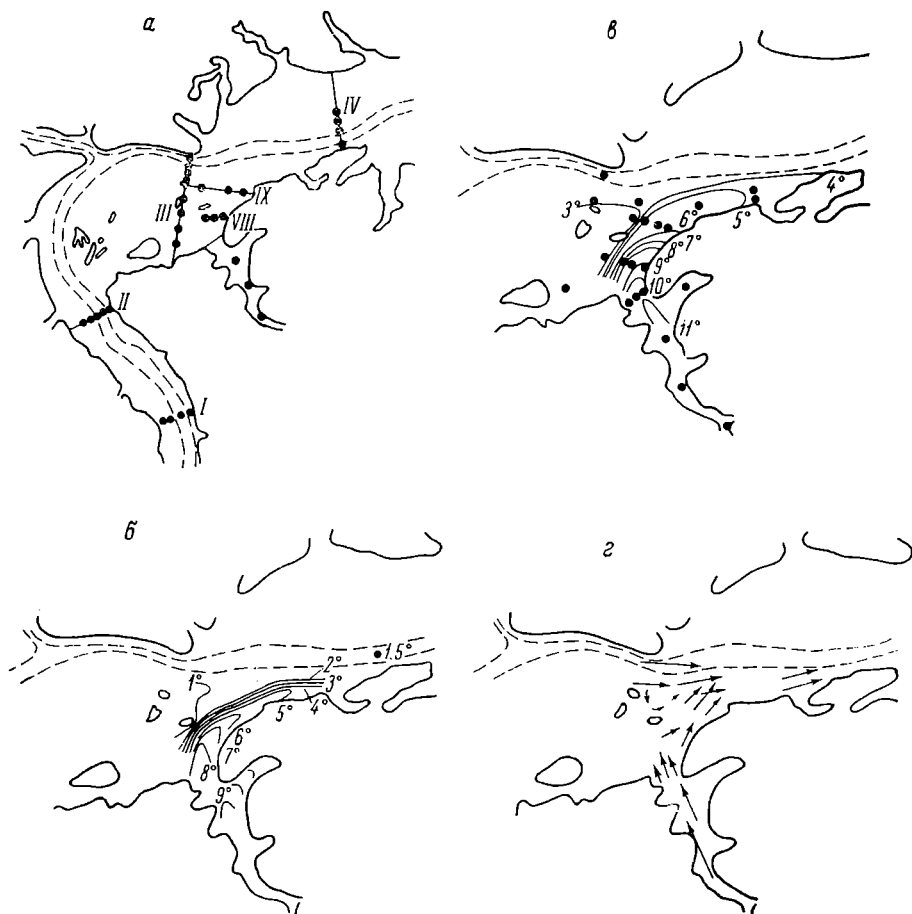


Рис. 1. Схема расположения станций (а), распределение температуры воды на глубине 0.5 м 17 IV 1970 (б) и 20 IV 1970 (в), схема течений (г) 17 IV 1970 в районе сброса подогретых вод Конаковской ГРЭС.

Римские цифры — номера гидрологических разрезов, точки — станции наблюдений.

градиентом плотности, в заливе имеет тот же порядок, что и уклон горизонтальной составляющей силы тяжести. Из приведенных данных (рис. 2, в) видно, что максимальные уклоны наблюдаются в районе VIII разреза, где и была зафиксирована максимальная скорость компенсационного течения (до 10 см/сек.).

Возникает вопрос, насколько устойчиво наблюдающееся в заливе температурное расслоение. За характеристику вертикальной устойчивости потока обычно принимается критерий Ричардсона:

$$Ri = \frac{-\frac{g}{\bar{\rho}} \cdot \frac{\Delta \rho}{\Delta z}}{\left(\frac{\Delta v}{\Delta z}\right)^2},$$

где  $g$  — ускорение силы тяжести,  $\bar{\rho}$  — средняя по глубине плотность жидкости,  $\frac{\Delta \rho}{\Delta z}$  — градиент плотности,  $\frac{\Delta v}{\Delta z}$  — градиент скорости.

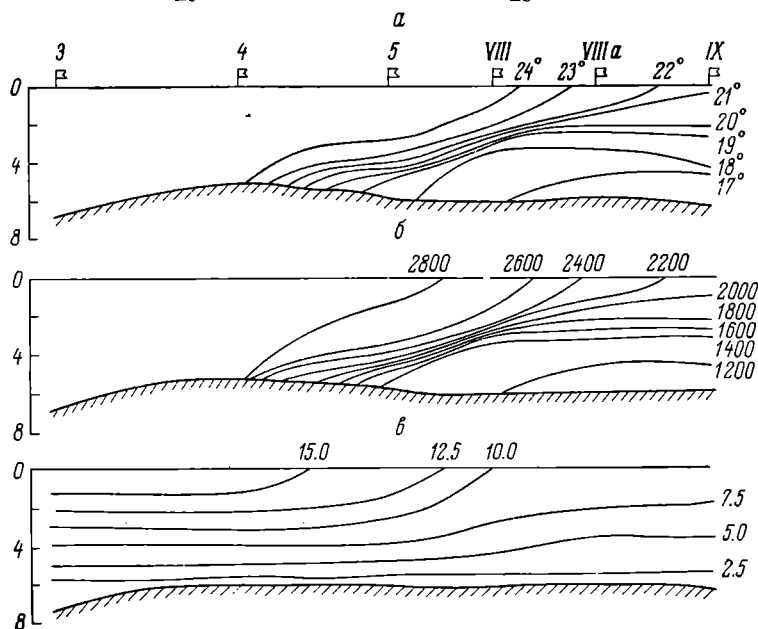


Рис. 2. Распределение температуры (°C) воды (а), условной плотности  $\sigma_t \cdot 10^6$  (б) и изолинии условных динамических высот, мм (в) 7 VI 1970.

Флажками обозначены станции наблюдений. Арабские цифры — номера станций, римские — номера разрезов. По оси ординат — глубина, м.

По материалам наблюдений вычислены значения критерия Ричардсона при различных температурах в заливе и, следовательно, при различных градиентах плотности. Эти вычисления показали, что максимальные величины  $Ri$  для потока в целом при различном градиенте и скоростях течения составляют от 1.7 до 2.5.

Оценка критических скоростей, при которых наблюдаемое плотностное (или термическое) расслоение вод в заливе будет разрушаться, показала, что даже при максимальных градиентах

температуры эти скорости относительно невелики и не превышают 0.45—0.50 м/сек. Основные причины, которые могут привести к увеличению скоростей течения в заливе, — возрастание циркуляционного расхода ГРЭС или колебания уровня в Иваньковском водохранилище. Вычисления показывают, что для увеличения скоростей течения до критических достаточно, чтобы в устье залива уровень понизился на 3—7 см. Такие колебания уровня стоно-нагонного характера возможны даже при сравнительно слабых ветрах. Кроме того, причиной их служат длинные волны, возникающие в ходе суточного и недельного регулирования работы гидростанции (Литвинов, 1970).

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

- Б у т о р и н Н. В., Л и т в и н о в А. С. 1970. О процессе втекания теплых вод Кошаковской ГРЭС в Иваньковское водохранилище. Тез. докл. симпозиума по стратифицированным течениям. Новосибирск.
- Л и т в и н о в А. С. 1970. Влияние Рыбинской ГЭС на режим течения верхнего бьефа. Информ. бюлл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 5.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

Г. Я. К а л м ы к о в а и Ц. И. Р о г о в с к а я

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОСТИ ПОЛИФЕНОЛОКСИДАЗЫ АКТИВНОГО ИЛА

Распад органических соединений, содержащихся в промышленных сточных водах, осуществляется на биологических очистных сооружениях при помощи системы ферментов, биологических катализаторов, вырабатываемых микроорганизмами активного ила. Интенсивность и направленность биохимических процессов, протекающих в активном иле, определяются активностью специфических ферментов микробных клеток.

Букстег и Тиль (Bucksteeg и. Thiele, 1959, 1964; Bucksteeg, 1966; Thiele, 1967) предложили использовать для оценки биохимической активности ила, а также для контроля качества работы очистного сооружения дегидрогеназную активность. Этот метод нашел широкое применение в санитарной технике (Lenhard a. oth., 1964; Tord a. oth., 1964; Effenberger, 1966; Przewlocki, 1970; Гюнтер и Казаровец, 1970; Оршанская, 1970, и др.). Сриндер и Пилай (Srinder a. Pillai, 1965) предложили использовать каталазную активность при оценке степени очистки сточной воды.

Нами при изучении влияния температуры на биохимическую очистку сточных вод, содержащих фенол, формальдегид, ацетон

и биогенные элементы, помимо общепринятых санитарно-химических показателей определялась дегидрогеназная и полифенолоксидазная активность микроценоза активного ила.

Известно, что полифенолоксидаза, так же как и дегидрогеназа, относится к группе окислительно-восстановительных ферментов, которые катализируют процессы окисления-восстановления и принимают участие в клеточном дыхании. Полифенолоксидаза действует на монофенолы, *о*-дифенолы и полифенолы, а также на дубильные вещества.

При определении активности полифенолоксидазы могут быть использованы манометрический, спектрофотометрический, колориметрический, хромометрический и иодометрический методы. Мы использовали иодометрический метод, предложенный Д. И. Михлиным и З. С. Брновицкой (1949). Этот метод был несколько модифицирован, так как в точном соответствии с прописью всегда получались незначительные величины активности.

При разработке методики нами изучалось влияние на полифенолоксидазную активность ила способов извлечения фермента, концентрации водородных ионов, концентрации активного ила и продолжительности экспозиции. Так как окислительные ферменты связаны с клеточными структурами, для определения их общей активности представлялось необходимым разрушить клеточную оболочку. Описан ряд способов: растирание со стеклянными бусами в дезинтеграторе, с  $Al_2O_3$ , с кварцевым песком или

Т а б л и ц а 1

Влияние способов извлечения и концентрации водородных ионов на активность полифенолоксидазы\* (активность в мл 0.01 н.  $I_2$  на 1 г сухого веса ила)

Способ обработки активного ила		Активность полифенолоксидазы	
		pH 5,0 **	pH 7,4
Разрушение клеток растиранием с песком	гомогенат (неотфильтрованный экстракт)	32.20	3.90
—	Фильтрат	13.24	2.87
Разрушение клеток замораживанием и оттаиванием	Суспензия ила в буфере	Отсутствует	Отсутствует
Клеток не разрушали	Суспензия ила в буфере	Отсутствует	Отсутствует

\* Навеска сырого ила 4 г на 20 мл соответствующего буфера, время инкубации 60 мин.

\*\* pH 4.7—5.0 рекомендуют Д. М. Михлин и З. С. Брновицкая (1949). Мы считали, что одновременно следует вести определение при том pH, при котором ил находился в аэротенке.

стеклянным порошком, разрушение ультразвуком, многократным попеременным замораживанием и оттаиванием и др. (Nesinowa a. oth., 1968).

Наибольшая активность фермента наблюдается при pH 5.0 и при использовании гомогената, получаемого после механического разрушения клеток растиранием с кварцевым песком (табл. 1, 2). Попытка извлечь фермент попеременным замораживанием и оттаиванием не дала положительных результатов.

Т а б л и ц а 2

Влияние времени инкубации и концентрации активного ила на активность полифенолоксидазы (активность в мл 0.01 н.  $I_2$  на 1 г сухого веса ила)

Продолжительность инкубации, мин.	Активность полифенолоксидазы		
	Концентрация активного ила (в г на 20 мл буфера)		
	1	2	4
5	4.80	7.21	11.67
15	6.18	9.27	13.73
30	7.28	10.99	22.30
60	12.36	17.17	33.60

Для определения полифенолоксидазы активного ила нами использована следующая методика.

Отобранный из аэротенка активный ил отфильтровывали через воронку Бюхнера и промывали 3 раза физиологическим раствором. Отбирали 1 г отмытого ила для определения сухого веса и 4 г на активность полифенолоксидазы. Одну навеску сырого ила после растирания с песком экстрагировали 20 мл 1/3 М ацетатного буфера (pH 5.0), другую 20 мл 1/15 М фосфатного буфера (pH 7.4)<sup>1</sup>. Экстракцию вели в течение 30 мин. К 1 мл фильтрата или гомогената прибавляли 3 мл дистиллированной воды, 2 мл раствора аскорбиновой кислоты (1 мг/мл) и 1 мл 0.02 М пирокатехина. Колбочки Эрленмейера с реакционной смесью ставили на вибрационный аппарат. Для воспроизводимости результатов всегда применяли одно и то же время качания (60 мин.). После прекращения качания к смеси прибавляли 1 мл 10%-й ортофосфорной или метафосфорной кислоты и титровали неокисленную аскорбиновую кислоту из микробюретки 0.01 н. раствора иода в присутствии 1%-го растворимого крахмала. Определение активности проводили при температуре 20°. В качестве контроля использовали фильтрат после экстракции или гомогенат после 30-минутного кипячения. Кипячение применяли для инактивации и коагуляции фермента. Разность (выраженная в мл 0.01 н. иода), полученная между титрованием контрольной и опытной проб, служила показателем полифенолоксидазной активности 1 мл ферментного раствора. Полифенолоксидазная активность выражается в количестве мл раствора 0.01 н. иода на 1 г беззольного вещества ила. Желательно, чтобы разность между титрованием опытной и контрольной проб не превышала 1.6 мл 0.01 н.  $I_2$ , и не была ниже 0.3 мл 0.01 н.  $I_2$ . Определение следует проводить не менее чем в 2 повторностях. Допустимая разница в повторных определениях 3—4%.

<sup>1</sup> pH иловой смеси в аэротенке.



Изложенная методика применена нами при изучении влияния температуры (6, 8, 10, 15, 39—40°) на полифенолоксидазную активность микроорганизмов активного ила, осуществляющих расщепление фенола в аэротенке-смесителе. Вода, содержащая фенол, формальдегид и ацетон (по 150 мг/л каждого вещества), очищалась по непрерывно-проточной системе. БПК<sub>полн.</sub> очищаемого стока — 550—600 мг/л, бихроматная окисляемость — 850—900 мг/О<sub>2</sub>/л. Для каждой температуры проведено по несколько опытов (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Влияние температуры на полифенолоксидазную активность активного ила (активность в мл 0.01 н. I<sub>2</sub> на 1 г сухого веса ила)

Температура в аэротенке смесителя, °С	Активность полифенолоксидазы	
	pH 5.0	pH 7.4
39—40	34.4 (32.2—37.4)	4.3 (3.9—4.7)
15	20.4 (19.7—22.3)	2.9 (2.9—3.0)
10	17.7 (13.7—20.5)	2.7 (2.8—2.7)
8	14.7 (14.0—15.4)	2.6 (2.5—2.6)
6	13.3 (10.8—14.6)	2.45 (2.3—2.7)

Как видно из приведенных данных, с повышением температуры (в условиях опыта до 39—40° включительно) активность полифенолоксидазы возрастает. При понижении температуры (в условиях опыта до 6° включительно) ферментативная активность микроценоза ила снижается. Влияние температуры проявляется при обоих изученных pH (5.0 и 7.4).

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

- Г ю н т е р Л. Н., К а з а р о в е ц Н. М. 1970. Методика определения дегидрогеназной активности и окислительно-восстановительного потенциала при технологическом контроле за работой аэротенков. Издание Акад. комм. хоз. им. К. Д. Памфилова, М.
- М и х л и н Д. М., Б р о п о в и ц к а я З. С. 1949. Иодометрический метод определения полифенолоксидазы и пероксидазы. Биохимия, 14, 4.
- О р ш а н с к а я Ф. Б. 1970. Определение дегидрогеназной активности активного ила. Тр. ВНИИ ВОДГЕО (статьи молодых специалистов), 23.
- B u c k s t e e g W., T h i e l e H. 1959. Die Beurteilung von Abwasser und Schlamm mittels TTC (2, 3, 5 Triphenyltetrasoliumchlorid). Gas- und Wasserfach, 36.
- B u c k s t e e g W., T h i e l e H. 1964. Beziehung zwischen biochemischer Abbauleistung und Reduktasen-aktivität von Belebtschlamm. Gas- und Wasserfach, 46.
- B u c k s t e e g W. 1966. Determination of sludge activity -- a possibility of controlling Activated sludge plants. Third international Conference on water Pollution Research.

- E f f e n b e r g e r M. 1966. Determination of sludge activity — a possibility of controlling activated sludge plants. Third International Conference on water Pollution Research. Formal Discussion.
- F o r d D. L., Y a n g G. T., E c k e n f e l d e r W. W. 1966. Dehydrogenase enzyme as a parametr of activated sludge activities. Proc. 21, st. End. waste Conf. Purdue Univ. Ext. Ser., 121.
- L e n h a r d G., N o u r s e L. D., S c h w a r t z H. M. 1964. The measurement of dehydrogenase activity of activated sludge. In Advances in Water Pollut. Res., Pergamon Press. London, England, II, 105.
- N e c i n o v a S., S t e j a s k a l o v a E., S t r á n s k ý J. 1968. Methods of cell disintegration and the sedimentation patterns of ribosomes in *Escherichia coli*. Folia Microbiol., 13, 4.
- P r z e w l o c k i J. 1970. Kontrola procesu oczyszczania sciekow osadem czynnym zapomoca testu TTC. Gas, Woda i Technika sanitarna, 44, 3.
- S r i d n e r M. K. C., P i l l a i S. C. 1969. Catalase activity in sewage effluents. Water and waste Treatm, 12, 6.
- T h i e l e H. 1967. Neuere Aspekte der Leistungsbewertung von Belebtschlammanlagen. Öster. Abwasser-Rundsch., 12, 4.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

Г. Л. М а р г о л и н а

### **ИНТЕНСИВНОСТЬ РАЗРУШЕНИЯ НЕФТЯНЫХ ОТХОДОВ В ВОДОЕМАХ**

Вопрос об интенсивности разрушения нефтяных отходов в водоемах разработан слабо. Данные авторов по скорости этого процесса противоречивы. Более точные цифры дает Зобелл (Zobell, 1950). Так, по его данным, одна бактериальная клетка за час окисляет от 4 до  $318 \times 10^{-23}$  мг нефти или в среднем  $5 \times 10^{-12}$  мг. Вычисленная им скорость разрушения нефти в море под воздействием микроорганизмов составляет 100 — 960 мг/м<sup>3</sup> в сутки. Однако эти расчеты основаны на лабораторных опытах с культурами бактерий, а такова ли на самом деле скорость распада нефтяных остатков в водоеме — остается неясным.

Представляло большой интерес выяснить интенсивность этого процесса непосредственно в природной воде. Вслед за И. Н. Дзюбан (1958) попыткой такого рода были наши определения величины потенциальной способности микрофлоры воды к окислению того или иного жидкого углеводорода (Марголина, 1967). Данные по интенсивности распада нефтяных отходов на водохранилищах волжской системы, Волго-Балта и Цимлянском водохранилище (среднее для данного района), полученные нами во время рейсов на экспедиционных судах Института биологии внутренних вод АН СССР, приведены ниже.

Место отбора проб	Потенциальная способность микро- флоры воды к окис- лению солярового масла, мг $O_2$ за 3 суток
Шексна (до зарегулирования) . .	0.86
Белое озеро . . . . .	0.89
Ковжа . . . . .	0.32
Опежское озеро . . . . .	0.48
Свирское водохранилище, речная часть . . . . .	1.28
приплотинный участок . .	0.27
Сиверское озеро . . . . .	0.24
Рыбинское водохранилище у с. Коп- рина . . . . .	1.10
центральный участок . . . .	0.40
Горьковское водохранилище, реч- ная часть . . . . .	2.40
приплотинный участок . . . .	0.30
Куйбышевское водохранилище	2.80
Волгоградское водохранилище, речная часть . . . . .	2.90
приплотинный участок . . . .	0.30
Цимлянское водохранилище . .	0.90

За 3 суток на окисление солярового масла в различных водоемах идет от 0.3 до 2.8  $O_2$ /л. Наиболее высокие цифры получены для водоемов, содержащих повышенные концентрации нефти. Это совпадало с максимальной численностью здесь углеводородоокисляющих бактерий. Подобные закономерности отмечены также И. Н. Дзюбан-Поляковой (1963) в Невской губе и Н. А. Гавришовой (1969) на Дунае.

Таким образом, по величине потенциальной способности в какой-то мере можно судить об интенсивности окисления нефтепродуктов в водоемах. Однако этот показатель, будучи выражен в кислородных единицах, — все-таки косвенный. Истинную скорость распада можно определить лишь на основании убыли нефтепродуктов в испытуемой воде за тот или иной отрезок времени. В экспедиционных условиях выполнять такие анализы трудно, поэтому была поставлена серия лабораторных опытов с целью определить потерю нефти в воде за счет жизнедеятельности микроорганизмов и найти эквивалентные соотношения между величиной этой потери и потенциальной способностью воды к окислению того или иного жидкого углеводорода. Результаты опытов дадут возможность перейти от косвенного показателя к величине непосредственной убыли нефтепродуктов.

Опыты ставили с небольшими концентрациями нефтепродуктов (не больше 5—10 мг в 1 л воды), что приближало нас к реально существующим в природе величинам. В бутыл с 4—6 л водохранилищной воды вносили 5—10 мл/л солярового масла в виде раствора в эфире. Бутыл тщательно взбалтывали в течение получаса и определяли перешедшее в воду количество солярового масла. Через 2—4 дня определяли количество оставшегося в воде масла.

Использован нефелометрический метод определения нефтепродуктов (Лурье, Рыбликова, 1966). Одновременно был поставлен опыт с водой, простерилизованной в автоклаве. Результаты опытов по интенсивности разрушения солярового масла в естественной воде (мг/л) приведены ниже.

Место отбора проб	Длительность опыта, сутки	В начале опыта	В конце опыта	Разрушилось за время опыта	% распада	Разрушилось за сутки
Рыбинское водохранилище у Коприно	4	10.4	3.0	7.4	71	1.05
у Брейтово . . .	4	6.0	1.8	4.2	70	1.05
Горьковское водохранилище у. с. Сокольское . . . .	4	4.4	2.1	2.3	52	0.56
Ярославль . . . .	4	6.2	2.7	3.5	57	0.9
» . . . . .	2	4.7	2.1	2.6	55	1.05
» . . . . .	2	6.9	1.0	5.9	86	2.95
Ярославль (вода простерилизована)	4	6.4	3.9	2.5	39	0.62

За 2—4 суток в 1 л поверхностной воды Горьковского и Рыбинского водохранилищ за счет деятельности бактерий и ряда абиогенных факторов разрушалось от 2.5 до 6.6 мг солярового масла, а за сутки — от 0.6 до 3 мг. Можно видеть, что окисление, а возможно, и улетучивание солярового масла происходит и в стерильной воде. Интенсивность этого процесса достигала 0.6 мг/л в сутки. Если мы примем эту цифру за счет абиогенного распада, то за счет естественной микрофлоры за 1 сутки в 1 л воды разрушается от 0.3 до 2.3 мг солярового масла. Сравнив полученные цифры с величинами потенциальной способности воды из этих пунктов к окислению солярового масла, можно заключить, что 1 мг кислорода используется на окисление от 1 до 3 мг масла.

Место отбора проб	Потенциальная способность воды к окислению солярового масла, мг $O_2$ /л за сутки (среднее для данного пункта)	Окисление солярового масла микрофлорой воды, мг/л за сутки (среднее из 2 анализов)
Рыбинское водохранилище у с. Коприно	0.36	1.05
центральный участок	0.12	0.45
Горьковское водохранилище, речная часть	0.80	1.03
прилотинный участок . . . . .	0.10	0.10
Среднее . . . . .	0.35	0.78

В опытах Зобелла и Прокопа (Zobell а. Prokop, 1966) 1 мг кислорода окисляет от 0.5 до 1.4 мг нефти. Если принять на основании наших опытов и опытов Зобелла и Прокопа, что 1 мг потребленного кислорода соответствует окислению 1 мг углеводорода, то величина потенциальной способности, выраженная в мг  $O_2$ /л сутки, численно будет соответствовать возможному количеству распавшихся за сутки нефтяных отходов. Для любого

пункта водоема мы можем назвать примерную цифру скорости распада нефтепродуктов. Для Онежского озера, центральной части Рыбинского водохранилища, приплотинных участков Горьковского, Волгоградского, Свирских водохранилищ скорость разложения нефтяных остатков не превышает 0.1 мг/л в сутки. До 0.36 мг может разрушаться в Воляжском плёсе Рыбинского водохранилища и в большинстве районов Цимлянского водохранилища; в речной части Горьковского водохранилища — до 0.80 мг, в Куйбышевском и речной части Волгоградского водохранилища — до 0.96 мг.

Наши цифровые данные совпадают с таковыми Зобелла по разложению нефти в море микроорганизмами. Однако этот исследователь имел дело с культурами бактерий, а мы — с природной водой. По-видимому, расчеты Зобелла близки к действительности.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

- Г а в р и ш о в а Н. А. 1969. Микробиальное окисление некоторых нефтепродуктов в воде Дуная. Гидробиол. журн., V, 3.
- Д з ю б а н И. Н. 1958. К вопросу о способности к самоочищению воды волжских водохранилищ от нефтяных загрязнений. Бюлл. Инст. биол. водохр. АН СССР, 1.
- Д з ю б а н - П о л я к о в а И. Н. 1963. Бактериальное окисление нефтепродуктов в Невской губе как фактор самоочищения водоемов. Автореф. дисс. Киев.
- Л у р ь е Ю. Ю. и Р ы б н и к о в а А. И. 1966. Химический анализ производственных сточных вод. Л.
- М а р г о л и н Г. Л. 1967. Распространение бактерий, окисляющих углеводороды нефтяных загрязнений, в водохранилищах Волги и Дона. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 15 (18).
- Z o b e l l C. E. 1950. Assimilation of hydrocarbons by microorganisms. *Advances Enzymol. and Related Subjects Biochem.*, 10.
- Z o b e l l C. E., P r o k o p I. F. 1966. Microbial oxidation of mineral oils in Barataria Bay bottom deposits. *Zeitschrift allgemeine Mikrobiology*, VI, 3.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

В. Ф. Р о щ у п к о

#### ИЗМЕНЕНИЕ ЦВЕТНОСТИ, ПРОЗРАЧНОСТИ И ОКИСЛЯЕМОСТИ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ПОДОГРЕТЫХ ВОД КОНАКОВСКОЙ ГРЭС

Поступление в Иваньковское водохранилище подогретых вод Конаковской ГРЭС вызвало не только повышение температуры, но и способствовало более активному развитию ряда хими-

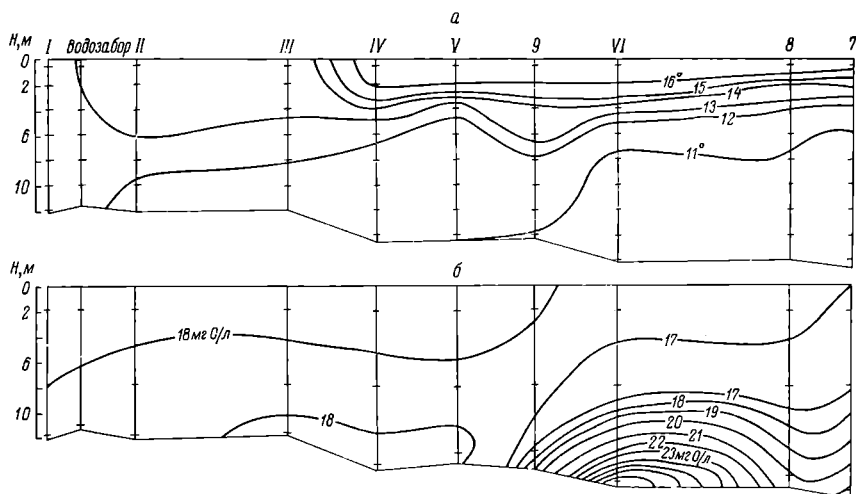
ческих и биологических процессов. Как показали исследования В. Е. Синельникова и А. И. Саралова (1974), М. Б. Вайнштейна (1971) и В. Г. Девяткина (1970), в Мошковичском заливе и зоне распространения подогретых вод наблюдалось повышенное содержание нефтепродуктов, увеличение ассимиляции  $\text{CO}_2$ , численности бактерий и биомассы фитопланктона. В связи с этим в 1970 г. одновременно с гидрологическими и биологическими исследованиями выяснялось влияние подогретых вод на цветность, прозрачность и окисляемость вод Иваньковского плёса. Определения указанных характеристик велись по сетке станций, принятой для гидрологических исследований (Курдина, 1969). Контрольными точками служили станции против устья р. Орши, пос. Гордня и устье р. Сози.

Цветность вод на контрольных станциях с мая по сентябрь изменялась в пределах  $50-75^\circ$ , в октябре уменьшилась до  $45^\circ$ , а в ноябре снова увеличилась до  $60-70^\circ$ . В водах р. Сози прослеживался характерный для рек с заболоченным бассейном сезонный ход цветности с максимумом в июне ( $140^\circ$ ). В теплом Мошковичском заливе, на выходе из него и на нижерасположенных участках цветность воды с мая по октябрь оставалась равной цветности вод на контрольных точках ( $55-75^\circ$ ). В ноябре здесь отмечалось уменьшение ее до  $45-50^\circ$ . Ровный ход изменения цветности определяется в значительной мере постоянным поступлением окрашенных органических веществ с заросших макрофитами мелководий и сложной динамикой вод на участке исследований (Буторин, Курдина, 1970).

Прозрачность вод Иваньковского водохранилища колебалась в пределах  $80-150$  см. Влияния сбросных вод Конаковской ГРЭС на этот показатель при использованной нами методике не улавливалось, и главной причиной изменения прозрачности были метеорологические условия.

Более показательными оказались данные по перманганатной окисляемости нефилътрированной воды. Существенные различия в изменении ее абсолютных величин наблюдались как по сезонам, так и по акватории исследуемого участка. В начале мая Иваньковский плёс заполнялся водами различных фаз половодья, поскольку в апреле водохранилище аккумулировало около  $0.8 \text{ км}^3$ , т. е. обновило примерно  $3/4$  объема. Нижние горизонты у плотины были заняты более ранними водами с температурой  $10.5-11.0^\circ$  и с наиболее высокой окисляемостью —  $22.0-27.5 \text{ мг О/л}$  (см. рисунок), остальная часть — более поздними, с температурой  $11.0-13.5^\circ$  и окисляемостью  $17.0-17.5 \text{ мг О/л}$ . В верхних слоях эти воды начали прогреваться, особенно на участке разрезов IV—VI, где поступление подогретых вод сочеталось с интенсивным прогревом вод на мелководьях. Повышению содержания органических веществ в верхних горизонтах водной толщи на участке разрезов I—V (см. рисунок) способствовали волжские воды и воды р. Сози

с окисляемостью 19.5 мг О/л. Это повышение поддерживалось и поступающими подогретыми водами, которые на мелководье, прилежащем к Мошковичскому заливу, имели окисляемость 19.5—21.5 мг О/л. В самом заливе величина ее была того же порядка, что у водозабора. Следовательно, весной подогретые воды, растекающиеся в водохранилище преимущественно в 2—3-метровом слое, способствовали повышению окисляемости в зоне их распространения.



Изменение температуры (а) и окисляемости (б) вод в Иващковском плёсе 6—8 мая 1970 г.

По оси ординат — глубина, м; по оси абсцисс — номера разрезов (римские цифры) и номера станций (арабские цифры).

В июне объем водохранилища практически полностью обновился. В Волжский плёс поступали воды с окисляемостью 14.6—16.2 мг О/л, в устье р. Сози — 25.0—31.0 мг О/л. В теплом заливе величина окисляемости оставалась равной окисляемости вод на входном створе (16.0—17.0 мг О/л), а на выходе из него (у дна) — 23.5 мг О/л. Заметное увеличение окисляемости (до 18.5—19.5 мг О/л) по сравнению с заливом отмечалось на русле III разреза, где прослеживался теплый поток, на участке разрез V—плотина и на заостровных участках Перетрусовского расширения. Увеличению содержания органических веществ на участке III—IV разрезов большую часть года способствует интенсификация развития фитопланктона (Девяткин, 1970). Увеличению содержания аллохтонных органических веществ в июне также способствовала жаркая с ливневыми дождями погода. Однако наблюдавшееся повышение окисляемости было отмечено на ограниченных

участках. На мелководье у залива она оставалась равной окисляемости (15.5—16.0 мг О/л) у водозабора. С переходом рек на меженный сток поступление аллохтонных органических веществ сократилось, а интенсивное развитие процессов биологического окисления способствовало дальнейшему уменьшению их содержания.

К началу июля окисляемость по сравнению с маем и июнем уменьшилась и отличалась пятнистым распределением. В Волжском плёсе, Мошковичском заливе и на прилегающем мелководье она составляла 15.7—16.5 мг О/л. Незначительное увеличение окисляемости в Ивановском плёсе до 17.0—18.2 мг О/л, наблюдавшееся на участке X разрез—ст. 9, обусловлено, по-видимому, не только максимальным развитием фитопланктона (Девяткин, 1970) и поступлением органических веществ с заросших макрофитами мелководий, но и значительным прогревом поверхностных горизонтов.

В сентябре—октябре окисляемость продолжала уменьшаться. В Волжском плёсе она равнялась 11.0—12.0 мг О/л, в устье р. Сожи — 16.0—17.0 мг О/л. В Мошковичском заливе так же, как и в предыдущие сроки наблюдений, она оставалась равной окисляемости вод водозабора. В зоне наиболее устойчивого влияния подогретых вод (III разрез—ст. 7) в это время наблюдалось ее увеличение до 14.0—16.0 мг О/л.

В ноябре началась аккумуляция вод осенних паводков. При этом условия погоды и динамика основного потока обусловили пространственную однородность окисляемости, равную 10.0—12.0 мг О/л на всем участке исследований.

Таким образом, результаты наблюдений свидетельствуют о том, что теплые воды Конаковской ГРЭС поддерживают довольно высокую цветность вод, поступающих в Ивановский плёс и не оказывают влияния на изменение прозрачности.

Содержание органических веществ Ивановского плёса определяется в первую очередь содержанием органических веществ в поступающих сюда водах. Наиболее отчетливо влияние теплых вод на увеличение содержания органических веществ замечается в зоне их распространения после выхода из Мошковичского залива. В Мошковичском заливе увеличения содержания органических веществ за счет повышения температуры не происходит. На прилегающем к Мошковичскому заливу мелководье в мае перманганатная окисляемость увеличивалась, а в остальные периоды (июнь—ноябрь) оставалась почти равной окисляемости вод водозабора и теплого залива.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Буторин Н. В. и Курдина Т. Н. 1970. О динамике температуры воды  
Ивановского водохранилища в зоне поступления подогретых вод  
Конаковской ГРЭС. Информ. бюлл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 7.



- В а й н ш т е й н М. Б. 1971. Действие подогретых вод ТЭЦ на первичные продукционные процессы в Ивановском водохранилище. Тез. докл. на симпозиуме по влиянию подогретых вод теплоэлектростанций на гидрол. и биол. водоемов. Борок.
- Д е в я т к и н В. Г. 1970. Влияние термальных вод на фитопланктон приплотинного плёса Ивановского водохранилища. Гидробиол. журн., VI, 2.
- К у р д и н а Т. Н. 1969. Температурные условия Ивановского водохранилища в районе Конаковской ГРЭС. Информ. бюлл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 4.
- С и п е л ь н и к о в В. Е. и С а р а л о в А. И. 1971. Загрязнение Ивановского водохранилища нефтепродуктами как один из факторов влияния охлаждающих вод ГРЭС. Тез. докл. на симпозиуме по влиянию подогретых вод теплоэлектростанций на гидрол. и биол. водоемов. Борок.

Институт кибернетики АН УССР

---

А. М. С м и р н о в

## ВИБРАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЭКСПЕДИЦИОННЫХ СУДОВ

Элементы конструкции экспедиционного судна постоянно подвергаются воздействию вибрационных перегрузок, которые оказывают отрицательное воздействие на научную аппаратуру, являются источником колебаний воды, могут быть причиной поломок отдельных деталей судна, а также оказывают нежелательное воздействие на экипаж судна. Главный источник вибраций на судне — двигатели, однако возможны вибрации как за счет гидродинамических воздействий на судно, так и в результате волнения воды (низкочастотные вибрации).

В Институте биологии внутренних вод АН СССР используются главным образом экспедиционные суда: «Борок», «Академик Топчиев», «Академик Вавилов» и «Волга», причем первые два судна одностипные.

Для снижения уровня вибраций и устранения отрицательного воздействия важно знание их параметров. В связи с этим летом 1971 г. нами проведено определение фактических параметров вибраций на экспедиционных судах «Академик Вавилов», «Борок» и «Волга». При этом задача детального исследования характера и причин, обуславливающих эти вибрации, не ставилась.

Для измерения и регистрации параметров вибраций применялась виброизмерительная аппаратура ВИ6-5МАД конструкции В. А. Шмелева в комплекте с серийным светолучевым осциллографом К12-21, укомплектованным вибраторами III типа.

Виброизмерительная аппаратура ВИ6-5МАД имеет 6 измерительных каналов с диапазоном измеряемых частот 0—200 гц.

Основная погрешность аппаратуры 3%. Аппаратура рассчитана на напряжение постоянного тока 27 в, потребляемая ею мощность 70 вт. Объем аппаратуры 10 л, вес 4.9 кг. Объем измерительного датчика составляет 18 см<sup>3</sup> при весе 18 г.

Вибратор III типа осциллографа К12-21 обладает чувствительностью 2 мм/ма с динамическим диапазоном 0—200 гц. Основная погрешность вибратора не превышает 1%. Электрическое сопротивление невелико (8 ом) при максимально допустимом токе 15 ма.

Следовательно, используемая измерительная система позволяет измерять и регистрировать параметры вибраций в диапазоне частот до 200 гц.

Вибрации элементов конструкции судов характеризовались вибрационным ускорением (перегрузкой) и частотой вибраций. Амплитуда колебаний при необходимости может быть определена по известному соотношению  $S = 250 \frac{j}{\omega^2}$ , где  $S$  — амплитуда колебаний, мм;  $j$  — вибрационное ускорение (перегрузка), единицы;  $\omega$  — частота колебаний, гц.

Измерительный датчик с помощью специального кронштейна устанавливался непосредственно в месте измерения вибраций, а остальная измерительная аппаратура на расстоянии 5—10 м от датчика.

Т а б л и ц а 1

Параметры вибраций двигателей экспедиционных судов

Режим работы двигателей	«Борок»				«Академик Вавилов»				«Волга»	
	основной двигатель		вспомогательный двигатель		основной двигатель		вспомогательный двигатель		основной двигатель	
	$\omega$	$j$	$\omega$	$j$	$\omega$	$j$	$\omega$	$j$	$\omega$	$j$
Малый газ	130	0.05	28	0.6	114	0.27	12	0.66	80	0.15
Средние обороты	145	0.08	40	1.0	—	—	—	—	110	0.27
Номинал	120	0.11	50	0.9	150	0.35	28	1.60	140	0.40

Из приведенных данных следует, что основной двигатель на экспедиционном судне «Борок» уравниवेशеп и имеет небольшие вибрационные перегрузки, составляющие 0.05—0.11 ед. при частотах колебаний 120—145 гц (табл. 1). Перегрузки корпуса вспомогательного двигателя значительно больше и равны 0.6—1.0 ед. при частотах колебаний 28—50 гц. Таким образом, главный источник вибраций на судне «Борок» — вспомогательный двигатель. Необходимо отметить, что на элементы конструкции судна вибрации основного и вспомогательного двигателя оказывают комплексное воздействие, вследствие чего наблюдается очень сложная форма вибраций этих элементов.

На судне «Академик Вавилов» основной источник вибраций — также вспомогательный двигатель, вибрации корпуса которого весьма значительны и составляют по перегрузке 0.66—1.60 ед. при частотах 12—28 гц. Небезынтересно отметить, что при совместной работе обоих двигателей на номинальном режиме на этом судне перегрузка корпуса основного двигателя увеличивается до 0.88 ед. при той же частоте 150 гц.

Т а б л и ц а 2

Параметры вибраций конструкции судна  
«Академик Вавилов»

Место установки измерительного датчика	Параметры вибраций	
	частота, гц	перегрузка, ед.
Миделевая часть, справа . . .	130	0.10
Кормовая часть, справа . . .	140	0.16
Миделевая часть, слева . . .	140	0.10
Кормовая часть, слева . . .	140	0.33

Уровень вибраций корпуса двигателя судна «Волга» на стоянке и на ходу практически одинаков и составляет по перегрузке 0.15—0.40 ед. при частотах 80—140 гц.

Неодинаковы вибрационные условия в отдельных лабораторных помещениях. Так, в лаборатории гидрохимии на судне «Борок» зарегистрированы вибрации с частотами 30—50 гц при перегрузке около 0.05 ед., а в лаборатории ихтиологии — вибрации с частотами 160—170 гц при перегрузке 0.12—0.15 ед. Следовательно, вибрационные условия в лаборатории гидрохимии лучше, чем в лаборатории ихтиологии. Кроме того, на ходу судна при волнении приблизительно 4 балла зафиксированы низкочастотные (волновые) перегрузки до 0.1 ед. и частотой 0.3—0.4 гц, что необходимо учитывать при работе судна в штормовых условиях.

Т а б л и ц а 3

Параметры вибраций конструкции судна «Волга»

Место установки измерительного датчика	Параметры вибраций	
	частота, гц	перегрузка, ед.
Носовая часть левого борта	88	0.11
Миделевая часть левого борта (место установки эхолота)	90—120	0.33
Кормовая часть левого борта	90—120	0.33
Рабочий стол каюты . . . . .	96	0.07
Пол каюты . . . . .	96	0.05
Потолок каюты . . . . .	90÷100	0.16

Из сравнения данных по вибрациям элементов судов «Академик Вавилов» (табл. 2) и «Борок» видно, что уровень вибраций на первом судне несколько выше и составляет по перегрузке 0.10—0.33 ед. при частотах 130—140 гц. Уровень вибраций кормовой части судна «Академик Вавилов» существенно выше, чем миделевой.

Уровень вибраций э/с «Волга» составляет по перегрузке 0.05—0.33 ед., по частоте 88—120 гц (табл. 3). Измерения показали, что существенной разницы в уровнях вибраций на обычном ходу судна и при тралении не наблюдается.

В результате проведенного обследования вибрационных характеристик элементов экспедиционных судов получены фактические данные по параметрам вибраций этих элементов, которые могут быть использованы на практике.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

# СПИСОК СПЕЦИАЛИСТОВ ПО *CLADOCERA*

(сост. Ф. Д. Мордухай-Болтовской и Н. Н. Смирнов)

Во время XVIII Международного Лимнологического конгресса (Ленинград, август 1971 г.) состоялось заседание участников конгресса, работающих в области различных аспектов изучения ветвистоусых ракообразных. Собравшиеся отметили необходимость развития контактов, для чего поручили опубликовать список специалистов-клагоцерологов. Список составлен в порядке алфавита с указанием учреждения, в котором работает специалист.

- Ackefors H. (Акефорс Х.)** — Institute of Marine Research, Lysekil, Sweden. (*Polyphemoidae*).
- Anderson R. S. (Андерсон Р.)** — Canadian Wildlife Service, c/o Department of Biology, University of Calgary, Calgary 44, Alberta, Canada.
- (Andronnikova I. N.) Андронникова И. Н.** — СССР, Ленинград, Петровская набережная 3а, Институт озероведения АН СССР. (Зоопланктон).
- Bainbridge V. (Бейнбридж В.)** — Scottish Marine Biological Association, Oceanographic Laboratory, 78 Craighall Road, Edinburgh, 6, Scotland, United Kingdom Great Britain. (Морские *Cladocera*).
- (Belogolovaya L. A.) Белоголовая Л. А.** — СССР, Ленинград, В. О. 16 линия, д. 29, Гос. университет, кафедра гидробиологии и ихтиологии. (*Daphniidae*, биология).
- Berg K. (Берг К.)** — Freshwater Biological Laboratory, University of Copenhagen, Hillerød, Denmark. (Биология).
- (Bessonov N. M.) Бессонов Н. М.** — СССР, Псков, Максима Горького 13, Псковское отделение Гос. научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства.
- Biraben M. (Бирабен М.)**. Calle 47—215, Ciudad Eva Perón, Buenos Aires, Argentina. (Систематика, фаунистика).
- (Bogatova I. V.) Богатова И. В.** — СССР, Московская обл., Дмитровский район, п/о Рыбное, Институт прудового рыбного хозяйства. (Питание, культивирование).
- Bosch H. F. (Бош Г.)** — Department of earth and Planetary sciences. John Hopkins University. Baltimore Maryland 21218. USA. (Морские *Cladocera*).
- Brooks J. L. (Брукс Дж.)** — National Science Foundation, 1800 G Street, N. W. Washington, D. C. 20550, USA.
- Buikema A. L., Jr. (Буйкема А.)** — Department of Biology, St. Olaf College, Northfield, Minnesota 55057, USA.
- Burns C. (Бернс К.)** — Department of Biology, Yale University, New Haven, Connecticut 06520, USA. (Питание).
- (Butorina L. G.) Буторина Л. Г.** — СССР, Ярославская обл., Некоузский район, п/о Борок, Институт биологии внутренних вод АН СССР. (*Polyphemus*, морфология, биология).

- Cannicci G. (Канниччи Т.) — Laboratorio Centrale di Idrobiologia, Roma, Italia. (Экология, морские *Cladocera*).
- Casanova J. P. Laboratoire de biologie animal Faculté des sciences Marseille, France. (Морские *Cladocera*).
- Chang-tai Shih (Чан-тай Ши) — Canadian Oceanographic Identification Centre, Museum of Natural Sciences, Ottawa 4, Canada. (Морские *Cladocera*).
- Chapman M. A. (Чепмэн М.) — School of Science, University of Waikato, Hamilton, New Zealand.
- (Chirkova Z. N.) Чиркова З. Н. — СССР, Ярославская обл., Некоузский район, п/о. Борок, Институт биологии внутренних вод АН СССР. (*Macrothricidae*, биология, морфология).
- Corni M. G. (Корни М.) — Laboratorio di Biologia Marina e Pesca di Fano, Italia. (*Polyphemoidea*).
- Cummins K. W. (Кеминз К.) — Kellog Biological Station, Michigan State University, Hickory Corner, Michigan 49060, USA.
- D'Ancona L. (Данкона Л.) — Via Scalcerle 9, 35100 Padova, Italia.
- DaCosta J. (Дакоста Дж.) — Department of Zoology, University of West Virginia, Morgantown, West Virginia, USA. (Палеолимнология).
- Deevey E. S. (Диви Э.) — Florida State Museum, University of Florida, Gainesville 32601, Florida, USA. (Палеолимнология, *Bosmina*).
- Deevey G. B. (Диви Дж.) — Florida State Museum, University of Florida, Gainesville 32601, Florida, USA. (Палеолимнология, *Bosmina*).
- Della Croce N. (Делла Кроче Н.) — Istituto di Zoologia Università, via Balbi 5, Geneva, Italia. (Морские *Cladocera*).
- Egloff D. A. (Эглоф Д.) — Oberlin College, Oberlin, Ohio, 44074, USA. (Цикломорфоз).
- Eie J. A. (Эйе Ж.) — Zoological Laboratory, University of Oslo, Blindern, Oslo 3, Norway.
- Einsle U. (Эйнсле У.) — Anstalt für Bodenseeforschung, Schiffstrasse 56, 775 Konstanz-Staad, BRD.
- Elgmork K. (Эльморг К.) — Zoological Laboratory, University of Oslo, Blindern, Oslo 3, Norway. (Зоопланктон).
- (Esipova M. A.) Есипова М. А. — СССР, Московская обл., Дмитровский район, п/о. Рыбное, Институт прудового рыбного хозяйства. (Биология, особенно питание).
- Ferrari I. (Феррари И.) — Istituto di Zoologia, Università, Parma, Italia.
- Flössner D. (Флесснер Д.) — Forschungsstelle für Limnologie, 69 Jena, Beutenbergstr., 11, DDR. (Экология, систематика).
- Frey D. G. (Фрай Д.) — Department of Zoology, Indiana University, Bloomington, Indiana, 47401 USA. (Морфология, особенно *Chydoridae*; палеолимнология).
- Fryer G. (Фрайер Дж.) — Freshwater Biological Association, Ferry House, Ambleside, Westmorland, England. (Функциональная морфология).
- Furtado J. I. (Фуртадо Дж.) — Department of Zoology, University of Malaya in Kuala Lumpur, Pantai Valley, Kuala Lumpur, Malaya.
- Gieskes W. W. (Гискес В.) — Netherlands Institute for Sea Research, Texel, Netherlands. (Морские *Cladocera*).
- Goulden C. E. (Гоулден К.) — Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 19th and the Parkway, Phila., Penna., 19103 USA. (Морфология, *Moinidae*, *Chydoridae*; палеолимнология).
- Green J. (Грин Дж.) — Zoology Department, Westfield College, Hampstead, London N. W. 3, England. (Физиология, биология).
- Hall D. J. (Хол Д.) — Kellog Biological Station, Michigan State University, Hickory Corners, Michigan, 49060 USA.
- Harding J. P. (Хардинг Дж.) — British Museum (Natural History), Cromwell Road, London S. W. 7, England. (Таксономия, фаунистика).
- Harmsworth R. V. (Хармсворз Р.) — Limnetics, Inc., West Fond Du Lac Avenue, Milwaukee, Wisconsin, USA. (Палеолимнология).

- Hazelwood D. H. (Хейзелвуд Д.)** — Department of Zoology, University of Missouri, Columbia, Mo., USA.
- Herbst H. V. (Хербст Х.)** — Limnologische Station Niederrhein in der Max-Planck-Gesellschaft, 4150 Krefeld-Hülserberg am Waldwinkel 70, BRD (Germany). (Систематика).
- Hofmann W. (Хофманн В.)** — Max-Planck-Institut für Limnologie, 0322 Plön, Postfach 165, BRD.
- Hollwedel W. (Холлвелд В.)** — Beethovenstrasse 12, 293 Varel i. O., BRD.
- Hoshi T. (Хоши Т.)** — Biological Institute, Niigata University, Niigata, 5214 Nishi-Oohata-Mashi, Japan. (Физиология).
- Hosseini F. (Хоссейни Ф.)** — Department of Zoology, Pahlavi University, Shiraz, Iran.
- Hrbáček J. (Грбачек Я.)** — Hydrobiology Laboratory of the Czechoslovak Ac. Sci., Vltavská 17, Praha 5, Československo. (*Daphniidae*).
- Hubshman J. (Хубшмен Дж.)** — Wright State University, Department of Biology, Dayton, Ohio, 45431 USA.
- Ivanova M. B. (Иванова М. Б.)** — СССР, Ленинград, Университетская набережная, 1. Зоологический институт АН СССР.
- Jacobs J. (Якобс Ю.)** — Zoologisches Institut d. Universität München, 8 München, Luisenstrasse 14, BRD. (Цикломорфоз).
- Jenkin P. M. (Дженкин П.)** — Department of Zoology, University, Bristol 8, England.
- Jolly V. N. (Джолли В.)** — University of Auckland, Private B., Auckland, New Zealand. (Систематика, фаунистика).
- Kaiser E. W. (Кайзер Э.)** — Klokkedal pr. Horsens, Denmark.
- Keen R. (Кин Р.)** — Department of Zoology, University of Vermont, Burlington, Vermont, 05401, USA.
- Kersting K. (Керстинг К.)** — Zoophysiological Laboratory, University of Amsterdam, Kruislaan 320, Amsterdam, Netherlands.
- Kiser R. W. (Кизер Р.)** — Centralia Junior, Centralia, Washington, USA.
- Klements A. (Клементсен А.)** — University of Tromsø, Tromsø Museum, N-9000 Tromsø, Norway.
- (Korde N. V.) Кордэ Н. В.** СССР, Москва, Хлебный переулок 6, кв. 4. (Палео-лимнология).
- Kotínek U. (Коринек У.)** — Department of Hydrobiology, Charles University, Vinická 7, Praha 11, Československo.
- Kubersky E. (Куберски Э.)** — Department of Zoology, Indiana University, Bloomington, Indiana 47401, USA.
- LaCroix G. (Лакруа Г.)** — Département de biologie, Université Laval, Québec, Canada. (Морские *Cladocera*).
- Lane P. A. (Лейн П.)** — Department of Biology, University of Chicago, Chicago, Illinois, USA.
- Langeland A. (Лангеланд А.)** — Norwegian Institute for Water research. Gaustadalleen 25. Oslo 3. Norway. (Динамика популяций, продукция).
- Larsson P. (Ларсон П.)** — Norsk IBP/PF, Zoologisk Museum, Sarsgt. 1, Oslo 5, Norway. (Динамика популяций, продукция).
- (Lebedeva L. I.) Лебедева Л. И.** — СССР, Москва, Гос. университет, биолого-почвенный факультет. (Биология).
- Lee Chan Lui. (Ли Чен Луй)** — Tropical Fish Culture Research Institute, Batu Berendam, Malacca, Malaysia.
- Leentvaar P. (Лентвар П.)** — Research Institute for Nature Management, Kasteel Brockhuizen, Leersum, Netherlands.
- Lewis M. (Льюис М.)** — University of Auckland, Private B., Auckland, New Zealand. (Морфология).
- Livingstone D. A. (Ливингстон Д.)** — Department of Zoology, Duke University, Durham, North Carolina, USA. (Палеолимнология).

- LeTourneau M. (Летурно М.)** — Station Marine d'Endoume et Centre d'Océanographie, Rue de la Batterie-des-Lions, Marseille (7 e), France. (Морские *Cladocera*).
- Lochhead J. H. (Лочхед Дж.)** — Department of Zoology, University of Vermont, Burlington, Vermont, USA. (Морские *Cladocera*).
- Löffler H. (Лёфлер Х.)** — Zoology Department, Wien University, Austria. (Палеолимнология).
- Margalef R. (Маргалёф Р.)** — Ronda Guinardo 31, 2a, Barselona, Spain. (Фаунистика, структура сообществ).
- Margaritora F. (Маргаритора Ф.)** — Istituto di Zoologia — V.le dell'Università, 3200100 Roma, Italia. (Систематика, экология).
- (Mäemets A. H.) Мязметс А. Х.** — СССР, Эстонская ССР, Тартуский район, п/о Ранну, Виртсъярвская лимнологическая станция. (Экология, систематика, палеолимнология).
- (Makrushin A. V.) Макрушин А. В.** — СССР, Ленинград, наб. Макарова 26, Гос. научно-исследов. институт озерного и речного рыбного хозяйства. (Размножение).
- Marshall J. S. (Маршал Дж.)** — c/o E. I. du Pont de Nemours, Savannah River Plant, Aiken, S. Carolina 29802, USA.
- Mashiko K. (Машико К.)** — Zoological Institute, Faculty of Sciences, University of Kanazawa, 37 Sengoku-matu, Kanazawa, Japan.
- McNaught D. C. (Макнот Д.)** — State University of New York, Department of Biological Sciences, Albány, New York, 12203 USA. (Экология, миграции).
- Megard R. O. (Мерад Р.)** — Limnological Center, University of Minnesota, Minneapolis, Minnesota, USA. (Палеолимнология).
- Meijering M. P. D. (Мейеринг М.)** — Hermann Lietz-Schule, Spiekerroog Nordsee (2941), BRD.
- (Mordukhai-Boltovskoi Ph. D.) Мордухай-Болтовской Ф. Д.** — СССР, Ярославская обл., Некоузский район, п/о Борок, Институт биологии внутренних вод АН СССР. (*Polyphemoidea*, *Macrothricidae*).
- (Mordukhai-Boltovskaya E. D.) Мордухай-Болтовская Э. Д.** — СССР, Калининград, проспект Мира, Институт рыбной промышленности. (Хищные *Cladocera*).
- Morris J. (Морис Дж.)** — Department of Zoology, San Diego State College, San Diego, California, USA.
- Motaş C. (Моташ С.)** — Institutul de Speologie, str. Dr Capşa, Nr. 8, Bucureşti 35, Romania.
- (Mukhamediev A. M.) Мухамедиев А. М.** — СССР, Фергана, ул. Фрунзе, 87. (Фаунистика, систематика).
- Mueller W. P. (Мелер У.)** — Department of Biology. Evansville University, Evansville, Indiana, USA.
- Naidenov V. (Найденев В.)** — Zoological Institute, Boulv. Russki 1, Sofia C. Bulgaria. (Фаунистика, систематика).
- Negrea Şt. (Негря С.)** — Institutul de Speologie, str. Dr Capşa 8, Bucureşti 35, Romania. (Фаунистика, экология).
- Olivier S. R. (Оливьер С.)** — Instituto Inter. Universitario de Biología Marina, casilla de correo № 175, Mar del Plata, Argentina, La Plata y Sur, Playa Grande. (Фаунистика, систематика).
- Orghidan T. (Оргидан Т.)** — Institutul de Speologia, str. Dr. Capşa 8, Bucureşti, Romania.
- Parker R. A. (Паркер Р.)** — Department of Zoology and Computing Center, Washington State University, Pullman, Washington, USA. (Экология).
- Patalas K. (Паталас К.)** — Freshwater Institute, Fisheries Research Board of Canada, Winnipeg, Manitoba, Canada. (Зоопланктон).
- (Pavlova E. V.) Павлова Е. В.** — СССР, Севастополь, Нахимова 2, Институт биологии южных морей АН УССР. (Морские *Cladocera*).
- Peterson K. Mrs (Петерсон К.)** — Department of Zoology, Indiana University, Bloomington, Indiana 47401, USA.



- Petkovski T. K. (Петковски Т.) — Naturhistorisches Museum, p. b. 341, Skopje, Jugoslavia. (Систематика).
- Ponyi E. J. (Поньи Е.) — Biological Institute, Tihany, Hungary.
- Prószyńska M. (Прушинска М.) — Department of Zoology, University of Warszawa, Warszawa, Poland.
- Purasjoki K. (Пураасёки К.) — Zoological Institute, Rautatiekatu 13, Helsinki, Finland.
- Quade H. W. (Квейд Х.) — Biology Department, Mankato State College, Mankato, Minnesota 56001 USA. (Экология).
- Rahm U. (Рам У.) — Department of Zoology, I. R. S. A. C.-Lwiro, D. S. Bukavu, Rép. du Congo.
- Rapoport E. H. (Рапопорт Э.) — Universidad Nacional del Sur, Instituto de Edafología e Hidrología, Avenida Alem 925, Bahía Blanca, Argentina.
- Ravera S. (Равера С.) — Station Zoologique, 06 — Villefranche sur-Mer. France. (Морские *Cladocera*, экология).
- Rey J. (Рей Ж.) — Laboratoire de Zoologie, Faculté des Sciences 118, Route de Narbonne, Toulouse, France.
- Richman S. (Ричман С.) — Biology Department, Lawrence University, Appleton, Wisconsin 54910, USA. (Питание, энергетика).
- Rigler F. H. (Риглер Ф.) — Department of Zoology, University of Toronto, Toronto 5, Ontario, Canada. (Экология).
- Ringelberg J. (Рингельберг И.) — Laboratory of animal Physiology, Kruislaan 320, Amsterdam, Netherlands. (Миграции).
- (Rivier I. K.) Ривьер И. К. — СССР, Ярославская обл., Некоузский район, п/о Борок, Институт биологии внутренних вод АН СССР. (*Polyphemoidae*, *Daphniidae*, биология).
- Røen U. I. (Рен У.) — Zoologisk Museum, Universitets Parken 15, 2100 København Ø, Denmark.
- Rzóska J. (Жуска Ю.) — IBP Central Office, 7 Marylebone Road, London № 101, England.
- Sebestyén O. (Шебештьен О.) — Biological Institute, Tihany, Hungary. (Экология, палеолиминология).
- (Sergeev V. N.) Сергеев В. Н. — СССР, Ленинград, 16 линия, дом 29, Гос. Университет, кафедра ихтиологии и гидробиологии. (Функциональная морфология).
- Shan Kuo-cheng R. (Шэн Куо-чен) — Department of Zoology, Fairmont State College, Fairmont, West Virginia 26554 USA.
- Shen Chia-jui (Шен Чи-джуй) — Institute of Zoology, Academia Sinica, Haitien, Peking, China. (Систематика).
- (Shpet G. I.) Шпет Г. И. — СССР, Киев, ул. Менжинского 57, кв. 1. (Культивирование).
- Slobodkin L. B. (Слободкин Л.) — Department of Zoology, State University of New York, Stony Brook, New York, USA. (Динамика популяций).
- (Smirnov N. N.) Смирнов Н. Н. — СССР, Москва, Ленинский проспект, д. 33, Институт эволюционной морфологии и экологии животных АН СССР. (*Chydoridae*, *Macrothricidae*, палеолиминология).
- Smuly W. J. P. (Смайли У.) — Freshwater Biological Association, Ferry House, Far Sawrey, Ambleside, Westmorland, England. (Экология).
- (Sokolova V. A.) Соколова В. А. — СССР, Якутск 7, Институт биологии Сибирского отделения АН СССР. (Зоопланктон).
- Specchi M. (Спекки М.) — Istituto di Zoologia e Anatomia comparata dell'Università di Trieste. Trieste, Italia. (Морские *Cladocera*, экология).
- Stimpfl K. J. (Стимпфл К.) — Sargent and Lundy Engineers, 140 South Dearborn Street, Chicago, Illinois 60603, USA.
- Stout V. M. (Стаут В.) — Department of Zoology, University of Canterbury, Private Bag, Christchurch, New Zealand.
- Straškraba M. (Страшкраба М.) — Institute of Biology of the Ac. Sci., Vltavska 17, Praha 5, Československo. (Экология, зоопланктон).

- Stross R. G. (Строс Р.)** — Department of Biological Sciences, State University of New York at Albany, Albany, New York 12203, USA.
- Szlauer L. (Шлауер Л.)** — Olsztyn, W. S. R. Katedra Limnologii, Polska. (Биология, поведение).
- Thiriot A. (Тирьо А.)** — Laboratoire Arago, Université de Paris, Banyuls-sur-Mer (P.-O.) France. (Морские *Cladocera*).
- Ueno M. (Уено М.)** — Sakurazuka-Hondori 2—18, Toyonaka-Shi-560 near Osaka, Japan. (Систематика, фаунистика).
- Vallentyne J. R. (Валентайн Дж.)** — Department of Zoology, Cornell University, Ithaca, New York, USA. (Палеолимнология).
- (Vasilyeva G. L.) Васильева Г. Л.** — СССР. Иркутск 3, п/я 24, Биолого-географический институт Иркутского гос. университета. (Экология, разведение).
- (Vyushkova V. P.) Вьюшкова В. П.** — СССР, Саратов, Чернышевского 152, Саратовское отделение Гос. научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства. (Зоопланктон).
- Vranovsky M. (Врановски М.)** — Biologicky ustav, Oddelenie Zoologie, Sienkiewiczova 1, Bratislava, Czeskoslovensko. (Зоопланктон).
- Whiteside M. C. (Уайтсайд М.)** — Department of Zoology, University of Tennessee, Knoxville, Tennessee, USA. (Палеолимнология, биоценология).
- Zaffagnini F. (Зафьянини Ф.)** — Istituto di Biologia, Università di Bologna, Via S. Giacomo 9, Italia. (Размножение).

Таким образом, учтено 136 лиц, работающих исключительно или частично по ветвистоусым. Специалисты распределяются по странам следующим образом: США — 36, СССР — 22, Италия — 8, Англия — 7, ФРГ — 6, Франция, Канада, Норвегия — по 5, остальные страны — от 4 до 1.

Приведенный список, конечно, не может претендовать на исчерпывающую полноту и точность хотя бы в силу естественных процессов перемещения и изменения адресов, смены интересов, появления новых специалистов. Авторы все же надеются, что основной состав лиц, работающих в настоящее время по клadoцерам, отражен в этом списке.

О замеченных пропусках, ошибках или изменениях просим сообщать по адресу: СССР, 152742, Ярославская обл., Некоузский район, п/о Борок, Институт биологии внутренних вод АН СССР.

ИНФОРМАЦИИ

О подводной телеметрии за рубежом (В. К. Голованов и Л. К. Малинин)	3
---	---

СООБЩЕНИЯ

В. И. Романенко. Интенсивность дыхания и фотосинтеза микрофлоры в фильтрованных и нефилтрированных пробах воды в Волге	6
И. О. Солнцева. Действие УФ-облучения на дрожжевые клетки <i>Rhodotorula glutinis</i>	9
Л. В. Трофимова, В. Р. Микряков и В. И. Романенко. Выделение продуктов распада бактерий из организма карасей при блокировании ретикуло-эндотелиальной системы тушью	11
И. М. Балонов и Г. В. Кузьмин. Фитопланктон Моложского и Главного плёсов Рыбинского водохранилища в 1968 г.	14
В. Г. Девяткин. Влияние повышенной температуры на фотосинтез фитопланктона	17
В. М. Кудрявцев. Выделение свежесинтезированного органического вещества клетками планктонных водорослей	20
В. А. Экзерцев. Изменения в зарастании и продукции водной растительности Угличского водохранилища	24
Н. В. Мамасва. Предварительные результаты исследования инфузорий прибрежной зоны Рыбинского водохранилища	28
М. Я. Кирпиченко. О линейном измерении дрейссены	31
Ф. Д. Мордухай-Болтовской и З. Н. Чиркова. Общий обзор строения и экологии видов <i>Hyocryptus (Cladocera, Macrothricidae)</i>	33
Н. Ф. Смирнова. О реакциях дрейссены на воздействие солености и фенола	37
А. И. Шилова. О сезонных формах <i>Microtendipes pedellus</i> De Geer ( <i>Diptera, Chironomidae</i> )	39
М. М. Сметанин и А. Г. Поддубный. К вероятностному описанию поведения мигрирующих рыб	42
О. Ф. Копдрацова и Н. П. Смирнов. О квазидвухлетнем колебании в стоке рек СССР	45
А. С. Литвинов. О формировании и устойчивости слоя скачка в Мошковском заливе Иваньковского водохранилища	49
Г. Я. Калмыкова и Ц. И. Роговская. Определение активности полифенолоксидазы активного ила	53
Г. Л. Марголина. Интенсивность разрушения нефтяных отходов в водоемах	57
В. Ф. Рошукко. Изменение цветности, прозрачности и окисляемости в зоне влияния подогретых вод Конаковской ГРЭС	60
А. М. Смирнов. Вибрация элементов экспедиционных судов	64
Приложение. Список специалистов по <i>Cladocera</i> (сост. Ф. Д. Мордухай-Болтовской и Н. Н. Смирнов)	68

## INFORMATIONS

Underwater telenetry abroad (V. K. Golovanov and L. K. Malinin) . . .	3
---	---

## ARTICLES

V. I. Rom an en k o. The intensity of respiration and photosynthesis of the microflora in filtered and not filtered samples in the Volga . . .	6
I. O. Sol n t s e v a. The effect of the ultraviolet on yeasts <i>Rhodotorula glutinis</i> . . .	9
L. V. Tro fi m o v a, V. R. Mi k r y a k o v and V. I. Ro m a n e n k o. The excretion of the bacterial decomposition products from carps when blocking the reticular-endotelial system with indian ink . . .	11
I. M. Ba lo n o v and G. V. Ku z m i n. The phytoplankton of the Mologa part and the Main part of the Rybinskoe reservoir. Communication 1 . . .	14
V. G. De v y a t k i n. The influence of increased temperature on the phytoplankton photosynthesis . . .	17
V. M. Ku d r y a v t s e v. The excretion of the newlysynthesized organic matter by the cells of planktonic algae . . .	20
V. A. Ek z e r t s e v. Changes in growth and production of aquatic vegetation in the Uglich reservoir . . .	24
N. V. Ma m a e v a. Preliminary results of the study of infusoria in the inshore zone of the Rybinskoe reservoir . . .	28
M. Ya. Ki r p i t c h e n k o. On the linear measurement of Dreissena . . .	31
Ph. D. Mo r d u k h a i - Bo l t o v s k o i and Z. N. Ch i r k o v a. A survey of morphology and ecology of <i>Ilyocryptus</i> species ( <i>Cladocera</i> , <i>Macrothricidae</i> ) . . .	33
N. F. S m i r n o v a. Responses of Dreissena to the salinity and phenol . . .	37
A. I. Sh i l o v a. On the seasonal forms of <i>Microtendipes pedellus</i> De Geer ( <i>Diptera</i> , <i>Chironomidae</i> ) . . .	39
M. M. S m e t a n i n and A. G. Po d d u b n y i. On the probability description of the motor behaviour of migrating fishes . . .	42
O. F. Ko n d r a t s o v a and N. P. S m i r n o v. On quasi-biennial fluctuations in the flow of the USSR rivers . . .	45
A. S. Li t v i n o v. On formation and stability of the thermocline in the Moshkovichskiy bay of the Ivankovskoe reservoir . . .	49
G. Ya. Ka l m y k o v a and Ts. I. Ro g o v s k a y a. Determination of polyphenoloxidase activity in the activated sludge . . .	53
G. L. Ma r g o l i n a. The intensity of decomposition of mineral oil wastes in water bodies . . .	57
V. E. Ro s h c h u p k o. Changes in colour, transparency and oxygen demand in the zone influenced by heated effluents of the Konakovskaya power station . . .	60
A. M. S m i r n o v. Vibration of elements of research vessels . . .	64
Sup p le m e n t. World list of specialists on <i>Cladocera</i> (Ph. D. Mo r d u k h a i - Bo l t o v s k o i and N. N. S m i r n o v) . . .	68

# БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

Информационный бюллетень № 18

*Утверждено к печати  
Институтом биологии внутренних вод  
Академии наук СССР*

Редактор издательства Л. М. Маковская  
Технический редактор В. В. Шиханова  
Корректор А. А. Гинзбург

Сдано в набор 30.XI 1972 г. Подписано к печати  
30.V 1973 г. Формат бумаги  $60 \times 90^{1/16}$ . Бумага  
№ 2. Печ. л.  $4^{3/4} = 4,75$  усл. печ. л. Уч.-изд. л. 5,21.  
Изд. № 5373. Тип. зак. № 1518. М-35135.  
Тираж 1100. Цена 35 коп.

Ленинградское отделение издательства «Наука»  
199164, Ленинград, Менделеевская линия, д. 1  

---

1-я тип. издательства «Наука». 199034, Ленинград  
9 линий, д. 12