

06
ИБВВ

АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

**БИОЛОГИЯ
ВНУТРЕННИХ
ВОД**

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

25

31.905

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

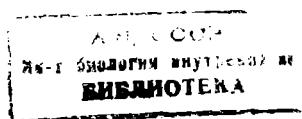
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД

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

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 25



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
Ленинград · 1975

Редакционная коллегия:

Н. В. Буторин (главный редактор), *Б. А. Вайнштейн*,
М. М. Камшилов, *А. В. Монаков*, *Ф. Д. Мордухай-Болтовской*,
А. Г. Поддубный, *В. И. Романенко* (ответственный за выпуск),
В. А. Экзерцев

Б $\frac{21009-501}{055 (02)-75}$ Без объявления

© Институт биологии внутренних вод АН СССР, 1975 г.

СОВЕЩАНИЕ СОАВТОРОВ МОНОГРАФИИ «*CHIRONOMUS PLUMOSUS* L. И ЕГО ПРОДУКТИВНОСТЬ В ПРЕДЕЛАХ АРЕАЛА»

12—14 февраля 1974 г. в Институте биологии внутренних вод АН СССР состоялось совещание соавторов монографии, которая должна быть издана в 1978 г. в соответствии с постановлением и планом, предложенным межсекционной рабочей группой по МБП. В совещании принимали участие 23 специалиста следующих учреждений: Зоологического института АН СССР, Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, Естественно-научного института при Пермском государственном университете им. А. М. Горького, Иркутского и Саратовского мединститутов, Биолого-географического научно-исследовательского института при Иркутском государственном университете, Саратовского и Волгоградского отделений государственного научно-исследовательского института озерного и рыбного хозяйства, Астраханского технического института рыбной промышленности и хозяйства, Биологического института при Ростовском государственном университете, Харьковского зооветеринарного института, Института биологии АН КиргССР, Института зоологии АН ГрузССР, Государственного научно-исследовательского института прудового рыбного хозяйства, Сибирского рыбного научно-исследовательского проектного института и Куйбышевской биологической станции Института биологии внутренних вод АН СССР.

На совещании обсудили план предполагаемой монографии, наместили исполнителей и ответственных за составление разделов и глав.

Н. Ю. Соколовой (МГУ) — ответственным редактором монографии, было сделано сообщение о различных методах расчета продукции хирономид.

На совещании было принято постановление: утвердить план монографии, обязать ответственных за разделы представить подготовленный к публикациям материал к концу 1976 г. ответственному редактору.

Для облегчения и унификации сбора и обработки материала по всем разделам монографии просить: 1) А. И. Шилову подготовить рабочий диагноз вида и разослать соавторам до апреля 1974 г.; 2) М. С. Алексеевину разослать соавторам монографии описание методики выращивания личинок хирономид; 3) межсекционную рабочую группу опубликовать в ближайшем сборнике своих материалов: А. И. Шилова — инструкции по воспитанию личинок до имаго, С. И. Беянина — по кариологическому анализу, Н. И. Соколова — методику по сбору и обработке материала; 4) Н. Ю. Соколову составить и разослать соавторам методики и рабочие схемы расчета продукции хирономид.

Соавторам монографии в целях проверки правильного определения вида произвести фаунистические сборы, часть которых и материал по метаморфозу прислать А. И. Шиловой, а С. И. Беяниной — личинок IV возраста, фиксированных соответствующим способом для кариоанализа.

На совещании были заслушаны также доклады сотрудников Института биологии внутренних вод АН СССР: А. И. Шиловой «О так называемых личиночных группах хирономид», Т. Н. Куражсковской «Строение и функция слюнных желез хирономид», Р. А. Родовой «К морфологии самок хирономид», Н. И. Зеленцова «К биологии и систематике рода *Psectrocladius*».

Участниками совещания было выражено пожелание собраться вторично в Институте биологии внутренних вод АН СССР в начале 1975 г.

А. И. Шилова

* * *

Институт биологии внутренних вод АН СССР обращается с просьбой ко всем заинтересованным лицам и учреждениям направлять в институт этикетированные сборы водяных клещей для определения на имя Б. А. Вайнштейна по адресу: 152742, Борок Некоузского района, Ярославской обл. Исполнители темы могут по требованию высылать отправителям материала списки обнаруженных видов, а в случае необходимости — их образцы. Желающие могут получить консультацию по сбору клещей и методам изготовления препаратов.

Клещей желательно фиксировать в жидкости Удемана: 87 частей 70%-го спирта, 8 частей уксусной кислоты и 5 частей глицерина. В случае отсутствия этой жидкости можно воспользоваться 70%-м спиртом, однако он ухудшает качество материала и затрудняет определение. Другие фиксаторы непригодны.

Н. А. Лаптева

РАЗВИТИЕ ОЛИГОКАРБОФИЛЬНЫХ БАКТЕРИЙ НА БЕЗБАКТЕРИАЛЬНОЙ ВОДЕ

Бактериальное население водоемов, которое А. С. Разумов [1] называл микробальным планктоном, вероятно, в большинстве случаев состоит из олигокарбофильных бактерий, использующих растворенные в воде органические вещества. Эта группа микроорганизмов изучена недостаточно, да и само понятие олигокарбофилы не сложилось еще окончательно. Причина этого — отсутствие питательной среды, где бактерии могли бы найти подходящие условия для своего развития. Можно указать лишь на работы Зо-Белла [4], Янноша [3] и некоторых других авторов, которые показали, что развитие бактерий может происходить на средах, содержащих несколько микрограмм в литре усвояемого органического вещества. В. И. Романенко [2] показал, что они быстро размножаются на природной воде с очень малым содержанием органического вещества.

В связи с этим мы попытались изучить развитие олигокарбофильных бактерий, используя для этого в качестве питательной среды воду Рыбинского водохранилища. Опыты проводились по методике В. И. Романенко [2].

Для удаления бактерий из сестона воду из водохранилища фильтровали через асбестовый фильтр и разливали в каждом опыте в 2 колбы по 150 мл. После стерилизации в автоклаве реакцию среды доводили до нейтральной путем помещения колб в атмосферу углекислоты. Такую среду заражали 0.1 мл свежееотобранной воды из разных пунктов Рыбинского водохранилища — Брейтово, Средний Двор, Наволок, Молога, Коприно. Колбы выдерживали в термостате при 28°. В исходной пробе определяли общее количество бактерий по методу Разумова на чешских мембранных фильтрах № 3, на фильтрах марки «Синпор», а сапрофитных — на рыбопептонном агаре (РПА). Эти анализы проводили параллельно в 2 опытных колбах через 5, 12, 24 часа и далее через 2.5, 30 и 60 суток от начала опыта.

Бактерии, взятые с разных пунктов Рыбинского водохранилища, в отсутствие консументов способны развиваться на бедной среде в течение 2 месяцев (см. таблицу). За это время размножение их происходит с разной интенсивностью. Уже через 12 час. ко-

Развитие бактерий из Рыбинского водохранилища на естественной воде, млн/мл

Время от начала опыта	Средний Двор				Молога			Наволоч		
	общее количество	количество сапрофитов	процент сапрофитов от общего количества		общее количество	количество сапрофитов	процент сапрофитов от общего количества	общее количество	количество сапрофитов	процент сапрофитов от общего количества
Исходное в пробе	0.40	0.000025	0.0062		2.00	0.004	0.20	2.0	0.0025	0.11
Исходное в опыте	0.0003	0	0		0.01	0.000005	0.05	0.01	0	0
5 час.	0.0003	0	0		0.02	0.00022	1.10	0.04	0.00036	0.90
42 »	0.006	0	0		0.06	0.006	1.10	0.11	0.00025	0.20
24 »	0.48	0	0		6.00	3.20	53.30	4.40	0.82	59.00
48 »	0.64	0	0		7.60	4.70	62.00	5.60	3.00	53.60
5 суток	1.00	0.24	24.00		8.50	2.90	34.00	5.60	4.00	71.40
10 »	4.60	0.20	4.30		9.50	0.85	8.90	6.20	1.00	16.10
30 »	7.00	0.60	8.60		10.60	0.05	0.60	18.50	0.08	0.43
60 »	8.50	0.02	0.23		12.60	0.05	0.04	28.00	0.04	0.02

личество бактерий по сравнению с исходным значительно увеличилось: при заражении исходной среды водой со ст. Молога — в 6 раз, Наволок — в 10 и со ст. Средний Двор — в 20 раз.

Наибольший темп прироста бактерий при засеве водой со ст. Молога (см. таблицу) отмечен через сутки. Их численность по прямому счету увеличилась с 0.01 до 6.0 млн/мл. Через 2 суток скорость размножения бактерий замедлилась и в течение 10—60 дней их численность стабилизировалась на уровне 10—12 млн/мл.

Микрофлора ст. Наволок интенсивно развивалась на 2-е сутки. Общее количество бактерий возросло с 0.01 до 5.6 млн/мл. На 5—10-е сутки темп прироста бактерий резко снизился, через 10 дней их количество не превышало 6.2 млн/мл воды. В последующие дни бактерии снова начали размножаться и через 60 дней численность их по прямому счету достигла 28 млн/мл.

При засеве среды водой со ст. Средний Двор размножение бактерий шло интенсивно в течение 10 суток. Так, их количество возросло с 0.0003 до 4.6 млн/мл. Темп прироста снизился через 30 суток, и к концу опыта численность бактерий стала равной 8.5 млн/мл.

Интересные результаты получены при учете численности бактерий из тех же опытов при посеве на РПА.

Если в исходной воде со ст. Молога число бактерий, растущих на РПА, было равно 4 000 в 1 мл, то при заражении 150 мл стерильной среды 0.1 мл этой же воды число бактерий уже через сутки увеличилось до 3.2 млн/мл, что составляло 53% от общего количества. Через 2 суток количество бактерий на РПА составляло 62% от числа бактерий, учитываемых прямым методом. Начиная со 2 суток их число стало постепенно снижаться и на 60-й день стало равным 50 тыс./мл.

Аналогичное явление наблюдалось при посеве воды со ст. Наволок. Если при исходном посеве из опытных колб численность бактерий, растущих на РПА, из-за малого количества невозможно было учесть, то через сутки их количество стало равным 3 млн/мл воды. Наибольшее число (71%) от общего количества было отмечено на 5-й день. В дальнейшем до конца опыта содержание их продолжало снижаться и на 60-е сутки было равно 40 тыс./мл.

Размножение этих бактерий со ст. Средний Двор шло медленнее, нежели со ст. Молога и Наволок. Их можно было учесть лишь через 5 суток. В это же время они составили наиболее высокий процент (24%) от общей численности бактерий, а максимальное их количество наблюдалось через 30 суток — 0.6 млн/мл. Развитие микрофлоры ст. Коприно и Брейтово происходило аналогично результатам, приведенным в таблице.

Таким образом, на природной воде бактерии размножаются очень быстро, и численность их при посеве на РПА через 2—5 суток приближается к количеству, учитываемому прямым счетом. В дальнейшем различие в численности бактерий, определяемых этими методами, увеличивается. Это говорит о том, что на естественной воде мы наблюдаем развитие наиболее типичной автохтонной микрофлоры. Поэтому изучение олигокарбофильных бактерий, составляющих основную массу в водоемах, можно успешно проводить на стерильной воде данного водоема. Способность же их расти на РПА после предварительного пересева на стерильную воду из Рыбинского водохранилища зависит от физиологического состояния клеток.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Р а з у м о в А. С. Микробный планктон воды. — Тр. Всесоюз. гидробиол. об-ва, 1962, 12, с. 60—190.
2. Р о м а н е н к о В. И. Размножение бактерий на природной воде. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1973, 17, с. 5—7.
3. J a n n o s c h H. W. Schwellenkonzentration verschiedener Stichstoffquellen für die Vermehrung einiger Bakterien aus nährstoffarmen Gewässern. — Arch. Mikrobiol., 1958, 32, p. 114—124.
4. Z o l l C. E., G r a n t C. W. Bacterial utilization of low concentrations of organic matter. — J. Bacteriol., 1943, 45 (4), p. 555—564.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

БАКТЕРИАЛЬНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИОНОВ CrO_4

В природе широко распространены бактерии, которые для жизнедеятельности в анаэробных условиях используют в качестве акцептора водорода NO_3^- и SO_4^{2-} . Нами выделена чистая культура бактерий, использующих как акцептор водорода CrO_4^{2-} . При этом шестивалентный хром переходит в трехвалентный ($\text{Cr}^{+6} \rightarrow \text{Cr}^{+3}$).

Культура накопления была получена из сточной жидкости, содержащей окислы хрома. Выделение и в дальнейшем содержание чистой культуры производилось на среде следующего состава.

NH_4Cl	0.3 г
K_2HPO_4	0.3 г
KH_2PO_4	0.5 г
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.1 г
NaCl	0.1 г
CaCO_3	0.05 г
$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.05 г
K_2CrO_4	0.1 г
Ацетат натрия	0.2 г
Микроэлементы по Хогланду . .	0.5 мл
Витамин B_{12}	10 мкг
МПБ	100 мл
Вода из водоема, профильтрованная через бумажный фильтр	1000 мл

Среда стерилизовалась в стеклянных колбах. Растворы ацетата, микроэлементов, витамина B_{12} и МПБ стерилизовали отдельно и вносили в среду перед посевом. В состав среды входит фосфатный буфер и pH ее устанавливается автоматически близким к нейтральному.

Бактерии культивировали в пробирках, закрытых резиновыми пробками, питательную среду наливали в них таким образом, чтобы между жидкостью и пробкой оставалось как можно меньше воздуха. Через 3—7 дней культивирования в термостате при 28° цвет среды изменялся с желтого (окраска шестивалентного хрома) на бесцветный и выпадал хлопьевидный осадок гидроокиси трехвалентного хрома. В тех случаях, когда процесс восстановления шел медленно, в среду дополнительно вносили пептон или мясной бульон.

Выделение чистой культуры производили методом последовательных десятикратных разведений из тех проб, где в наибольшем титре наблюдался процесс восстановления хрома. После многомесячного пересева была получена чистая бактериальная культура, восстанавливающая хроматы. Ниже приводятся результаты опыта по восстановлению хроматов чистой культурой бактерий.

Содержание K_2CrO_4 в среде

	исходное	конечное
Опыт	50	0
	50	0
	100	10
	100	15
	100	5
Контроль (без бактерий) . .	100	100

Шестивалентный хром анализировали на спектрофотометре СФ-4. Перед анализом среду профильтровывали через бумажный фильтр «синяя лента» для удаления взвешенных частиц. Морфологические и культуральные свойства выделенных бактерий пока еще не изучены.

Таким образом, доказано, что бактерии в анаэробных условиях могут использовать для своей жизнедеятельности кислород хроматов. Получена чистая культура этих бактерий.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В. И. Романенко, В. А. Романенко

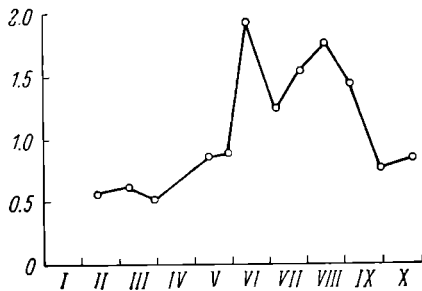
СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА КОЛИЧЕСТВА БАКТЕРИЙ В ИЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 1971—1972 гг.

Нас интересовал вопрос, как изменяется содержание бактерий в иловых отложениях водохранилища в течение года. Если в воде сезонные изменения количества бактерий более или менее изучены, то, что происходит в иловых отложениях, еще не ясно. По данному вопросу вообще очень мало работ. Так, по Волге имеются лишь 2 публикации [2, 4]. По-видимому, это в какой-то мере связано с методическими трудностями.

До настоящего времени определение бактерий в иловых отложениях водоемов производится по методу Виноградского в модификации Германова [1], разработанному для учета бактерий в почвах суши. В 1971 г. нами был предложен значительно более простой и удобный метод приготовления препаратов, получивший название «метод микронавесок» [4]. Данная работа выполнена этим способом. Приводим его краткое описание.

Около 1 г нормально увлажненного ила помещали в ступку и тщательно, без нажима, перемешивали пестиком. На предметных стеклах корундовой иглой очерчивали площадку в 6 см², после чего их тщательно обезжиривали: промывали в горячей воде с мылом, обрабатывали 0.3 н. раствором двуххромовокислого калия, приготовленным на концентрированной серной кислоте

с нагреванием, промывали дистиллированной водой и, после высушивания, сернистым эфиром. Перед приготовлением препарата очерченную площадку протирали сухим хозяйственным мылом, которое удаляли сухой фланелью: оставшиеся полярные молекулы мыла способствуют равномерному распределению капель воды. Стекло уравнивали на аналитических весах и на очерченную площадку наносили 5—7 мг ила. При взвешивании ил накрывали маленьким колпачком, изготовленным из кончика пробирки, для того, чтобы испарение воды не мешало взвешиванию. В навеску вносили каплю 0.05%-го агар-агара на дистиллированной воде. Раствор его предварительно профильтровывали через мембранный фильтр № 3 для очистки от бактериальных клеток. Если навеска ила превышала указанную величину, часть его отбирали тоненькой стеклянной палочкой. Ил и агар тщательно перемешивали бактериологической петлей и равномерно распределяли по очерченной площадке. После высушивания препарат фиксировали в абсолютном спирте и на мазок наносили карболовый 5%-й раствор основного эритрозина.



Сезонная динамика численности бактерий в иловых отложениях в среднем по 6 станциям за 1971 г.

По оси ординат — количество бактерий в млрд на 1 г ила; по оси абсцисс — месяцы.

Расчет количества бактерий производили по формуле

$$N = \frac{n \cdot S \cdot 1000}{s \cdot y \cdot 10^9},$$

где N — количество бактерий в 1 г сырого ила, млрд; n — количество бактерий на сосчитанной площади препарата под микроскопом, шт.; S — площадь стекла, на которой распределен ил, мк^2 ; s — площадь препарата, на которой сосчитаны бактерии согласно окулярной сетке, мк^2 ; y — навеска ила на предметном стекле, мг; 1000 — перевод в г; 10^9 — в млрд.

В водохранилище ил отбирали на 6 стандартных станциях с поверхностного горизонта. Из дночерпателя Берджи 5—7 г ила с поверхностного слоя вносили в склянку из-под пенициллина и фиксировали 1 мл 40%-го формалина, освобожденного от бактерий путем фильтрации через мембранный фильтр. Пробы ила отбирали с февраля по октябрь в 1971 г. и с января по апрель в 1972 г. (зимой — через месяц, летом — через 15 дней).

Из приведенных данных (см. таблицу) видно, что в целом количество бактерий в иловых отложениях водохранилища коле-

балось в течение года от 0.4 (минимальное) до 3.2 млрд (максимальное) в 1 г сырого ила. Как в 1971 г., так и в 1972 г. минимальные величины наблюдались в зимний и осенний периоды. В середине лета численность бактерий была максимальной, что особенно хорошо отражено на графике (см. рисунок), построенном по средним величинам. Зимой (с января по апрель) в 1971 и 1972 гг. количество бактерий в илах выражалось величинами одного порядка. Максимальная средняя величина численности бактерий летом 1971 г. соответствовала примерно 2 млрд, что согласуется с данными за вегетационный период 1969 г. [4] и связано с периодом максимальной прогрева иловых отложений.

По-видимому, на численность бактерий в илах главнейшее влияние оказывает температура.

ЛИТЕРАТУРА

1. Германов Ф. Н. К методике учета бактерий в почвах. — Тр. II Международн. конгр. почвоведов. — Комиссия III. М., 1932, с. 239—243.
2. Иватин А. В. Динамика численности бактерий в воде и донных отложениях Кузбассовского водохранилища в 1966 г. — Микробиол., 1969, 38, 3, с. 525—530.
3. Романенко В. И., Кузнецов С. И. Экология микроорганизмов пресных водоемов. Л., «Наука», 1974.
4. Романенко В. И., Романенко В. А. К методике определения численности бактерий в иловых отложениях водоемов. — Микробиол., 1971, 15, 5, с. 912—915.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Общее количество бактерий в илах Рыбинского водохранилища, млрд/г

Станция	1971 г.										1972 г.			
	февраль (16—19) (6)	март (10—13) (1)	апрель (1—2) (12)	май (30) (12)		июнь (14) (3)	июль (28) (3)		август (31) (6)	сентябрь (29) (2)	октябрь (26) (1)	среднее	январь (20) (14—19) (18)	апрель (3) (14—18)
Коприно	0.6	0.5	—	0.9	0.9	3.2	4.5	2.7	1.8	2.1	1.3	1.4	0.5	—
Заполненный г. Моло- га	0.7	0.6	0.5	0.9	1.0	2.5	4.4	1.8	2.0	1.8	0.9	1.25	0.6	0.6
Измайлово	0.6	0.4	0.5	0.7	0.6	4.7	0.6	0.7	1.8	4.2	—	0.87	0.6	0.5
Средний Двор	0.5	0.6	0.5	1.2	1.0	1.2	1.2	1.1	1.4	0.6	0.4	0.88	0.6	0.4
Наволоч	0.4	0.8	0.6	0.8	0.8	4.4	4.6	—	—	1.4	0.5	0.92	0.7	0.5
Брейгово	0.6	0.8	—	1.0	1.0	1.7	1.1	1.4	1.4	—	—	1.09	—	0.6
Среднее	0.55	0.61	0.52	0.87	0.88	1.95	1.23	1.54	1.68	1.42	0.77	0.94	0.60	0.54

**ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ
И ДЕСТРУКЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА
В ВОДЕ САРАТОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА в 1971 г.**

Для Саратовского водохранилища характерны постоянный уровень и транзитный водный режим. Боковая приточность в нем невелика. Основным источником водного питания (99%) является Куйбышевское водохранилище, воды которого за время прохождения через этот водоем обедняются биогенами и органическим веществом [2]. Вследствие этого поступление аллохтонного органического вещества в Саратовское водохранилище незначительно.

Продукция органического вещества фитопланктона, а также интенсивность деструкционных процессов в водной толще изучались нами в мае, июле и октябре на 18 станциях, охватывающих наиболее характерные части водоема. Определения производились кислородным методом [4]. При расчетах годовой продукции и деструкции длительность вегетационного периода принята равной 180 дням.

В Саратовском водохранилище выделяются русловая часть — проточная от верховий до плотины, участки залитой поймы с многочисленными островами, зарастающие макрофитами в литорали, и заливы, образовавшиеся в устьях подпертых притоков рр. Самара, Чагра, Малый Иргиз, Чапаевка. Гидрологические и гидрохимические условия на этих участках различны, что обуславливает неравномерное распределение фитопланктона и большие колебания в величине первичной продукции и деструкции органического вещества (см. таблицу).

Во все сезоны максимальный фотосинтез наблюдался в устьевых заливах притоков (ст. 7а, 7б, 54б, 58б), где он был максимальным и до залива [3]. Повышенная продуктивность устьевых заливов обусловлена поступлением в них бытовых и хозяйственных вод и хорошей прогреваемостью. Значительно слабее фотосинтез по руслу Волги (ст. 1, 7, 35, 46, 54, 55, 58, 10), особенно в верхних участках, т. е. в воде, поступившей из Куйбышевского водохранилища. В нижней части русла фотосинтез интенсивнее.

Несколько выше продуктивность левобережных мелководий (ст. 35б, 46б, 62), где сказывается лучшая прогреваемость, наличие островов и близость больших сельскохозяйственных угодий. являющихся источником евтрофикации.

Как и фотосинтез, деструкция была максимальной в устьевых заливах. Отношение деструкции к первичной продукции (D/P) под 1 м² водного зеркала было здесь наименьшим — 0.2—3.7. На русловых участках количество разрушаемого органического

Суточная продукция фитопланктона (*П*) и деструкция органического вещества (*Д*) в воде Саратовского водохранилища в 1971 г. (г С под 1 м²)

№ станции	Расположение станции	Май (20—27)		Июль (16—26)		Октябрь (12—16)	
		<i>П</i>	<i>Д</i>	<i>П</i>	<i>Д</i>	<i>П</i>	<i>Д</i>
1	Русло Волги у с. Моршанш	0.11	3.16	0.20	2.95	0.02	0.61
6	Русло у «Поляны Фрунзе»	0.19	2.23	0.11	0.19	0.17	2.74
7а	Устьевой зал. р. Самары	1.97	4.08	—	—	—	—
7	Русло ниже Куйбышева	0.18	0.13	0.45	1.30	0.07	2.64
7б	Устьевой зал. р. Чапаевка	—	—	0.73	2.68	—	—
35	Русло у с. Малая Рязань	0.27	1.37	0.25	1.25	0.07	0.13
35б	Мелководье у М. Рязани	0.30	0.62	0.37	0.31	—	—
46	Русло у с. Монастырское	0.16	2.26	0.42	1.90	0.06	0.11
46б	Мелководья у с. Монастырское	0.68	0.57	0.26	0.03	0.08	0.06
47	Русло у с. Софьино . . .	0.61	0.40	0.54	2.18	0.00	0.83
47а	Пойма у с. Вязовка . . .	0.18	0.06	0.16	0.11	0.06	0.19
54	Русло ниже р. Чагры . .	0.63	0.16	0.62	2.78	0.23	1.39
54б	Устьевой зал. р. Чагры .	0.65	0.15	—	—	—	—
55	Русло у г. Хвалынска . .	0.11	0.35	0.32	4.89	0.10	0.17
58	Русло у дер. Меровки . .	0.37	2.34	0.72	4.81	0.05	1.77
58б	Устьевой зал. р. М. Иргиз	0.39	0.20	1.50	2.63	0.15	0.15
10	Русло у Балаково	0.13	0.87	0.70	3.00	0.00	0.37
62	Пойма у Балаково	0.45	1.13	0.91	2.00	0.10	0.36
	Среднее по руслу . .	0.27	1.21	0.41	2.24	0.07	1.00
	по участкам мелководий	0.48	0.77	0.43	0.78	0.09	0.21
	по устьевым заливам . .	1.00	1.52	1.42	2.65	0.15	0.15
	по водохранилищу . .	0.43	1.00	0.53	2.06	0.08	0.82

Примечание. (—) — анализ не производился.

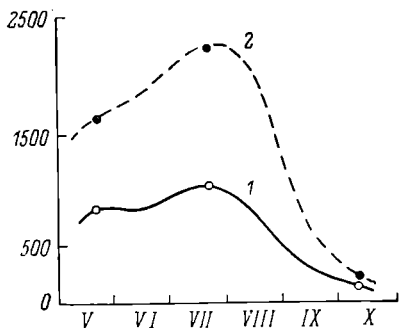
вещества под 1 м² значительно превосходит продукцию (*Д/П* до 30).

Первичная продукция фитопланктона в 1971 г. была невелика и составила 120 тыс. т С на весь водоем или 60 г под 1 м². Это меньше, чем в других водохранилищах волжского каскада [5, 4], что объясняется особенностями водного питания Саратовского водохранилища. Суммарная деструкция за тот же период 1971 г. составила 254 тыс. т С, или 125 г. С под 1 м².

Летний максимум образования первичной продукции невелик, а весенний — достаточно высок (см. рисунок). Последнее, вероятно, связано с тем, что в Саратовском водохранилище скорость течения воды в русловой зоне доходит до 1.5 м/сек. и в фитопланктоне преобладают диатомовые водоросли, максимальное развитие которых происходит весной. Распространение же синезеленых

водорослей летом 1971 г. было ограничено участками устьевых заливов и мелководьями. Деструкционные процессы находятся в прямой зависимости от температуры воды, что обусловило интенсификацию их летом.

Отношение деструкции к фотосинтезу фитопланктона под 1 м², составляющее в Саратовском водохранилище 2,1, ниже, чем



Величина среднесуточной первичной продукции и деструкции в расчете на все водохранилище.

1 — первичная продукция, 2 — деструкция.

По оси ординат — органическое вещество ГС; по оси абсциссе — месяцы.

В Куйбышевском. Следовательно, первичная продукция фитопланктона играет здесь большую роль в балансе органических веществ в водоеме. Возникает вопрос, за счет чего в Саратовском водохранилище суммарная деструкция в 2 раза больше первичной продукции, если аллохтонные поступления в сток Куйбышевского водохранилища невелики. По-видимому, большую роль здесь играет продукция макрофитов [6], которые занимают значительное пространство мелководий. Кроме того, большое количество органических веществ поступает с бытовыми и хозяйственными сбросами гг. Тольятти, Жигулевска, Куйбышева, Чапаевска, Сызрани и др.

Таким образом, внутрикаскадное положение Саратовского водохранилища и основные черты его водного режима обуславливают ряд особенностей в продуцировании фитопланктоном органического вещества, его деструкции и в соотношении этих величин.

ЛИТЕРАТУРА

1. В п н б е р г В. Г. К вопросу о балансе органического вещества в водоемах. — Тр. Лимнол. ст. в Косине, 1934, 18, с. 5—24.
2. Г у с е в а Н. Н. О химизме воды Волги в нижнем бьефе Волжской ГЭС им. В. И. Ленина. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1966, 13 (16), с. 70—73.
3. К у д р я в ц е в В. М. Микробиологическая характеристика Волги от Куйбышева до Волгоградской плотины. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1972, 22 (25), с. 14—22.
4. Р о м а н е н к о В. И. Соотношение между фотосинтезом фитопланктона и деструкцией органического вещества в водохранилищах. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1967, 15 (18), с. 61—74.
5. С а л м а н о в М. А., С о р о к и н Ю. И. Первичная продукция Куйбышевского водохранилища. — Изв. АН СССР, сер. биол., 1962, 4, с. 603—614.

6. Э к з е р ц е в В. А. Продукция прибрежно-водной растительности Иваньковского водохранилища. — Бюлл. Ин-та биол. водохр. АН СССР, 1958, 1, с. 19—21.

Куйбышевская станция
Института биологии
внутренних вод АН СССР

А. И. Саралов, В. Я. Костяев

ДЕЙСТВИЕ СВЕТА НА ФИКСАЦИЮ
МОЛЕКУЛЯРНОГО АЗОТА СИНЕЗЕЛЕННОЙ ВОДОРОСЛЮ
HAPALOSIPHON FONTINALIS

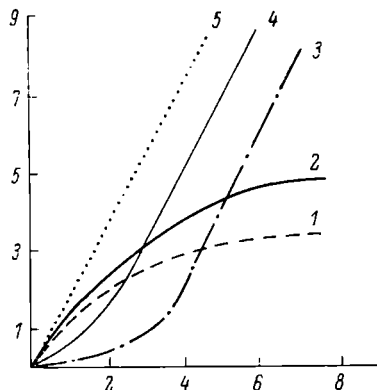
Фиксация свободного азота синезелеными водорослями усиливается в присутствии света. Фог и Тап-Тун [3, 4] обнаружили тесную связь между фотосинтетической ассимиляцией углерода и потреблением молекулярного азота. Они полагают, что фотосинтез при этом является источником энергии. Их выводы основаны на опытах по воздействию света, температуры, изменяющихся концентраций азота и CO_2 на азотфиксацию и фотосинтез у синезеленой водоросли *Anabaena cylindrica*. Остается неясной связь этих процессов во времени. Изучение динамики усвоения азота (N_2) при различном режиме освещения (свет—темнота, темнота—свет) может помочь ответить на данный вопрос. Настоящая работа посвящена выяснению такой зависимости у альгологически чистой культуры синезеленой водоросли *Hapalosiphon fontinalis*.

Опыты проводили с монокультурой водоросли *H. fontinalis*, относящейся к активным азотфиксаторам [2]. Она была выделена из воды Рыбинского водохранилища, культивировалась на среде М [1] и не была очищена от бактерий.

Измерения интенсивности азотфиксации проводили по ацетиленовой методике [5], которая основана на том, что микроорганизмы, восстанавливающие N_2 до аммиака, восстанавливают также и ацетилен до этилена. Определение величины синтезированного этилена микроорганизмами позволяет оценить потребление N_2 . Авторы принимают, что 1.5 моля образованного этилена соответствует 1 молю аммиака (весовое отношение этилен : азот = 3 : 1).

Водоросли выдерживали 5—7 час. в темноте, а потом использовали в опытах на свету при 8—10 тыс. лк или со света 8—10 тыс. лк их переносили в опыты в темноте. Среду с *H. fontinalis* (12 мл) разливали в стеклянные цилиндрические сосуды объемом 41 мл, закрывали силиконовой пробкой, поверх которой накручивался пластмассовый колпачок с отверстием под инъекционную иглу. Через иглу сосуды вакуумировали, заполняли заранее приготовленной газовой смесью (0.1 атм. C_2H_2 , 0.2 O_2 и 0.003 атм. CO_2) и общее

давление доводили аргоном до 1 атм. Слянки помещали в климатическую камеру Feutron, в которой поддерживалось освещение 8—10 тыс. лк и температура 28°. В темновых вариантах слянки заворачивали в черную бумагу. Через каждый час из них шприцем отбирали по 0.5 мл газовой смеси и определяли концентрацию этилена на газо-жидкостном хроматографе «Хром-3» с пламенноионизационным детектором. Хроматографическую колонку длиной в 2.4 м и диаметром 6 мм заполняли твердым носителем «Полисорб-1» с 10% жидкой фазы (1,2,3-трис/бета циан этокси/пропан). По величине сигнала детектора (в мв) по калибровочному графику определяли количество образовавшегося этилена. Учитывая весовое соотношение этилен : азот, полу-



Динамика фиксации азота у *H. fontinalis* при изменяющемся режиме освещения.

1 — в темноте водорослями, адаптированными к освещенности 8 тыс. лк; 2 — то же при 10 тыс. лк; 3 — на свету в 10 тыс. лк водорослями, адаптированными в темноте 7 час.; 4 — то же 5 час.; 5 — на свету в 10 тыс. лк с водорослями, адаптированными к этой освещенности.

По оси ординат — количество фиксированного азота, (10^{-6} мг N) на 1 мг сухого веса водорослей, по оси абсцисс — продолжительность опыта, часы.

ченную величину уменьшали в 3 раза и принимали ее за количество фиксированного N_2 водорослями. В конце опыта в слянках определяли сухой вес водорослей.

Из приведенных данных (см. рисунок) видно, что культура водоросли после перенесения со света (8 тыс. лк) в темноту продолжает фиксировать молекулярный азот в течение 7 час., постепенно утрачивая эту способность. При предварительном адаптации *H. fontinalis* к освещенности в 10 тыс. лк она эффективнее восстанавливает N_2 . Сравнение кривых (1 и 2) показывает, что культура, пребывавшая при более сильном освещении, в темноте способна фиксировать азот с большей скоростью и более длительное время. У водорослей, выдержанных в темноте 7 час., в первое время на свету азотфиксация увеличивается. Примерно через 3 час. после перенесения *H. fontinalis* из темноты на свет в 10 тыс. лк достигается максимальная скорость этого процесса. Если же водоросли были в темноте не 7, а 5 час., то на свету в 10 тыс. лк потребление N_2 значительно выше.

Итак, интенсивность азотфиксации зависит от предшествующего освещения. Этот процесс в течение нескольких часов может протекать в темноте. Следовательно, не только наличие световой энергии для *H. fontinalis* определяет скорость усвоения азота. Необходимо значительное время, чтобы энергия света, поглощенная фотосинтетическими пигментами, была трансформирована

в богатые энергией продукты и, вероятно, восстановленный ферродоксин в количестве, достаточном для осуществления темновой фазы фиксации N_2 .

ЛИТЕРАТУРА

1. Таха М. С. Влияние концентрации различных компонентов среды на рост и азотфиксацию синезеленых водорослей. — Микробиол., 1963, 32, 4, с. 582—587.
2. Таха М. С. Значение света для роста некоторых синезеленых водорослей и фиксации ими азота. — Физиол. растений, 1964, 11, 3, с. 424—430.
3. Fogg G. F., Thán-Tun. Photochemical reduction of elementary nitrogen in the blue-green algae *Anabaena cylindrica*. — Biochim et biophys. acta, 1958, 30, 1, p. 209—218.
4. Fogg G. F., Thán-Tun. Interrelations of photosynthesis and assimilation of elementary nitrogen in a blue-green alga. — Proc. Roy. Soc. B, 1960, 153, p. 111—120.
5. Hardy R. W. F., Holsten R. D., Tackson E. K., Burns R. C. The Acetylene-Ethylene Assay for N_2 Fixation laboratory and Field Evaluation. — Plant Physiol., 1958, 43, 8, p. 1185—1207.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

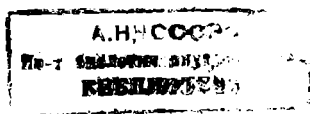
Л. Е. Сигарёва

ОБ ИЗМЕРЕНИИ ПОТЕНЦИАЛЬНО АКТИВНОГО ХЛОРОФИЛЛА В ФИТОПЛАНКТОНЕ

В работах по первичной продукции большое значение приобретают данные о содержании хлорофилла, являющегося показателем фотосинтезирующей биомассы. При этом становится все более очевидным, что необходимо учитывать только потенциально активный «чистый» хлорофилл, без продуктов его распада. Последние могут поступать из взмученных донных отложений, детрита, отмерших клеток водорослей и к живому фитопланктону не имеют прямого отношения.

31.905
Основные продукты распада хлорофилла — феофитины (без Mg), хлорофиллиды и феофорбиды (бесфитольные формы), образующиеся при действии хлорофиллазы и слабых кислот. Браун [2] получал и другие дериваты: продукты алломеризации хлорофилла и замещения в нем фитола метилом. Состав и концентрация нефотосинтезирующих пигментов меняются в зависимости от вида экстрагируемого материала [2].

Один из наиболее распространенных способов определения чистого хлорофилла (с хлорофиллидом) и феофитина (с феофорбидом) — спектрофотометрическая методика, разработанная Лоренценом [3], основанная на превращении хлорофилла после



подкисления в феофитин. При этом максимум поглощения красного света хлорофиллами *a* и *b* смещается в длинноволновую область, а у хлорофилла *c* фактически исчезает. При 665 нм поглощение хлорофилла *a* снижается в 1.7 раза как следствие образования феофитина — пигмента с более низким удельным коэффициентом экстинкции. Для хлорофиллов *b* и *c* при 665 нм таких изменений незаметно, что, вероятно, обусловлено незначительной долей поглощения обоих хлорофиллов при этой длине волны. Поэтому они не должны влиять на расчет хлорофилла *a* по формуле Лоренцена. Хлорофиллы *b* и *c* в чистом виде рассчитать таким же путем невозможно, так как неизвестны специфические коэффициенты экстинкции их феоформ и, кроме того, из-за сравнительно небольшого (против хлорофилла *a*) содержания в смешанном экстракте велика ошибка их измерения.

Все хлорофиллы (*a*, *b*, *c*) могут быть рассчитаны по уравнениям стандартного метода [4], однако вместе с продуктами распада. Причем эти уравнения не позволяют получить истинную сумму хлорофилла и его феоформ, так как последние рассчитываются по удельным коэффициентам экстинкции хлорофилла, а их максимумы поглощения почти совпадают. Доля феофитина в этой сумме занижена, поскольку удельный коэффициент его экстинкции меньше, чем у хлорофилла. Преимущество стандартного метода — более высокая точность расчета хлорофилла в экстракте (± 0.035 мкг/мл) против метода Лоренцена (± 0.13 мкг/мл).

Некоторые исследователи [1] предлагают из содержания хлорофилла, полученного по стандартному методу, вычитать количество феофитина, составляющее 59% от измеренного по Лоренцену, т. е. уменьшенное в 1.7 раза соответственно уменьшению удельного коэффициента экстинкции феофитина против такового для хлорофилла. Предполагается, что в этом случае определение содержания чистого хлорофилла будет точнее, так как абсолютная ошибка стандартного метода меньше и, кроме того, им учитывается влияние хлорофиллов *b* и *c*, которое исключается в уравнении Лоренцена. Однако полученные таким путем данные по хлорофиллу *a* несколько искажаются из-за довольно большой ошибки определения феофитина.

В настоящей работе рассмотрены оба способа определения чистого хлорофилла: по стандартному методу с поправкой на феофитин [1, 4] и по методу Лоренцена [3]. Данные анализа проб фитопланктона, собранного в мелководной зоне Рыбинского водохранилища в 1972 г., представлены в таблице в порядке уменьшения процентного содержания феофитина от его суммы с чистым хлорофиллом.

Результаты определения хлорофилла *a* по формуле стандартного метода оказались более высокими, чем по уравнению Лоренцена (см. таблицу). Но различие (*a* и *A*) невелико и в 10 случаях из 20 составляет в среднем 1—4% от количества хлорофилла,

a	b	c	A	Φ	a - A	$\frac{a - A}{\Phi} \cdot 100\%$	$\frac{\Phi \cdot 100}{A + \Phi} \%$	E ₆₆₅ - E ₇₅₀
38.8	3.6	9.4	26.7	22.4	12.1	54	46	0.144
19.8	1.1	3.1	15.7	7.9	4.1	52	33	0.148
49.6	0.3	6.7	42.1	12.6	7.5	60	23	0.360
22.2	1.4	6.2	19.7	4.8	2.5	52	20	0.164
21.5	1.4	6.0	19.7	4.6	1.8	39	19	0.163
39.3	1.1	5.8	35.8	7.3	3.5	48	17	0.204
54.3	0	7.3	50.4	6.2	3.9	63	11	0.393
20.8	0	2.0	19.4	2.2	1.4	64	10	0.146
59.5	0	12.0	55.7	6.1	3.8	62	10	0.323
51.3	0	11.6	48.1	5.2	3.2	62	10	0.372
58.0	1.2	7.4	54.8	5.6	3.2	57	9	0.422
44.9	0	4.5	43.4	3.7	1.5	40	8	0.165
39.7	0.3	3.2	38.4	2.8	1.3	46	7	0.233
179.8	1.4	27.4	175.1	11.1	4.7	42	6	0.330
40.2	0	6.6	39.1	2.1	1.1	52	5	0.293
25.1	2.0	10.7	24.7	1.0	0.4	40	4	0.183
40.1	0.1	5.5	39.8	0.9	0.3	33	2	0.293
28.2	1.2	12.2	28.1	0.5	0.1	20	2	0.206
25.8	0	2.9	25.6	0.5	0.2	40	2	0.150
30.1	0	1.6	29.7	0.4	0.4	100	1	0.218

Примечание. a, b, c — концентрация хлорофиллов a, b и c (в мкг/л), вычисленных по формулам стандартного метода ЮНЕСКО; A, Φ — то же для хлорофилла a и феофитина a по формулам Лоренцена, E₆₆₅, E₇₅₀ — поглощение света экстрактами при 665 и 750 нм.

рассчитанного по Лоренцену, при низком содержании феофитина. Оно увеличивается до 40%, когда доля феофитина возрастает до 46%. Таким образом, завышение данных по хлорофиллу, полученных стандартным методом, зависит от концентрации феофитина.

Процент заниженного количества феофитина, измеряемого вместе с хлорофиллом по стандартному методу от данных расчета по Лоренцену ($\frac{a - A}{\Phi} \cdot 100$), несколько отличается от теоретических 59%, что особенно заметно при его небольшом содержании (менее 2.5 мкг/л). Вероятнее всего это обусловлено значительной величиной абсолютной ошибки расчета феофитина по формуле Лоренцена (+2.26 мкг/л при объеме воды 1 л, объеме экстракта 25 мл, длине кюветы 2 см). Поэтому при низком содержании феофитина данные по чистому хлорофиллу, полученные стандартным методом с упомянутой выше поправкой на продукты распада [1], как уже отмечалось, оказываются недостаточно точными. В этом случае следует отдать предпочтение методу Лоренцена.

Что касается возможного влияния хлорофиллов b и c на определение хлорофилла a и феофитина методом Лоренцена, то определенной зависимости между содержанием первых и ошибкой

в определении последнего не прослеживается (см. таблицу). Надо заметить, что поглощение дополнительных хлорофиллов в максимуме хлорофилла *a* настолько мало, что не может сильно отразиться на точности определения хлорофилла *a*. Даже при равном соотношении хлорофиллов $a : b : c$ их удельные коэффициенты экстинкции при 663 нм относятся как 89.31 : 9.57 : 0.47 [4]. В анализируемых же пробах содержание хлорофиллов *b* и *c* обычно значительно ниже количества хлорофилла *a*.

Таким образом, наиболее подходящим для измерения чистого хлорофилла *a* следует считать метод Лоренцена. Однако необходимо помнить о сравнительно большой величине абсолютной ошибки этого метода (по сравнению со стандартным). Для снижения относительной ошибки обязательно соблюдение основного требования метода Лоренцена — исходная оптическая плотность экстракта при 665 нм должна быть не менее 0.2 [2]. В тех работах, где пукны данные по содержанию дополнительных хлорофиллов, предпочтительнее производить расчеты двумя способами — по уравнениям стандартного метода (для хлорофиллов *a*, *b* и *c* вместе с их феоформами) и по уравнению Лоренцена (для чистого хлорофилла *a*).

ЛИТЕРАТУРА

1. В е д е р н и к о в В. И., К о н о в а л о в Б. В., К о б л е н ц М и ш к е О. И. Результаты применения спектрофотометрического метода определения феофитина *a* в пробах морской воды. — Тр. Ин-та океанол. АН СССР, 1973, 95, с. 70—78.
2. B r o w n S. R. Absorption coefficient of chlorophyll derivatives. — J. Fish. Res. Board Canada, 1968, 25, 3, p. 523—540.
3. L o r e n s e n C. J. Determination of chlorophyll and pheopigments: spectrophotometric equations. — Limnol. and Oceanogr., 1967, 12, p. 343—346.
4. U N E S C O. Monographs on oceanographic methodology. 1. Paris, 1966.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В. А. Э к з е р ц е в, А. П. Б е л а в с к а я

К ИЗУЧЕНИЮ ФЛОРЫ ШЕКСНИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Выявление видового состава растительности Шекснинского водохранилища — необходимое звено в составлении списка флоры каскада волжских водохранилищ. При этом особое значение имеют данные первых лет существования искусственных водоемов. Они служат исходным материалом при изучении становления растительного покрова мелководий, а экологический

анализ видов дает представление об их устойчивости к своеобразным условиям переменного обводнения. Хотя наши сборы, проведенные в 1969 г., нельзя считать исчерпывающими, все-таки они вскрывают некоторые закономерности состава флоры на 5-м году существования Шекснинского водохранилища.

При рекогносцировочном обследовании в зоне затопления отмечен 91 вид высших травянистых растений, относящихся к 33 семействам. Наибольшим числом видов представлены семейства *Cyperaceae*, *Gramineae*, *Potamogetonaceae*, *Ranunculaceae*, *Polygonaceae*.

По экологическому составу большая часть растений (60%) — гидрофиты, почти треть (32%) — гидромезофиты и лишь 8% — мезофиты. Гидромезофиты — переходная и довольно пестрая группа, к которой относятся, с одной стороны, растения-временники, занимающие в естественных условиях побережья озер и рек, такие как *Bidens cernua*, *Polygonum scabrum*, *Rorippa islandica* и др., а с другой стороны, растения влажных лугов — *Deschampsia caespitosa*, *Poa palustris*, *Filipendula ulmaria*, *Carex nigra*, *Carex caespitosa*. В связи с этими особенностями последняя группа довольно характерна для переменных условий обводнения литорали водохранилищ. В противоположность ей несомненно погибающими представителями затопленной растительности являются несколько видов мезофитов — *Trifolium repens*, *Taraxacum officinale* и др.

Среди флоры Шекснинского водохранилища преобладают корневищные растения (69%). Однолетники играют в ее составе незначительную роль (9%). Подобно однолетникам свободноплавающие растения составляют лишь 12% от состава флоры, но они включают массовые виды, как *Ceratophyllum demersum*, *Lemna trisulca*, получившие огромное распространение в погибших затопленных лесах.

По способу сохранения почек в неблагоприятный период преобладают геофиты и гелофиты (35%), у которых почки сохраняются в грунте или в иле, а также гемикриптофиты (35%), почки которых находятся на поверхности почвы под прикрытием растительных остатков. Гидрофиты, имеющие почки возобновления в толще воды, составляют только 18% от всех отмеченных видов. Терофитов насчитывается 10%, и, наконец, всего 2% составляют совсем не типичные для данной флоры хамефиты.

Ниже приводится список видов, отмеченных на мелководьях Шекснинского водохранилища.

<i>Ranunculaceae</i>	<i>Ceratophyllaceae</i>
<i>Ranunculus circinatus</i> Sibth.	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.
<i>R. trichophyllus</i> Chaix	
<i>R. sceleratus</i> L.	<i>Nymphaeaceae</i>
<i>R. repens</i> L.	<i>Nuphar lutea</i> (L.) Smith
<i>R. acer</i> L.	

Parnassiaceae

Parnassia palustris L.

Rosaceae

Comarum palustre L.

Filipendula ulmaria (L.) Maxim.

Leguminosae

Trifolium pratense L.

Urticaceae

Urtica dioica L.

Polygonaceae

Rumex acetosa L.

Polygonum amphibium L.

P. aviculare L.

P. scabrum Moench

P. hydropiper L.

P. minus Huds.

Caryophyllaceae

Stellaria graminea L.

Cirronaria flos-cuculi (L.) A. Br.

Cruciferae

Rorippa islandica (Oeder) Borb.

Lythraceae

Lythrum salicaria L.

Onagraceae

Epilobium palustre L.

Haloragaceae

Myriophyllum spicatum L.

Callitrichaceae

Callitriche palustris L. emend. Druce

Hippuridaceae

Hippuris vulgaris L.

Umbelliferae

Cicuta virosa L.

Sium latifolium L.

Primulaceae

Lysimachia thyrsiflora L.

Menyanthaceae

Menyanthes trifoliata L.

Solanaceae

Solanum dulcamara L.

Lentibulariaceae

Utricularia vulgaris L.

Boraginaceae

Myosotis palustris Lam.

Labiatae

Scutellaria galericulata L.

Stachys palustris L.

Mentha arvensis L.

Rubiaceae

Galium uliginosum L.

Compositae

Bidens tripartita L.

B. cernua L.

Tripleurospermum inodorum (L.) Sch.-
Bip.

Taraxacum officinale Web. ex Wigg.

Butomaceae

Butomus umbellatus L.

Hydrocharitaceae

Hydrocharis morsus-ranae L.

Elodea canadensis Michx.

Alismataceae

Alisma plantago-aquatica L.

Sagittaria sagittifolia L.

Potamogetonaceae

Potamogeton pectinatus L.

P. compressus L.

P. obtusifolius Mert. et Koch.

P. pusillus L.

P. natans L.

P. perfoliatus L.

P. heterophyllus var. *graminifolius*
Fries.

P. lucens L.

Araceae

Calla palustris L.

Lemnaceae

Spirodela polyrrhiza (L.) Schleid.

Lemna trisulca L.

L. minor L.

Sparganiaceae
Sparganium erectum L.
S. simplex Huds.

Typhaceae
Typha latifolia L.

Juncaceae
Juncus filiformis L.
J. articulatus L.

Cyperaceae
Eriophorum latifolium Hoppe
Eleocharis acicularis (L.) Roem et
Schult.
E. palustris (L.) R. Br.
Scirpus radicans Schkuhr.
S. sylvaticus L.
S. lacustris L.
Carex leporina L.
C. canescens L.

C. paniculata L.
C. vulpina L.
C. pseudocyperus L.
C. rostrata Stokes
C. vesicaria L.
C. caespitosa L.
C. aquatilis Wahlb.
C. acuta L.
C. nigra (L.) Reichard.

Gramineae
Phragmites communis Trin.
Glyceria maxima (Hartm.) Holmb.
G. fluitans (L.) R. Br.
Poa trivialis L.
P. palustris L.
Scolochloa festucacea (Willd.) Link
Deschampsia caespitosa (L.) Beauv.
Calamagrostis purpurea (Trin.) Trin.
Agrostis stolonifera L.
Phleum pratense L.
Alopecurus aequalis Sobol.
Typhoides arundinacea (L.) Moench

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

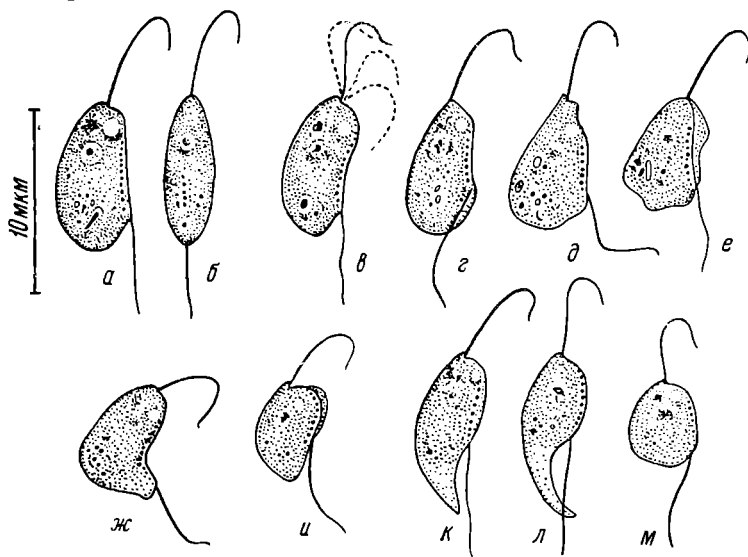
Б. Ф. Жуков

НОВЫЙ ЖГУТИКОНОСЕЦ — *BODO SOROKINI* SP. N.
(*BODONINA* HOLL., *KINETOPLASTIDA* HONIGBERG,
ZOOMASTIGOPHORA CALKINS)

Новый жгутиконосец обнаружен в пробах воды из оз. Фаро (Сицилия, недалеко от г. Мессины), любезно предоставленных нами Ю. И. Сорокиным. Озеро представляет собой отшнуровавшийся от Средиземного моря залив с соленостью 30%. Пробы отобраны с глубины 13 м. Из них (в январе 1973 г.) в лабораторных условиях была выделена культура данного вида. В настоящее время жгутиконосцы успешно культивируются на искусственной морской воде в лаборатории физиологии низших организмов Института биологии внутренних вод АН СССР.

Bodo sorokini sp. n. (см. рисунок). Наиболее обычная форма тела овальная или бобовидная, сплюснутая с боков. Довольно сильно метаболирует, но без образования псевдоподий. Длина 7—8, ширина 3—4 мкм. Жгутики отходят от переднего конца тела из углубления, расположенного ближе к спинной стороне. Плавательный жгутик равен длине тела или немного длиннее, характерно загнут в виде крючка. Рулевой жгутик примерно в 1.5 раза длиннее тела, соединен с брюшной стороной жгутиконосца почти

по всей длине клетки. Вдоль всего места соединения в протоплазме расположен четкий ряд гранул. Ядро в передней половине. Кинетопласт имеется. Сократительная вакуоль в переднем конце. Размножение продольным делением надвое. Цисты неизвестны. Движение — плавание или ползание. Плавает, вращаясь вокруг продольной оси, медленно. Чаще ползает, почти всегда на боку, сильно трясется, иногда беспорядочно держится на одном месте.



Bodo sorokini sp. n.

а — обычный вид жгутиконосца с боковой стороны; б — вид со спинной стороны; в — характер работы плавательного жгутика; г—и — обычные формы метаболии; ж, з — формы, встречающиеся при повышенной концентрации солей (при испарении из среды воды); л — форма особи сразу после деления.

Питается бактериями, пища поступает в тело через передний конец в районе выхода жгутиков.

Наиболее характерная черта, отличающая данный вид от других бодонид, — прочное соединение рулевого жгутика с брюшной стороной жгутиконосца почти по всей длине его тела, в то время как у всех представителей рода *Bodo* оба жгутика свободны. Особенностью можно считать и сократительную вакуоль, которая у морских видов обычно не обнаруживается. У *B. sorokini* она имеет обычные размеры и ритм пульсаций, характерный для пресноводных жгутиконосцев (примерно 10 сек.).

Описываемый вид имеет некоторые черты сходства с *B. caudatus* (Duj.) Stein. и *B. curvifilus* Griess. Всех их сближает форма тела, метаболия, размеры, характер выхода из тела жгутиков, изогнутость плавательного жгутика, своеобразный характер движения.

Но у *B. caudatus* и *B. curvifilis* оба жгутика свободны. Кроме того, *B. caudatus*, выделенный нами из Рыбинского водохранилища, вид преимущественно пресноводный, который может нормально развиваться только при солености не выше 20‰. *B. curvifilis*, описанный как морской организм, не имеет сократительной вакуоли.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Н. Л. Я г о д к а

О СПЕЦИФИЧНОСТИ РЕАКЦИИ ИНФУЗОРИИ *SPIROSTOMUM AMBIGUUM* (ENRFG.) НА ФЕНОЛ

Цель настоящей работы — изучение поведения инфузории *S. ambiguum* в растворах фенола различной концентрации.

Инфузории культивировались в колбах объемом 500 мл на минеральной среде следующего состава: NaCl — 30 мг/л, KCl — 4, CaCl₂·2H₂O — 5, MgCl₂·2H₂O — 5, NaHCO₃ — 7.5 мг/л с добавлением сухого органического вещества в виде очищенных пивных дрожжей, которые вносились 1 раз в неделю при пересеве культуры [2, 4]. Опыты ставились в чашках Петри на той же среде в 3 повторностях на каждую концентрацию фенола при температуре 18—23° и pH=6.7—7.0. В каждую чашку помещали 20 инфузорий.

В опытах использовался фенол в концентрациях 5, 10, 50, 100, 200, 300, 600 и 1000 мг/л. Смена раствора производилась ежедневно. Остаточный фенол определялся по В. Т. Каплину и Н. Г. Фесенко [3].

В растворах с концентрацией фенола 1000 мг/л уже в 1-е сутки большинство инфузорий совершает нехарактерные для них вращательные движения. На 2-е сутки половина их погибает, а остальные теряют подвижность и погибают на 3-и сутки.

Действие на инфузорий фенола в концентрации 600 мг/л весьма своеобразно. На 2-е сутки форма их тела сильно изменяется — становится колбообразной, грушевидной или принимает другую неестественную форму (рис. 1). Характерным можно считать появление 1—2 пустых пищеварительных вакуолей наряду с большим количеством мелких, заполненных дрожжевыми клетками. Движение инфузорий замедленно. На 3—4-е сутки все они погибают.

В растворах с концентрацией фенола 50, 100 и 200 мг/л *S. ambiguum* живет и размножается, при этом численность ее выше, чем в контроле (рис. 2). Концентрации фенола от 50 до 200 мг/л существенного влияния на двигательную активность инфузорий не оказывали. В ходе опыта выяснилось, что концентрация токсиканта в чашках, где присутствовала *S. ambiguum*, оказалась меньше, чем в тех, где была только сопутствующая микрофлора

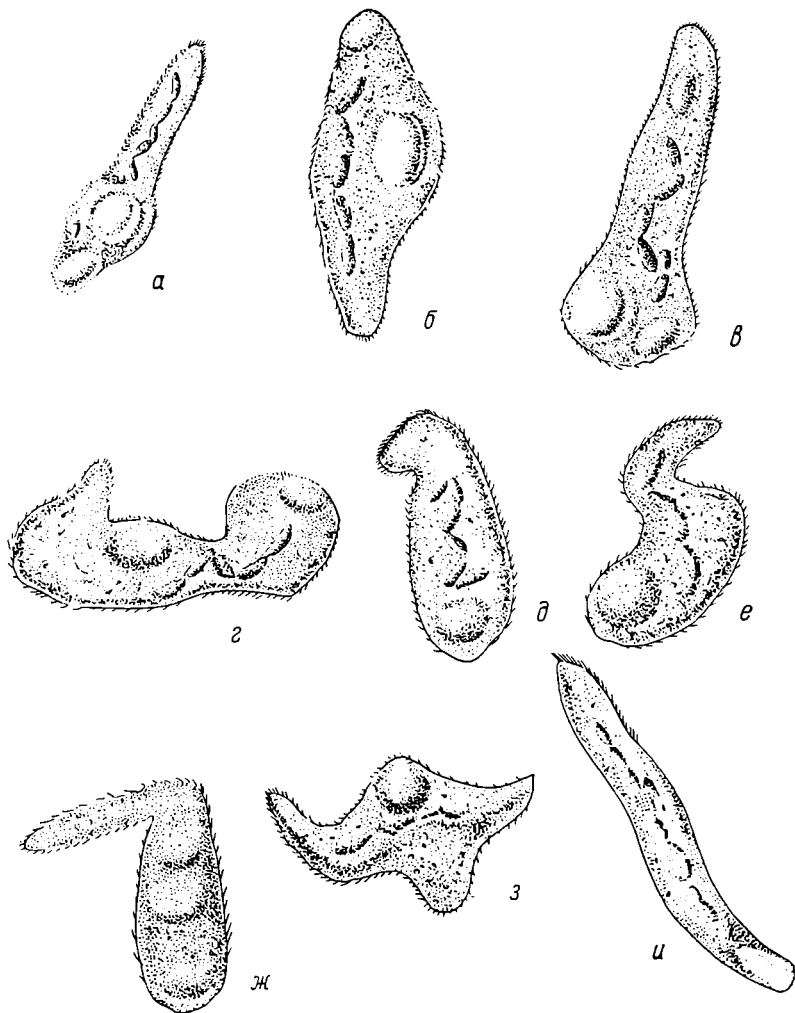


Рис. 1. Изменение формы клеток инфузории *S. ambigua* при действии фенола в концентрации 600 мг/л.

а—ж — измененные формы клеток, и — нормальная форма клетки.

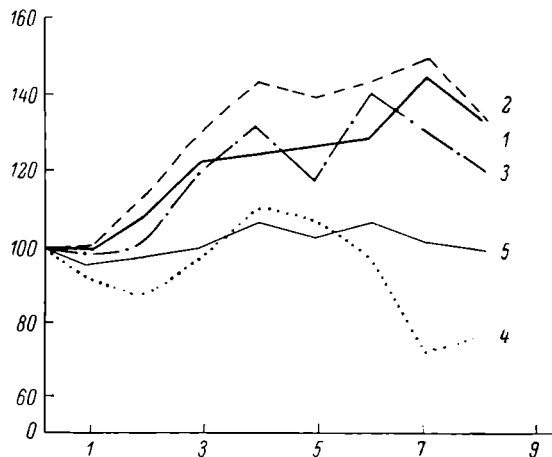


Рис. 2. Выживаемость инфузорий *S. ambigua* в растворах фенола различной концентрации. 1 — концентрация фенола 50 мг/л, 2 — 100, 3 — 200, 4 — 300 мг/л, 5 — контроль. По оси ординат — численность инфузорий в процентах от исходной, по оси абсцисс — время, сутки.

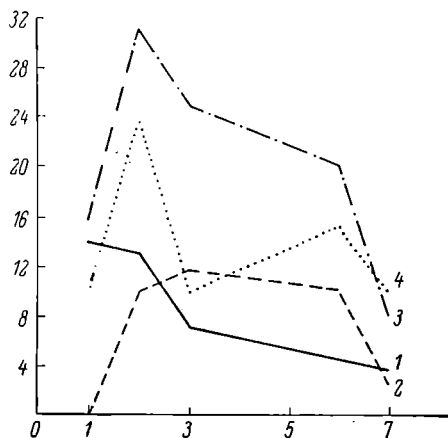


Рис. 3. Влияние инфузории *S. ambigua* на распад фенола.

По оси ординат — разница (Δ) между количеством фенола, разрушенного в присутствии инфузорий и без них. Остальные обозначения те же, что на рис. 2.

(рис. 3). По-видимому, в этих растворах фенола происходит усиленное развитие микрофлоры, что улучшает условия питания инфузорий. В свою очередь инфузории, выделяя метаболиты в среду, оказывают положительное влияние на развитие микроорганизмов.

Таким образом, поведение инфузорий *S. ambiguum* в токсических растворах фенола весьма специфично. Концентрации фенола от 50 до 200 мг/л оказывают стимулирующее влияние на развитие *S. ambiguum*. В присутствии *S. ambiguum* идет более быстрая деструкция фенола.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров В. Я. Специфическое и неспецифическое в реакции клетки на повреждающие воздействия. — Тр. Ин-та цитол., гистол. и эмбриол., 3, 1948, с. 3—82.
2. Доронин Ю. К. Возбудимость и следовые процессы инфузории *Spirostomum ambiguum*. — Автореф. дисс. М., 1971.
3. Каплин В. Т., Фесенко Н. Г. Об определении фенолов в воде с пирамидоном. М. Заводск. лабор., 1962, 3, с. 287—288.
4. De u a r A. Trials for making use of *Saccharomyces cerevisiae* (Hanson) as food for *Spirostomum ambiguum* (Ehrbg.). — *Polskie arch. Hydrobiol.*, 1972, 19, 4, p. 361—369.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Р. А. Родова

САМКИ ХИРОНОМИД (*DIPTERA, CHIRONOMIDAE*). XIII. *ODONTOMESA FULVA* (KIEF., 1919)

Вид был установлен Киффером (Kieffer) [5] по самке и отнесен к роду *Prodiamesa*. Впоследствии этот автор вторично описал его под названием *Monodiamesa flabellata* в статье Завржеля [7]. Пагаст [6] на основании собственных и литературных данных свел *M. flabellata* в синоним *P. fulva* и выделил этот вид в отдельный род *Odontomesa*. Личинка подробно была описана А. И. Шиловой [4]. Хорошие описания самки в литературе отсутствуют; все они приводятся без рисунков и чрезмерно кратки.

Длина тела 3—3.5 мм. Желто-коричневая. Теменные щетинки расположены в один ряд (рис. 1, *А*, *ты*). Лобные штифты отсутствуют. Максиллярные щупики темно-коричневые, 4-члениковые. 2-й членик на вершине с медиальной стороны с хитинизированным зубцом (рис. 1, *Б*). Глаза голые, широко расставлены, их задние края не вытянуты (рис. 1, *А*, *гл*).

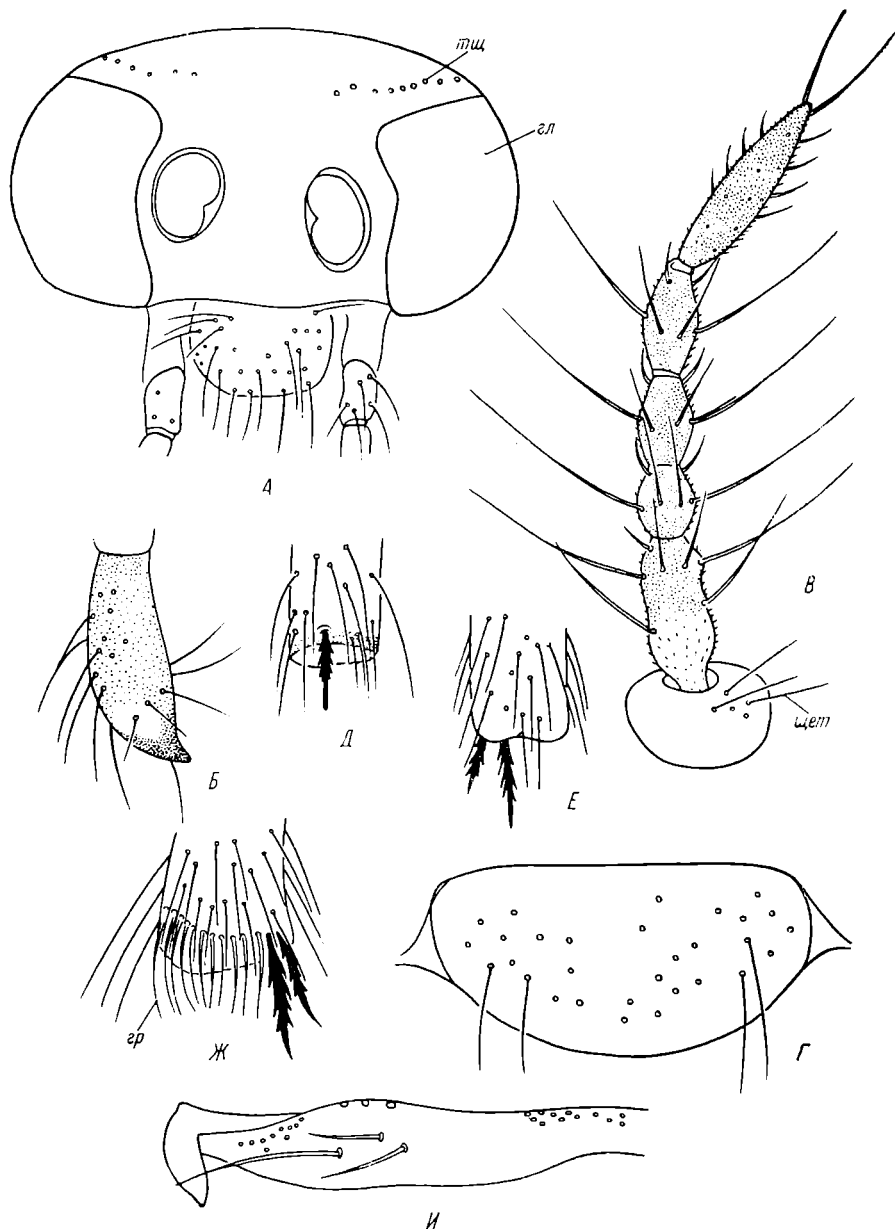


Рис. 1. Детали строения *Odontomesa fulva*.

А — голова спереди; Б — 2-й членик максиллярного щупика; В — антенна; Г — щиток; Д — вершина передней голени; Е — вершина средней голени; Ж — вершина задней голени; И — рукоятка радиальной жилки; гл — глаза; гр — гребешок задней голени; тщ — теменные щетинки; цет — щетинки 1-го членика антенны.

Антенны 6-члениковые (рис. 1, *B*). 1-й и базальная половина 2-го члеников желтые, остальная часть антенны коричневая. На 1-м членике несколько щетинок (рис. 1, *B*, *щет*). На вершине 6-го членика 2 прямые щетинки. Остальной хетом обычный [1].

Переднеспинка хорошо развита, с четким вырезом, доходящим до среднеспинки, с группой щетинок в ниже-латеральных частях. Среднеспинка с темно-коричневыми полосами. Хетом среднеспинки: дорсомедиальных щетинок нет, дорсолатеральных 20—30, преалярных 3—4, посталярных 1. По мнению Пагаста [6], дорсолатеральные щетинки однорядные. В этой же статье в определителе родов он ставит однорядность дорсолатеральных щетинок у рода *Odontomesa* под вопросом. У просмотренных нами экземпляров дорсолатеральные щетинки расположены в 2, а иногда и в 3 неправильных ряда. Щиток коричневый, с темно-коричневым кантом, с 30 беспорядочно разбросанными щетинками (рис. 1, *Г*). Постнотум темно-коричневый. Мезостернум коричневый.

Ноги покрыты многочисленными короткими черными щетинками. Передние ноги темно-коричневые целиком, средние и задние коричневые с темно-коричневыми лапками. На вершине передних голеней одна шпора (рис. 1, *Д*), на средних (рис. 1, *Е*) и задних (рис. 1, *Ж*) — по 2 разной длины. Шпоры черные, вершинная треть их голая, остальная часть зазубрена. На задних голених рядом с более длинной шпорой находится гребешок из редко расположенных щетинок неравной длины: средние щетинки короче крайних (рис. 1, *Ж*, *гр*). Гребешок охватывает половину голени. 1—3-й членики лапок средних и задних ног на вершине с 2 гладкими шипами. 4-й членик лапок всех ног в разной степени длиннее 5-го. Пульвиллы редуцированы.

Крылья коричневатые, без пятен. Передние жилки (*Costa*, *R*, *R*₁, *R*₄₊₅, *r-m*) коричневые, четко обозначены. На *Costa* щетинки расположены густо, на *R*, *R*₁, *R*₄₊₅ — редко и довольно равномерно. *Costa* заходит за *R*₄₊₅, *r-m* широкая, *m-cu* — отчетливая, расположена базально от *f-cu* на расстоянии половины своей длины. Рукоятка радиальной жилки [3] без пятен, с 2—3 щетинками посредине и обычными группами пор (рис. 1, *И*). Крыловая чешуйка по краю с рядом волосков. Крыловая и грудная щетки [2] обычные. Жужжальце светлое.

Брюшко коричневое, тергиты темнее стернитов. 8-й стернит с небольшими буграми, на которых расположены относительно короткие щетинки (рис. 2, *А*, *буг*). По латеральному и заднему краю бугров проходит узкая темно-коричневая полоса. Задний край 8-го стернита с вырезом посредине. Перед вырезом стернит окрашен светлее. К вырезу 8-го стернита прилегают нежные лопасти с многочисленными медиальными шипиками (рис. 2, *А*, *лоп*; 2, *Г*). Аподема (9-й стернит) светлая, со светлыми ветвями (рис. 2, *В*, *вет*). Сперматек — 3. Они шаровидные, темные и лишь у основания светлые (рис. 2, *В*, *сп*). Протоки сперматек

узкие, длинные, извитые (рис. 2, В, пр). Латеростерниты (9-й стернит) крупные, выпуклые, покрыты многочисленными длинными щетинками, выступают в стороны (рис. 2, А, Б, лст). Церки

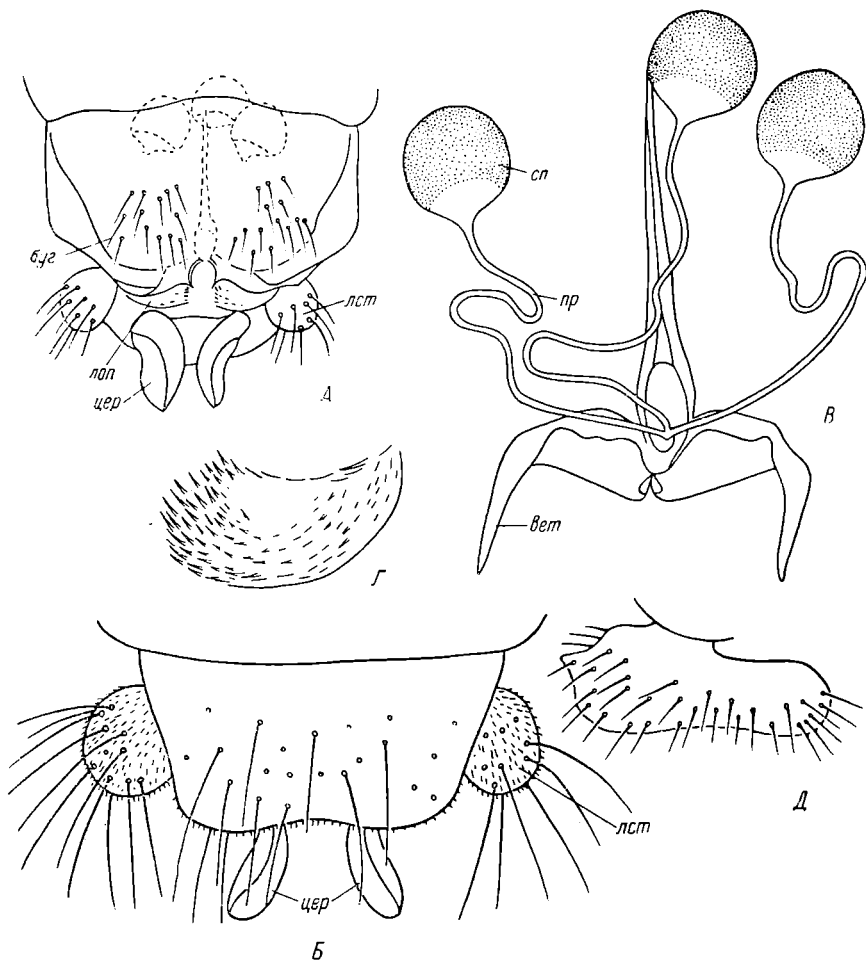


Рис. 2. Детали строения конца брюшка *Odontomesa fulva*.

А — конец брюшка снизу; В — конец брюшка сверху; В — аподема со сперматеками; Г — лопасть 8-го стернита; Д — церк; буг — бугры 8-го стернита; вет — ветвь аподемы; лоп — лопасти 8-го стернита; лст — латеростернит; пр — протоки сперматек; сп — сперматеки; цер — церки.

относительно небольшие, их нижний передний край вытянут (рис. 2, А, Б, цер; Д).

Таким образом, между нашими данными и описанием самок Пагаста [6] имеются некоторые расхождения.

Антенны 6- и 7-члениковые.
Дорсолатеральные щетинки одно-
рядные (?)
4-й членик лапки равен 5-му. m-си
базальнее f-си более чем на свою
длину.

Антенны всегда 6-члениковые.
Дорсолатеральные щетинки в 2,
иногда и в 3 ряда.
4-й членик лапки длиннее 5-го. m-си
базальнее f-си примерно на поло-
вину своей длины.

Это позволяет предположить, что мы имеем дело с разными видами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Родова Р. А. Самки хирономид. I. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1968а, 17 (20), с. 124—144.
2. Родова Р. А. Аппарат закрепления крыльев в покоящемся положении комаров-хирономид (*Diptera, Chironomidae*). — Энтомол. обзор, 1968б, 47, 4, с. 824—825.
3. Родова Р. А. Радиальная жилка крыла хирономид. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1969, 3, с. 30—32.
4. Шилова А. И. Личинка *Odontomesa fulva* Kieff. (*Diptera, Chironomidae—Orthocladinae*). — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 12 (15), с. 239—250.
5. Kieffer J. J. Chironomides d'Europe conserves au Musée National Hongrois de Budapest. — Ann. Mus. Natur. Hungarica, 1919, 17 (цит. по: Pagast, 1947).
6. Pagast F. Systematik und Verbreitung der um die Gattung *Diamesa* gruppierten Chironomiden. — Arch. Hydrobiol., 1947, 41, p. 435—596.
7. Zavel J. Metamorphosa nekolika novych Chironomiden (mit Imagien diagnosen von J. J. Kieffer). Práce Moravskoslezské akad. Věd Přírod., 1926, 3, 8, p. 251—282.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В. М. Таранова

ФАУНА ПОДЕНОК (*EPHEMEROPTERA*) РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И ПРИЛЕЖАЩИХ ВОДОЕМОВ

Личинки поденок обитают на небольшой глубине среди растений, под камнями и корягами или закапываются в грунт. Они составляют часть бентоса и служат кормом для рыб. В литературе нет сведений по фауне поденок Рыбинского водохранилища и прилежащих водоемов, не считая краткого упоминания В. А. Алексеевым [1] 4 видов *Ephemeroptera*.

Сбор личинок проводился нами в 1972—1973 гг. Было обследовано 28 водоемов различного типа — проточные, слабопроточные и непроточные.

К проточным водоемам относятся большие и малые реки или их участки с быстрым течением (рр. Сить, Шумаровка, Ильдь, Кудаша, Ухра, Мякса), впадающие в Рыбинское водохранилище. В быстринной части их обычно каменистое дно и бедная водная растительность. У берегов течение здесь более медленное, встречаются заросли осоки и злаков.

К слабопроточным водоемам относятся большие и малые реки, неглубокие ручьи, а также тихие протоки и заводи быстротекущих рек, характеризующиеся илистыми, песчано-илистыми и песчаными грунтами и наличием водной растительности — осоки, стрелолиста, частухи, ежеголовника и др. Это рр. Суножка, Ильдь, Чеснава, Вая, Крутец, Ухра, Себла, Согожа, Малиновский ручей, небольшие заливы Рыбинского водохранилища у дер. Дубец и створ Раменских.

В непроточных водоемах выделяются постоянные — пруды и болота и временные — небольшие лужи, образующиеся при таянии снега и исчезающие к середине лета.

Постоянные водоемы (большой и малые борковские пруды, пруды в дер. Григорово и на территории Дарвинского заповедника, Кулотинское болото) характеризуются богатыми иловыми отложениями и хорошо развитой водной растительностью — элодея, рдест, частуха и др.

Временные лужи — неглубокие, слабозаиленные водоемы с богатой растительностью по берегам. Они расположены около р. Суножка, в прибрежье Рыбинского водохранилища у Борка, около дер. Григорово и в Борке.

Найденные личинки 17 видов поденок из 7 семейств и 11 родов определены по Мэкэн [2].

Сем. *Ephemeridae*

Ephemera vulgata L. Личинки с копательными ногами. Роют ходы в илистых грунтах. В р. Чеснава.

Сем. *Caenidae*

Крупножаберные ползающие личинки. На илистых, песчано-илистых и песчаных грунтах.

Brachycercus harrisella Curt. Среди прибрежной растительности р. Ухра и в заливе около дер. Дубец.

Caenis horaria L. В заиленных участках рр. Сить, Ухра, Ильдь, Чеснава, Себла, в заливе около дер. Дубец, в лужах около р. Суножка и в малом борковском пруду.

Caenis robusta Etn. В заиленных участках рр. Ухра, Согожа, Себла, в заливе около дер. Дубец, в григоровском, большом и малом борковских прудах, в лужах около р. Суножка, в Кулотинском болоте и в Дарвинском заповеднике.

Caenis moesta Bengtss. В быстринной части рр. Сить и Ухра между камнями на песчаном грунте.

Caenis undosa Tiens. В рр. Вая и Чеснава.

Сем. *Ephemerellidae*

Ephemerella ignita (Poda). Ползающие личинки прибрежий рек. Живут на растительности, корягах и среди камней, обросших детритом и растительностью, в быстротекущих реках — среди камней. Среди прибрежной растительности р. Ильдь и в быстринной части рр. Сить и Ухра.

Сем. *Ecdyonuridae*

Heptagenia sulphurea (Müll.). Уплощенные личинки. Живут на нижней стороне камней в быстринной части рр. Сить и Ухра.

Сем. *Leptophlebiidae*

Узкожаберные ползающие личинки равнинных ручьев. Живут на дне среди растущей и опавшей растительности, редко плавают.

Habrophlebia fusca Curt. В р. Ильдь.

Paraleptophlebia tumida Bengtss. Среди прибрежной растительности рр. Мякса, Кудаша, Ухра и в бочажном ручье.

Сем. *Siphonuridae*

Широкожаберные плавающие личинки. Живут среди растительности в слабопроточной и непроточной воде.

Siphonurus linneanus (Etn.). Среди прибрежной растительности рр. Сить, Мякса, Ухра, Кудаша, Согожа, Себля, в Малиновском ручье, в заливах около дер. Дубец и створа Раменских.

Siphonurus lacustris (Etn.). Среди прибрежной растительности р. Шумаровка и в заливе около дер. Дубец.

Сем. *Baëtidae*

Роды *Centroptilum* и *Cloëon* — широкожаберные плавающие личинки, живущие среди растительности в слабопроточной и непроточной воде.

Centroptilum luteolum (Mull.). Среди прибрежной растительности рр. Ухра и Мякса.

Cloëon dipterum (L.). В слабопроточных и непроточных водоемах.

Cloëon simile Etn. Среди прибрежной растительности р. Ухра.

Род *Baëtis* — мелкожаберные, активно плавающие личинки, живущие в горных потоках и на перекатах рек.

Baëtis vernus Curt. В быстринной части рр. Сить, Ильдь и Кудаша.

Baëtis fuscatus (L.). В быстринной части рр. Сить и Ухра.

Таким образом, наиболее распространенными оказались личинки *Cloëon dipterum*, встречающиеся во всех слабопроточных и непроточных водоемах, и личинки рода *Caenis*, найденные во всех водоемах, не исключая и быстротекущих.

Фауна поденок слабопроточных водоемов отличается большим разнообразием (13 видов), нежели фауна проточных и непроточных водоемов (7 видов). Если в каждом слабопроточном водоеме в среднем встречается по 6 видов личинок, то в проточных и непроточных лишь по 2.

Типичными представителями фауны проточных вод служат личинки рода *Baëtis*, *Habrophlebia fusca* и *Heptagenia sulphurea*, которые не встречаются в водоемах другого типа.

Фауна непроточных водоемов бедна. В них найдены личинки родов *Caenis*, *Siphonurus*, *Paraleptophlebia* и *Cloëon dipterum*. Однако численность последних велика.

В слабопроточных водоемах видовой состав личинок поденок разнообразен. На грунте встречаются личинки рода *Caenis*, *Ephemera vulgata*, *Brachycercus harrisella*, *Paraleptophlebia tumida*, в зарослях — личинки *Cloëon dipterum*, *Centroptilum luteolum*, *Paraleptophlebia tumida*, *Siphonurus lacustris*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев В. А. Экспериментальное исследование острой фенольной интоксикации водных насекомых и паукообразных. — Автореф. канд. дисс. Л., 1972.
2. Масан Т. Т. A key to the nymphs of British species of *Ephemeroptera* with notes on their ecology. — Freshwater Biological Association, Sc. Publ., No 20, 1970.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В. Л. Владимиров, Б. А. Флеров

ВОСПРИИМЧИВОСТЬ К ИХТИОФТИРИОЗУ У РЫБ ПОСЛЕ ОТРАВЛЕНИЯ ФЕНОЛОМ И ПОЛИХЛОРПИНЕНОМ

Существуют предположения, основанные на немногочисленных наблюдениях [1, 2], что токсические вещества, ослабляя организм рыб, способствуют возникновению и распространению инфекционных заболеваний. Задача настоящего исследования — экспериментальная проверка этого предположения и установление общих закономерностей явления.

Опыты проводились на карпах-сеголетках и взрослых гуппи. Всего было использовано 390 особей, в том числе карпов — 270 и гуппи — 120, включая исходных родительских особей и полученных от них гуппи I и II поколений, а также интактных, контрольных рыб. В каждой отдельной серии опытов использовалось не менее чем по 15 подопытных и контрольных особей.

Из токсических веществ выбраны фенол и полихлорпинен (ПХП). Фенол — один из распространенных компонентов промышленных сточных вод, ПХП — широко применяется в сельскохозяйственной практике. Токсическому воздействию подверглись карпы и исходные родительские особи гуппи.

Возбудителем заболевания был избран *Ichthyophthirius multifiliis* — эктопаразит из группы простейших, повсеместно распространенный у рыб внутренних водоемов, поражающий особей почти всех видов пресноводных рыб и вызывающий во многих случаях их массовую гибель. Экспериментальное заражение проводилось в литровом аквариуме при температуре 20—22°.

Доза инвазионного начала составляла 2000 бродяжек паразита на каждую подопытную особь. Через 12 час. после заражения рыбы пересаживались в другие, ббльшие по объему аквариумы и содержались при той же температуре. Учет степени зараженности осуществлялся на 5—7-й день после инвазирования. Условия заражения и содержания подопытных рыб, подвергавшихся действию токсикантов или их потомков (группы I и II поколений), а также контрольных особей, были одинаковыми.

Время между непосредственным действием токсиканта и заражением рыб колебалось от 1 дня до 2 месяцев. Все полученные результаты статистически достоверны.

Устойчивость к заражению у особей, выживших примерно в 50% случаев после острого отравления ПХП в концентрации 1.5 мг/л при 48-часовой экспозиции, неодинакова на протяжении последующего периода. Вначале эта устойчивость на короткий период возрастает, но затем резко снижается. Так, через сутки после перемещения подопытных карпов в чистую воду их устойчивость становится вдвое выше по сравнению с контролем. Однако на 7-е сутки их резистентность к инвазии снижается в 2 раза, а на 60-е сутки (максимальный период наблюдения в этой серии опытов) достигает своего минимума и составляет $1/_{33}$ от контроля (см. таблицу).

Восприимчивость карпов к ихтиофтириозу после отравления полихлорпирином

Время между токсическим воздействием и заражением ихтиофтириозом, сутки	Средняя интенсивность заражения		Отношение зараженности между контрольными и подопытными рыбами
	контрольные	подопытные	
1	22	11	2 : 1
7	8	17	1 : 2
15	35	176	1 : 5
30	6	91	1 : 15
60	6	197	1 : 33

При хроническом отравлении, не вызывающем гибели подопытных рыб в период действия токсиканта, также наблюдается резкое снижение устойчивости к заражению. Это снижение может быть значительным. В случае с карпом после 20-суточной экспозиции в растворе ПХП 0.2 мг/л резистентность к ихтиофтириозу составляет лишь $1/_{46}$ от контроля.

Как оказалось, потомство выживших рыб после острого отравления фенолом и ПХП (опыты на отбор особей, устойчивых к токсическим веществам) обладает повышенной восприимчивостью к инвазии. Это проявляется у потомства не только I, но даже II поколений. Так, в одной из серий опытов по отбору у группы I и

II поколений, которые сами не имели непосредственного контакта с токсикантом (фенолом), но, как и родительские особи, обладали повышенной резистентностью к фенолу, устойчивость к инвазии составляла в среднем $1/5-1/6$ от нормы. В другой аналогичной серии опытов по отбору, но уже с ПХП, у дочерних особей, полученных от устойчивых к ПХП группы, также наблюдалось понижение устойчивости к ихтиофтириозу: отношение зараженности у контрольных и подопытных рыб составляло $1/6$. Эти результаты свидетельствуют о том, что популяции рыб, более приспособленные к обитанию в токсической среде, обладают повышенной восприимчивостью к инвазии. Можно полагать, что подобное явление имеет место и в природе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Liebm ann H. Fish as an indicator of water pollution. — Bull. Office internat épidémiol, 1966, 65, 5—6, p. 565—569.
2. P i p p y J. H. C., H a r e G. M. Relationship of river pollution to bacterial infection in Salmon (*Salmo salar*) and suckers (*Catostomus commersoni*). — Trans. Amer. Fish. Soc., 1969, 98, 4, p. 685—690.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В. Ф. Рощупко

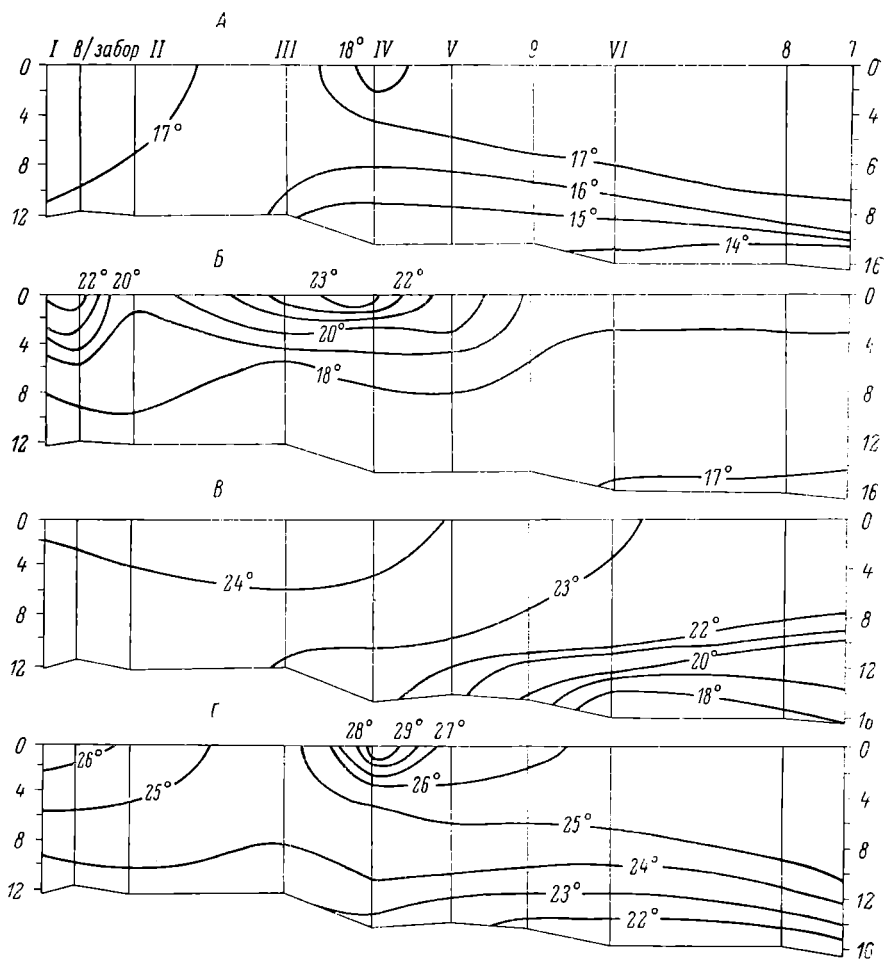
ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРНОГО И КИСЛОРОДНОГО РЕЖИМОВ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ЛЕТОМ 1972 г.

Аномально жаркое, сухое и почти безветренное лето 1972 г. не могло не сказаться на формировании поля температуры Иваньковского водохранилища. Уже к началу июня водная масса Иваньковского плёса водохранилища в верхнем 5-метровом слое оказалась прогретой до $17-18^{\circ}$ (см. рисунок, А). Этому способствовали интенсивный прогрев поверхностного слоя за счет солнечной радиации и сброс подогретых вод Конаковской ГРЭС. Наиболее холодными оставались глубинные слои приплотинного участка, температура которых составляла $13-14^{\circ}$.

В Мошковичский залив поступали воды с температурой 25.3° , а в его устье она понижалась до 23.5° . У дна здесь находились воды водохранилища с температурой 17.3° . Слой скачка располагался между 3 и 4 м.

К середине июня на отдельных участках поверхностный слой прогрелся до $22-23^{\circ}$. Сокращение транзитного расхода и штилевая погода усилили температурную дифференциацию у водозабора и на русле IV разреза (см. рисунок, Б).

В начале июля погодные условия вызвали интенсивную адвекцию тепла в глубинные слои водохранилища. Температура воды большей части Иваньковского плёса поднялась до 23—24° (см.



Распределение температуры (°C) воды в Иваньковском водохранилище в 1972 г.

А — 3—6 июня, Б — 14 июня, В — 2—6 июля, Г — 17—24 июля.
По оси ординат — глубина, м; по оси абсцисс — номера разрезов (римские цифры) и номера станций (арабские цифры).

рисунком, В), а в устье Мошковичского залива — до 29.4° на поверхности и 24.5° — у дна. Значения температуры менее 20° отмечались только ниже 10-метрового горизонта на приплотинном участке.

Содержание кислорода в водной толще Иваньковского плёса

Дата	Глубина, м	I разрез		Водоабор		III разрез		Мониторинг, ст. 3		VIII разрез		IX разрез		IV разрез		V разрез		VI разрез		Припо- тинная часть	
		мг/л	%	мг/л	%	мг/л	%	мг/л	%	мг/л	%	мг/л	%	мг/л	%	мг/л	%	мг/л	%		
17—24 VII	0.5	9.55	115	7.42	88.7	5.39	62.4	7.16	99.1	6.88	95.5	5.64	67.4	—	—	—	—	—	—	—	
	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.12	86.1	7.39	94.2	—	—	5.34	62.9
	4—5	5.11	59.8	—	—	3.74	43.0	—	2.56	30.0	2.69	31.0	—	—	—	3.40	39.2	—	—	—	—
	7—8	0.30	3.38	4.75	56	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	9—10	0.15	1.67	0.18	2.05	1.66	18.9	—	—	—	—	—	—	1.90	21.5	—	—	—	—	2.60	29.0
	12—14	0	0	—	—	0.15	1.67	—	—	—	—	—	—	0	0	0.34	3.8	—	—	0	0
2—10 VIII	0.5	11.1	125	7.59	86.6	15.1	171	6.5	80.9	9.72	119	8.72	104	15.2	180	12.3	143	17.3	200	—	—
	5—8	6.23	69.6	—	—	11.4	128	—	6.88	78.5	5.40	60.4	—	—	—	7.0	78.1	13.8	153.5	—	—
	10	—	—	7.24	80.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	13—15	1.54	17.1	—	—	2.25	25	—	—	—	—	—	—	6.46	71.8	9.5	106	9.50	105.5	—	—
18—26 VIII	0.5	8.24	92.4	8.78	98.4	12.6	150	8.0	97.5	7.35	89.4	6.52	75.9	9.25	108	7.53	86	7.70	86.4	8.90	99.8
	5.0	—	—	—	—	—	—	—	—	2.90	32.7	4.68	53.2	—	—	—	—	—	—	—	—
	7—8	—	—	7.35	81.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	10	4.03	44.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	12	0.80	8.8	—	—	1.54	17.0	—	—	—	—	—	—	1.72	19.0	—	—	2.70	29.4	—	—
14—15	—	—	—	—	0.77	8.51	—	—	—	—	—	—	0.36	3.0	2.14	23.4	2.52	27.4	4.50	48.8	

Жаркая и штилевая погода способствовала дальнейшему прогреву водной толщи. Во второй половине июля температура поверхностного слоя у водозабора Конаковской ГРЭС повысилась до 26.2° , а сбрасываемых вод — до 33.4° . Такие высокие значения температуры воды наблюдались впервые за время существования ГРЭС.

Теплые воды распространялись вниз по плёсу, и в районе русловой вертикали IV разреза температура воды на поверхности достигала 29.3° , а у дна — 22.3° . В приплотинной части 10-метровая толща прогрелась до 25° , придонные слои — до $21-22^{\circ}$ (см. рисунок, Г).

Высокая температура воды от поверхности до дна, обусловившая интенсивное потребление кислорода, и отсутствие перемешивания вследствие штилевой погоды вызвали резкую дифференциацию водной толщи по кислороду (см. таблицу).

В период максимального прогрева вод ($17-24$ июля) на большинстве станций на глубинах ниже 8 м наблюдался острый дефицит кислорода, а в придонных слоях ($12-15$ м) — аналитический нуль. Поверхностные слои были близки к насыщению. В начале августа в поверхностных слоях на участке исследований, за исключением водозабора и водослива, отмечался значительный избыток кислорода, местами процент насыщения составлял $170-200\%$, что, очевидно, связано с интенсивным фотосинтезом фитопланктона. Наблюдавшееся в это время на водохранилище волнение способствовало обогащению глубинных слоев кислородом. Во второй половине августа содержание кислорода как в поверхностных, так и в придонных слоях было ниже, чем в начале месяца. У дна в верхней части плёса вновь наблюдался острый дефицит растворенного кислорода, в то время как в приплотинной части на этих глубинах содержание его составляло 4.50 мг/л.

В Мошковичском заливе, ст. 3 (место сброса теплых вод ГРЭС из канала в залив), в период наблюдений обеспечение вод кислородом было близким к нормальному ($80-99\%$).

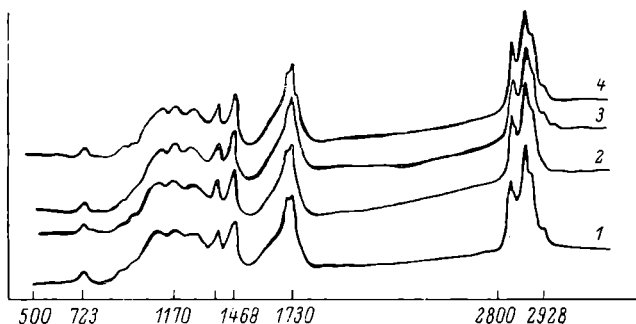
В придонных слоях зоны постоянного влияния подогретых вод, на VIII и IX разрезах, находились воды из тех же глубин русловой части водохранилища, где содержание кислорода было выше, чем у дна.

Таким образом, лето 1972 г. отличалось аномально высокой температурой водной массы Иваньковского плёса, острым дефицитом кислорода в придонных слоях русловой части, особенно на разрезах I, IV и ст. 8 (приплотинная часть) в июле, где содержание его равнялось нулю.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ, ИЗВЛЕКАЕМЫХ ХЛОРОФОРМОМ ИЗ ВОДЫ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Настоящая работа посвящена характеристике хлороформрастворимых веществ, содержащих 65—85% углерода, которые представляют собой постоянный компонент органического состава воды. Если принять, что в воде Верхневолжских водохранилищ содержится 20 мг/л сухого органического вещества с колебаниями ± 5 мг/л [2], а содержание веществ, растворимых в хлороформе, по нашим данным, составляет 0.3—1.5 мг/л, то на эту группу соединений приходится 2—5% от общей суммы.



Наиболее типичные инфракрасные спектры поглощения хлороформрастворимых веществ из воды Иваньковского водохранилища.

1 — верхний бьеф Иваньковской плотины; 2 — сбросной канал ГРЭС выше стока г. Конаково; 3 — сбросной канал ГРЭС ниже бытового стока г. Конаково, прошедшего биологическую очистку; 4 — Иваньковское водохранилище, водозабор ГРЭС г. Конаково. По оси ординат — интенсивность поглощения, %; по оси абсцисс — длина волны, см⁻¹.

Пробы воды для исследования были собраны в мае, в период спада весеннего половодья, и в июле. Хлороформенные вытяжки готовили из 10 л воды по ранее описанной методике [4]. Об основных элементах структуры извлеченной смеси судили на основании инфракрасных (ИК) спектров поглощения, полученных на спектрофотометре УР-20. Весь экстракт после выпаривания хлороформа досуха при комнатной температуре взвешивали и растирали с 300 мг КВг. Таблетку с образцом помещали в канал наблюдения, а без образца — в канал сравнения и регистрировали спектр.

Концентрация и качественная характеристика веществ, извлекаемых хлороформом из вод Иваньковского водохранилища в мае 1972 г. (см. таблицу), на обследованном участке была такого же порядка, как и в 1965—1970 гг. [3].

Содержание хлороформрастворимых веществ в воде Иваньковского водохранилища и характеристика интенсивности (J) отдельных полос их инфракрасных спектров (май 1972 г.)

Место отбора проб	Концентрация суммы хлороформрастворимых веществ, мг/л сухого веса	Отношение интенсивностей отдельных полос ИК спектров		
		J 720 J 1378	J 720 J 1468	J 1378 J 1468
Волга у пос. Мигалово	0.50	0.44	0.21	0.51
у г. Калинин	0.50	0.50	0.25	0.50
у с. Городня	0.69	0.30	0.30	0.55
у р. Тверца	0.66	0.22	0.11	0.47
Водохранилище у водозабора Конаковской ГРЭС	0.49	0.30	0.14	0.50
Конаковская ГРЭС, сбросной канал	0.48	0.44	0.20	0.55
Водохранилище, разрез IX (на выходе из Мопковичского залива)	0.88	0.60	0.30	0.50
Верхний бьеф Иваньковского водохранилища	0.22	0.44	0.22	0.55
Верхний бьеф Угличского водохранилища	0.35	0.20	0.13	0.56

Примечание. Цифры при J обозначают частоты полос поглощения, см⁻¹.

В хлороформных экстрактах преобладают соединения, состоящие из структур, представляющих собой парафиновые цепочки (см. рисунок), — ИК полосы поглощения 723, 1378, 1468 см⁻¹. Во всех спектрах содержалась интенсивная полоса 1730 см⁻¹, представленная карбонильной группой — С=О в сложноэфирной и кислотной формах. К соединениям с описанной структурой могут относиться окисленные алифатические углеводороды и жирные кислоты. Последние могут находиться в виде сложных эфиров. Полоса поглощения 720 см⁻¹ характерна для углеводородов нормального строения с содержанием групп (СН₂)_n, где n > 4. Наличие метильных и метиленовых групп обуславливает полосы поглощения 1378 (1380), 1468 см⁻¹ и область 2950—2800 см⁻¹. Разветвленные цепочки характеризуются полосами 912—922 и 1168—1171 см⁻¹. Степень окисленности вещества, помимо полосы 1730 см⁻¹, может быть оценена и по поглощению в интервале 1200—1100 см⁻¹. На этом же участке спектра излучение поглощают разветвленные углеводороды. Размытые широкие полосы в этой области характерны также и для битумоидов. Непредельные соединения обнаруживаются по полосе 3020—3010 см⁻¹.

Ароматические соединения не обнаруживались. Полоса их поглощения при очень малых концентрациях может быть слита с широкой полосой поглощения карбонильных соединений (1700—1750 см⁻¹). Используя отношения интенсивностей полос поглоще-

ния метильных и метиленовых групп, нами было определено ориентировочное количество атомов углерода в цепях. Для этого было взято 3 отношения [1]: 1) $(\text{CH}_2)_n/\text{CH}_2 = \text{J720/J1460}$, 2) $(\text{CH}_2)_n/\text{CH}_3 = \text{J720/J1378}$, 3) $\text{CH}_3/\text{CH}_2 = \text{J1378/J1460}$. Низкие значения этих величин по сравнению с данными Е. Б. Проскуряковой [1] свидетельствуют о более высоком содержании в исследованных соединениях метильных групп. Такие коэффициенты могут складываться для углеводов со средней длиной цепи ($\text{C}_{12}-\text{C}_{19}$) и для разветвленных структур. Для смеси жидких углеводородов (солярое масло, нигрол, дизельное масло) отношение $(\text{CH}_2)_n/\text{CH}_2$ составило 0,33—0,50. Такие величины получены для исследованных образцов хлороформрастворимых веществ. В смеси этих веществ находились преимущественно окисленные углеводороды. В дальнейшем они отделялись путем пропускания экстракта через колонку с двуокисью алюминия с активностью, равной 1 по Брокману. В качестве элюата использовался 4-хлористый углерод. По интенсивности ИК полос поглощения после отделения углеводородов от их окисленных продуктов было установлено, что они составляют не более 12% от суммы веществ, выделенных хлороформом. Основная масса углеводородов представляет собой парафиновые и разветвленные цепочки.

Разделение хлороформрастворимых веществ путем обработки сухого остатка хлороформного экстракта гексаном позволило выделить легкие фракции углеводородов; нерастворимый в гексане остаток состоял из битумоидов. Эти анализы произведены в период летней межени на участке Ивапковского водохранилища, подверженном влиянию подогретых вод Конаковской ГРЭС. В это время содержание хлороформрастворимых веществ возросло в 2 раза по сравнению с маем, что может быть связано с усилением жизнедеятельности водных организмов под влиянием подогрева воды, температура которой поднялась в этот период свыше 30° . На участке водохранилища, где сказывается влияние подогретых вод ГРЭС, относительная доля легких фракций, растворимых в гексане, увеличилась в 2 раза по сравнению с вышерасположенной частью водохранилища, а количество тяжелых фракций снизилось.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проскурякова Е. Б. Исследование нефтей, битумов и их фракций методом инфракрасной спектроскопии. — В кн.: Оптические методы исследования нефтей и органического вещества пород. М., 1970, с. 9—32.
2. Рыбинское водохранилище и его жизнь. Л., «Наука», 1972, с. 80.
3. Сипельников В. Е. К оценке загрязнения Ивапковского водохранилища битумоидами. — В кн.: Органическое вещество и элементы гидрологического режима Волжских водохранилищ. Л., «Наука», 1972, с. 226—240.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

А. И. Саралов

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИКСАЦИИ МОЛЕКУЛЯРНОГО АЗОТА В ВОДНОЙ ТОЛЩЕ С ПОМОЩЬЮ АЦЕТИЛЕНОВОГО МЕТОДА

В фиксации молекулярного азота в водоемах фитопланктону принадлежит важная роль [1]. Первые анализы фиксации N_2 фитопланктоном в условиях, близких к естественным, были произведены с использованием стабильного изотопа ^{15}N в 1959 г. [3]. В последние годы для этих целей стала широко применяться ацетиленовая методика [4, 5]. При оценке азотфиксации в водоеме склянки с фитопланктоном экспонируют в лабораторных условиях или под поверхностным слоем воды. Пробы воды из Рыбинского водохранилища мы инкубировали в светлых склянках на глубине 0.5 м. При освещенности 80 тыс. лк наблюдалось подавление редукции ацетилена по сравнению с восстановлением его в темноте, хотя некоторые авторы отмечали, что азотфиксация фитопланктоном на свету идет интенсивнее, чем в темноте [3, 4].

В Моложском плёсе Рыбинского водохранилища в течение вегетационного периода 1973 г. на суточных станциях нами производились определения фиксации N_2 в пробах, кратковременно экспонируемых в лабораторных условиях и в водоеме. По этим данным была составлена эмпирическая формула, позволяющая оценивать суточную азотфиксацию под 1 м², что допускает производить анализы по ходу экспедиционного судна. Ниже приводится описание этой методики и результаты ее проверки.

Методика хроматографического анализа описана нами ранее [2]. Воду из водоема отбирали трубчатым батометром Францева с каждого метра от поверхности до дна. Из поверхностного 2-метрового слоя и отдельно из остальной толщии готовили усредненные пробы. Фитопланктон из 0.5 л отфильтровывали на мембранный фильтр № 6 и переносили с 15 мл воды в склянку объемом 41 мл. Склянки заполняли газовой смесью: 0.1 атм. C_2H_2 , 0.2 атм. O_2 , 0.0003 атм. CO_2 , 0.7 атм. Аг. Пробы с поверхностного горизонта помещали в люмпостат, изготовленный в виде ящика с вмонтированной кюветой для проточной воды и лампой дневного света ЛДЦ-15, поддерживающей освещенность 3 тыс. лк. Параллельно ставили склянки в светонепроницаемый футляр. Фитопланктон из нижележащих слоев инкубировали только в темном баке с проточной водой из водохранилища. На суточной станции воду отбирали

с горизонтов 0.0—0.5, 0.5—1.0, 1—2, 2—3 м и т. д. Фитопланктон концентрировали из 0.5 л и в склянках опускали на тросе в водоем на эти же глубины. Ежедневно ставили 4 серии опытов — утром, днем, вечером и ночью. После 2-часового экспонирования пробы фиксировали 0.2 мл насыщенного раствора сулемы. В лаборатории из склянок отбирали по 0.5 мл газа на хроматографический анализ. По результатам анализа строили график интенсивности фиксации N_2 в толще воды. Площади, ограниченные полученными кривыми и системой координат, определяют интенсивность фиксации N_2 под 1 м² в каждой серии и в совокупности характеризуют суточную динамику процесса. Результаты анализов проб, экспонируемых в лабораторных условиях, позволяют рассчитать суточную азотфиксацию под 1 м² по эмпирической формуле.

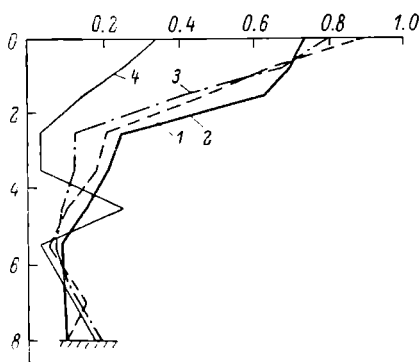
$$A = (a_1 + a_2 \times 1.5) \times P + a_2 \times 2(24 - P) + a_3 \times (H - 2) \times 24,$$

где A — суточная азотфиксация под 1 м², мг N/м² в сутки; a_1 , a_2 — азотфиксация в пробе из 2-метрового слоя на свету и в темноте соответственно, мг N/м² в час; H — глубина водоема, м; P — продолжительность светлого периода суток, часы; a_3 — азотфиксация в темноте в интегрированной пробе из слоя $H - 2$ м, мг N/м² в час.

Ниже приводятся результаты анализов, проведенных 15—16 августа в Моложском плёсе водохранилища при глубине 8 м, прозрачности воды по диску Секки 1.1 м, температуре 19.5° и доминировании синезеленых водорослей — *Aphanizomenon*, *Anabaena*, *Microcystis*. Продолжительность светового дня составляла 15.5 час.

Результаты анализов показывают (см. рисунок), что азотфиксация происходит по всей толще воды, но наиболее активно в поверхностном слое. Утром она была равна 2.07, днем — 2.22, вечером — 1.89, ночью — 1.06 мг N/м² в час, или под 1 м² — 41.6 мг N за сутки. При экстраполяции интенсивности процесса в ночные часы на все сутки азотфиксация оказалась равной 25.4 мг N/м², что соответствует 63% от величины, определенной за 4 периода в течение суток. Это может быть объяснено тем, что синезеленые водоросли накапливают световую энергию и используют ее для фиксации в темноте [2] или тем, что и гетеротрофные микроорганизмы фиксируют N_2 , что отмечается на оз. Майс во Флориде [5].

После расчета суточной азотфиксации по пробам, инкубируемым в лабораторных условиях (см. таблицу), и сравнении с ре-



Фиксация свободного азота в толще воды Рыбинского водохранилища.

1 — от 6.5 до 10.5 час.; 2 — от 12 до 16; 3 — от 18 до 22; 4 — от 22 до 0.2 час. По оси ординат — глубина, м; по оси абсцисс — фиксированный азот, мг N/м² в час.

зультатами, полученными при экспонировании проб в водоеме, были отмечены колебания величин в пределах точности метода — $\pm 11\%$. Статистически достоверный материал, собранный за вегетационный период, подтверждает такую точность.

Суточная фиксация азота под 1 м² Рыбинского водохранилища

№ серии опыта	a_1	a_2	a_3	А, мг N/м² в сутки	Относительная ошибка, %
	мг N/м³ в час				
1	0.76	0.29	0.11	38.8	—6.9
2	0.82	0.36	0.14	46.6	+10.7
3	0.67	0.32	0.12	38.6	—7.2
Среднее . . .	0.75	0.32	0.12	42.5	+2.1

Примечание. Обозначения даны в тексте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов С. И. Роль микроорганизмов в круговороте веществ в озерах. — В кн.: Круговорот вещества и энергии в озерных водоемах. М., «Наука», 1967, с. 148.
2. Саралов А. И., Костяев В. Я. Действие света на фиксацию молекулярного азота синезеленой водорослью *Naplosiphon fontinalis*. — Наст. бюлл.
3. Dugdale R., Dugdale V., Ness J., Goering J. Nitrogen fixation in lakes. — Science, 1959, 130, 3379, p. 859.
4. Grahall U., Lundgren A. Nitrogen fixation in lake Erken. — Limnol. Oceanogr., 1971, 16, 5, p. 711.
5. Keirn M. A., Brezonik P. W. Nitrogen fixation by bacteria in lake Mize, Florida and in some lacustrine sediments. — Limnol. Oceanogr., 1971, 16, p. 720.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

А. И. Гончаров, Н. А. Гордеев,
А. Г. Поддубный, М. М. Сметанин

К СТАТИСТИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ ДИНАМИЧНЫХ ПРОЦЕССОВ В ВОДОЕМЕ

В предыдущих публикациях нами рассмотрена возможность и оценены преимущества применения вероятностного подхода при анализе роста и миграций рыб [1, 2, 6, 7]. Дальнейшие исследования позволяют распространить его на более широкий круг явлений, охватывающих систему связей организмов и среды и учитывающих, в частности, антропогенное воздействие на эти отношения.

Одно из существенных свойств большинства процессов в водоеме — разнообразие и изменчивость их пространственно-временных характеристик, что обусловлено воздействием сложного комплекса взаимосвязанных факторов. При изучении таких изменений часто трудно утверждать с достоверностью, что они будут идти строго определенным образом. Однако в ряде случаев есть основания предполагать, что им свойственна статистическая устойчивость, и это указывает на перспективность использования статистических и вероятностных методов анализа.

В настоящее время для анализа явлений, которые не относятся к детерминированным, а рассматриваются как стохастические, наиболее разработан аппарат теории случайных функций. При этом детерминированные процессы могут считаться частным случаем вероятностных. Следовательно, становится возможным описание таких изменений, конечное выражение которых представлено в виде множества случайных величин, т. е. описывается не только их статика, но и динамика.

Реализации $x_k(t)$ случайной функции $X(t)$ могут быть определены в пространственных, временных или каких-либо других координатах. Имеется в виду, что при этом в принципе можно указать статистический ансамбль полученных реализаций.

Существует несколько классификаций случайных функций. По одной из них все они делятся на стационарные и нестационарные. Первые протекают приблизительно однородно и имеют вид нерегулярных колебаний около среднего значения. Для них характерна независимость определенных статистических параметров от начала отсчета аргумента. Все остальные функции относятся к нестационарным.

Можно заранее сказать, что для биологических явлений условия стационарности если и выполняются, то лишь с некоторым приближением. Анализ их, как правило, требует стационарирования, так как в настоящее время наиболее полно разработана теория стационарных случайных функций. Это справедливо и для многих других изменений в водоеме.

В качестве примера сложного нестационарного процесса, где на динамику урожайности поколений популяции накладываются воздействия человека и ряд других факторов, приведем изменение уловов леща Рыбинского водохранилища $F(t)$ в течение 27 лет (1945—1972 гг.). До 1958 г. уловы возрастали от 2.1 до 17.8 тыс. ц, а в последующие годы, наоборот, наблюдалось их снижение до 8.3 тыс. ц [3]. При этом присутствуют и нерегулярные колебания с относительно большой амплитудой. Для стационарирования оказалось возможным применение аддитивной модели: $F(t) = f_1(t) + f_2(t) + f_3(t)$, где $f_1(t)$ — тренд, $f_2(t)$ — общая циклическая компонента, $f_3(t)$ — случайная, шумовая компонента.

По спектральной плотности исходного ряда $S(\omega)$, показывающей распределение дисперсии по частотам, обнаруживается на-

личие этих компонент: в области высоких частот — шумовой, в области средних частот — циклической и в долгопериодной части спектра — крупномасштабной составляющей.

Используя теорему В. А. Котельникова [4], можно показать, что интервал дискретности исходного ряда (год) позволяет анализировать колебания уловов не менее чем с 2-летним периодом. Поэтому для изучения его высокочастотной составляющей была использована информация об уловах леща с меньшим интервалом дискретности, равным 1 месяцу.

Спектрально-корреляционный анализ этой информации позволил выявить наличие 4, 6 и 12-месячных циклическостей, которые, по-видимому, вносят основной вклад в высокочастотную компоненту исходного ряда. Среди других причин, обуславливающих ее, можно указать ошибки измерений, вычислений и т. п.

Выделение 2 других составляющих многолетних изменений уловов леща (общей циклической и тренда) производилось методом скользящего осреднения с использованием соответственно полосового и низкочастотного фильтров [5].

Отметим, что структуре общей циклической составляющей свойственны 4 и 6-летние периодичности, что подтверждается спектрально-корреляционным анализом стационарной части ряда. Тренд же характеризует генеральное направление изменений уловов в многолетнем плане.

Определением характеристик указанных 3 компонент вскрывается статистическая структура динамики уловов леща, но при этом остаются невыявленными факторные зависимости.

Несомненно, что изменения уловов леща обусловлены воздействием сложного комплекса природных и антропогенных факторов. Среди последних мы располагаем сведениями об изменении интенсивности промысла в течение исследуемого периода.

В частности, обнаружена положительная корреляция всего ряда уловов леща с числом рыбаков ($r=0.58$) при критическом значении выборочного коэффициента корреляции $r_{01}=0.15$, гарантирующем 99% вероятности. Выявленный коэффициент корреляции относительно мал, что объясняется наличием в отдельные периоды обратной зависимости. Например, с 1955 по 1959 г. несмотря на значительное снижение количества рыбаков (от 823 до 504 человек), уловы возросли с 13.5 до 17.5 тыс. ц. В этот период наблюдалась обратная достоверная корреляция между сопоставляемыми величинами ($r=-0.38$). В отдельные годы (1960, 1964, 1971) отмечалась другая картина: с увеличением числа рыбаков уловы снижались, и если подобная ситуация наблюдается в течение длительного времени, то это указывает на возможный подрыв промысловых запасов.

В водохранилищах подобные изменения могут быть вызваны рядом причин, в частности особенностями формирования экоси-

стем (гидрологический режим, обеспеченность рыб пищей, условия воспроизводства и т. п.).

В связи с отсутствием достаточной информации об этих факторах в настоящее время не представляется возможным более точно описать обнаруженные связи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гончаров А. И., Сметанин М. М. Способ объективного определения возраста и изучения роста рыб по чешуе. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1974, 22, с. 63—67.
2. Гончаров А. И., Поддубный А. Г., Сметанин М. М. Опыт вероятностного анализа роста рыб. — Сб. работ по математическому описанию роста. М., 1975, с. 40—44.
3. Гордеев Н. А. Этапы формирования ихтиофауны Рыбинского водохранилища. — Матер. Первой конф. по изуч. водоемов бассейна Волги. Куйбышевское книжное изд-во, 1971, с. 244—253.
4. Котельников В. А. Теория потенциальной помехоустойчивости при флуктуационных помехах. — Автореф. дисс. М., 1946.
5. Саруханян Э. И., Смирнов Н. П. Многолетние колебания стока Волги. Л., Гидрометеопиздат, 1971.
6. Сметанин М. М., Поддубный А. Г. К вероятностному описанию поведения мигрирующих рыб. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1973, 18, с. 42—45.
7. Goncharov A. I., Smetanin M. M. A possible method for objective determination of the age and for fish growth studies by Scale analysis. — I Congr. Europaeus Ichthyologorum, Sarajevo, 1973, p. 50—54.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

С. А. Двинских, Ю. М. Матарзин

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ВЕРОЯТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВОЛН В РАЗНЫХ ЧАСТЯХ ВОДОХРАНИЛИЩА

Ветровые волны отличаются большим разнообразием форм и размеров, особенно в условиях континентальных водоемов. Среди последних выделяются крупные водохранилища, созданные в самых различных геоморфологических обстановках речных долин с резко отличающимися морфометрическими показателями в разных их частях. Элементы волн, измеряемые в пределах небольших участков с одинаковыми условиями развития, рассматриваются как статистические совокупности случайных величин, где количественная характеристика волнения может быть дана на основе теории вероятности [1—3, 6, 8, 9].

Анализируя данные стереофотосъемки и волнографов, Е. М. Селюк [8, 9] делает вывод, что интегральные кривые волне-

ния описываются функцией Пирсона 2-го рода. Аналогичные результаты получены А. П. Морозовым [6]. По мнению этих исследователей, существует зависимость между распределением высот волн и стадией развития волнения.

Иные выводы получены Я. Г. Виленским и Б. Х. Глуховским [1—3], которые обнаружили, что интегральные кривые распределения высот волн в безразмерной форме оказываются аналогичными и независимыми от стадии развития волн. Этот вывод согласуется с работами Е. М. Федуловой [12]. Интересно отметить, что подобные результаты приводятся и в зарубежной литературе. Так, еще Ю. М. Крылов [5] приводил данные Дарлингтона, подтверждающие возможность применения теоретического закона распределения высоты волны без учета степени развития волнения. Полученные теоретические зависимости между максимально возможными и средними высотами волн во всех случаях практически полностью совпадают с зависимостями на основе фактических измерений.

Ниже делается попытка охарактеризовать волнение с помощью безразмерных кривых распределения для разных районов Камского водохранилища, резко отличающихся друг от друга по особенностям морфометрии без учета степени развития волнения. Статистический анализ параметров волн был выполнен по 9 волномерным пунктам за период с 1956 по 1972 г. В качестве основных параметров использовались: средняя высота (\bar{h}) и период (\bar{z}) волн, а также вычисленные значения коэффициентов вариации (C_v) и асимметрии (C_s). При этом мы придерживались мнения Л. Ф. Титова [11] и других, что C_{v_h} зависит не от степени развития волнения, а от средней высоты волны и более изменчив, чем C_v периодов волн. В среднем [10] C_{v_h} можно принимать равным для морей — 0.50—0.52, а для водохранилищ — 0.43; для периодов волн $C_{v_z}=0.33$.

Анализ результатов наблюдений в условиях Камского водохранилища показывает, что коэффициент вариации не остается постоянным, а изменяется в зависимости от местных условий. Наибольшие значения C_{v_h} и C_{v_z} имеют место на глубокой воде открытых водных пространств (ПОМ «Кама»), где они близки к морским условиям ($C_{v_h}=0.50$, $C_{v_z}=0.38$). В среднем по водохранилищу без большой погрешности можно принять $C_{v_h}=0.42$, $C_{v_z}=0.31$ (табл. 1).

Варьирующий ряд можно представить графически в виде кривой повторяемости и обеспеченности. Кривые повторяемости разнообразны по форме. Для Камского водохранилища характерна в большинстве случаев положительная асимметрия кривых высот волн, т. е. большинство вариантов ряда смещено в область малых значений, что касается значений C_{s_z} , то в некоторых случаях оно равно нулю (Добрянка) или приближается к нему (Чернушка — $C_{s_z}=0.004$). В среднем по водохранилищу $C_{s_z}=0.10$.

Коэффициенты вариации и асимметрии высот (h) и периодов (τ) волн

C_v и C_s	Пункты									Средняя по водохранилищу
	Добрянка	Остропан	Висим	Чернушка	ПОМ «Кама»	Усть-Кобьва	Усть-Поляна	Усть-Кемоль	Нижний Лух	
C_{vh}	0.34	0.39	0.48	0.38	0.50	0.38	0.44	0.40	0.40	0.42
$C_{v\tau}$	0.36	0.31	0.34	0.23	0.38	0.31	0.27	0.33	0.23	0.31
C_{sh}	0.09	0.19	0.47	0.29	0.50	0.01	0.2	0.40	0.20	0.26
$C_{s\tau}$	0.00	0.08	0.10	0.04	0.07	0.19	0.06	0.29	0.08	0.10

Наибольшее значение коэффициента асимметрии высот волн ($C_{sh}=0.50$) характерно только для открытой воды, где условия волнообразования близки к морским, $C_{s\tau}$ здесь равно 0.07 (для моря $C_{sh}=0.60$; $C_{s\tau}=0.00$). В среднем для водохранилища $C_{sh}=0.26$.

Государственным гидрологическим институтом [7] рекомендованы для водохранилищ параметры: $C_r=0.40$,¹ $C_s=2C_r$. Наблюдения показали, что эти рекомендации не могут быть приняты для практического использования в условиях Камского водохранилища, т. е. между C_v и C_s существуют иные соотношения (в среднем по водохранилищу):

$$C_{sh}=0.6C_{vh}, \quad C_{s\tau}=0.3C_{v\tau}.$$

Однако и средние соотношения неточно описывают статистическую картину наблюдаемых волн и изменяются в зависимости от местных условий в широких пределах. Например, для ПОМ «Кама»

$$C_{sh}=C_{vh}, \quad C_{s\tau}=0.2C_{v\tau},$$

а для Нижнего Луки $C_{sh}=2C_{vh}$, $C_{s\tau}=0.3C_{v\tau}$.

Это еще раз указывает на сложность процесса волнообразования на водохранилище по сравнению с морями. Здесь нет и не может быть единых условий для развития волнового процесса, как бы мы не осредняли влияния на него особенностей волнообразующих факторов данного района. Думается, что эффективнее, используя районирование водохранилища по особенностям морфометрии, подходить к расчету дифференцированно.

Имеется возможность использовать и осредненную теоретическую кривую обеспеченности, построенную по выше приведен-

¹ По данным других исследователей [4], $C_{v\tau}$ неустойчив и изменяется в довольно широких пределах — от 0.25 до 0.47.

ным значениям C_v и C_s . В этом случае необходимо учитывать отклонения фактических кривых от осредненной. Рассчитанные нами значения отклонений модульных коэффициентов для пунктов наблюдений на Камском водохранилище приведены в табл. 2.

Таблица 2

Модульные коэффициенты отклонения частных кривых обеспеченности от осредненной

Р, %	Пункты								
	Доб- рянка	Ост- ровная	Висим	Чер- нушка	ПОМ «Кама»	Усть- Косьва	Усть- Пожва	Усть- Кемоль	Нижний Лух

В ы с о т ы в о л н

0	0.22	0.06	0.00	0.02	0.00	0.10	0.00	0.04	0.02
20	0.04	0.04	0.08	0.06	0.14	-0.10	-0.14	0.10	-0.13
40	-0.14	0.00	0.06	-0.08	0.16	-0.04	0.04	0.08	-0.10
60	0.16	0.02	0.06	-0.08	0.16	-0.04	-0.02	0.04	-0.04
80	-0.24	-0.04	0.04	-0.10	-0.14	-0.04	-0.06	-0.08	-0.06
100	-0.18	-0.18	-0.06	-0.20	-0.04	-0.16	0.18	-0.22	-0.20

П е р и о д ы в о л н

0	0.28	0.24	-0.12	0.32	0.00	0.24	0.16	0.18	0.34
20	-0.16	-0.16	-0.14	-0.10	0.06	0.02	-0.10	0.04	-0.04
40	-0.16	-0.20	-0.14	-0.16	0.02	0.02	-0.06	0.00	-0.14
60	-0.16	0.16	-0.12	-0.18	0.02	0.04	0.00	0.02	-0.10
80	-0.14	-0.16	-0.08	-0.18	0.02	0.04	0.02	0.04	0.06
100	-0.06	-0.08	-0.08	-0.20	0.02	0.08	-0.16	-0.08	-0.20

Наибольшие отклонения ($\Delta K_h = 0.22-0.24$; $\Delta K_s = 0.32-0.34$) в большинстве случаев приходятся на интервалы 0—20 и 80—100%, т. е. на значения обеспеченности, учет которых в практике представляет наибольший интерес. Это еще раз подчеркивает необходимость детального учета степени аналогичности условий развития волнения при практическом использовании осредненных параметров кривых обеспеченности. Последнее особенно важно в случае расчетов параметров волн в пунктах, где натурные наблюдения отсутствуют.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. В и л е н с к и й Я. Г., Г л у х о в с к и й Б. Х. Некоторые закономерности ветрового волнения. — Тр. ГОИН, 1955, 29 (41), с. 3—33.
2. В и л е н с к и й Я. Г., Г л у х о в с к и й Б. Х. Экспериментальные исследования процесса морского ветрового волнения. — Тр. ГОИН, 1957, 36, с. 27—41.
3. В и л е н с к и й Я. Г., Г л у х о в с к и й Б. Х. Ветровое волнение в океане. — Тр. ГОИН, 1961, 62, с. 17—23.
4. К о р н е в а Л. А., Л и в е р д и В. П. Статистические характеристики волнения в глубоком море и океане. — В кн.: [Океанографические исследования. Киев, «Наукова думка», 1964, с. 13—25.

5. Крылов Ю. М. Статистическая теория и расчет морских ветровых волн. — Тр. ГОИН, 1956, 36, с. 50—62.
6. Морозов А. П. Исследование изменчивости элементов ветровых волн. — Тр. ГОИН, 1953, 23 (35), с. 63—81.
7. Руководство по измерению параметров волн и ветра над морем. Л., Гидрометеониздат, 1969, с. 183.
8. Селюк Е. М. Методы исследования волнового режима озеровидных водоемов. — Тр. ГГИ, 1950, 22, с. 31—65.
9. Селюк Е. М. Исследования, расчеты и прогнозы волнения на водохранилищах. Л., Гидрометеониздат, 1961, с. 223.
10. Титов Л. Ф. Ветровые волны на океанах и морях. Л., Гидрометеониздат, 1955, с. 218.
11. Титов Л. Ф. Ветровые волны. Л., Гидрометеониздат, 1969, с. 294.
12. Федулова Е. М. Связь между высотами волн глубоководных и мелководных участков Куйбышевского водохранилища. — В кн.: Гидрология и метеорология. Пермь, 1970, 5, с. 62—80.

Пермский
государственный университет

А. С. Литвинов

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ СРЕДНИХ СКОРОСТЕЙ ТЕЧЕНИЯ В НИЖНИХ БЬЕФАХ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Наблюдения над течениями в водохранилищах Волжского каскада показывают, что в верхних и нижних бьефах электростанций движение вод носит неустановившийся характер. В связи с этим разовые наблюдения над течениями на отдельных вертикалях дают их случайные характеристики, а в некоторых случаях могут привести и к неправильным выводам о характере динамических процессов. Для получения действительной картины развития процесса во времени и средних характеристик течения необходимы длительные стационарные наблюдения. Наиболее доступный путь получения таких материалов — использование самописцев течений.

Наблюдения, выполненные на Рыбинском водохранилище самописцами БПВ-2р, позволяют дать ответ на некоторые методические вопросы, связанные с исследованиями течений. Для анализа взяты данные синхронных многосуточных наблюдений в Волжском плёсе водохранилища, в точках, расположенных в 38 км (пос. Мышкино) и 55 км (пос. Волга) ниже Угличской ГЭС.

Регистрация скорости и направления течения производилась каждые 10 мин. с 16 час. 18 марта по 13 час. 26 марта. Таким образом, общая продолжительность наблюдений была несколько менее 9 суток, а общая длина рядов (N) составляла 1135 членов. Для того чтобы при расчетах можно было бы оперировать со ска-

лярными величинами, вектор скорости каждого отдельного измерения раскладывался на составляющие — на меридиан (v) и параллель (u). По значениям составляющих для каждого пункта наблюдений были подсчитаны их средние значения \bar{v} и \bar{u} для всего ряда наблюдений. Знание средних значений компонент скорости позволило вычислить для каждого отпечатка отклонения v' и u' от их средних значений, а затем оценить дисперсию (σ^2). Дисперсия вычислялась по обычной формуле

$$\sigma^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (u')^2.$$

Кроме отмеченных вычислений, для всего периода наблюдений были произведены аналогичные оценки внутри исходного ряда для каждых отдельных суток. Анализ полученных результатов (табл. 1) показывает, что исследуемые ряды не стационарны.

Т а б л и ц а 1

Статистические характеристики составляющих скоростей течения

Длина ряда N	Составляющая на параллель (u)				Составляющая на меридиан (v)			
	среднее (\bar{u})	дис- персия (σ_u^2)	среднее квад- ратиче- ское от- клонение (σ_u)	коэффи- циент вариации (C_u)	среднее (\bar{v})	дисперсия (σ_v^2)	среднее квад- ратическое отклоне- ние (σ_v)	коэффи- циент вариации (C_v)

П о с. М ы ш к и н о

1135	3.02	34.36	5.86	1.94	8.59	174.25	13.20	1.53
144	6.04	32.38	5.69	0.94	14.04	187.03	13.67	0.97
144	6.01	41.61	6.45	1.07	16.65	234.19	15.30	0.91
144	4.90	36.51	6.04	1.23	13.02	166.49	12.90	0.99
144	2.69	38.86	6.23	2.31	8.93	227.85	15.09	1.69
144	3.66	40.58	6.37	1.74	9.65	194.82	13.96	1.44
144	1.31	5.59	2.36	1.80	-0.10	17.83	4.22	42.19
144	-1.14	8.48	2.91	-2.07	1.72	24.91	4.99	2.89
127	0.71	21.27	4.61	6.52	4.29	82.19	9.06	2.11

П о с. В о л г а

1135	-5.08	66.99	8.18	-1.61	4.81	70.86	8.42	1.75
144	-7.38	74.73	8.64	-1.17	7.59	73.57	8.58	1.13
144	-9.86	87.92	9.37	-0.95	9.69	88.51	9.41	0.97
144	-7.76	67.40	8.21	-1.06	8.17	64.76	8.05	0.98
144	-5.30	99.89	9.99	-1.87	5.43	98.89	9.94	1.83
144	-5.93	81.70	9.04	-1.52	5.76	86.83	9.32	1.62
144	-0.09	4.06	2.01	-1.15	-0.85	4.26	2.06	-2.42
144	-1.30	6.38	2.53	-1.93	0.09	8.71	2.95	31.26
127	-2.76	32.48	5.70	-2.06	2.30	36.00	6.00	2.61

В случае стационарности процесса величины средних значений составляющих за каждые сутки и дисперсии их относительно среднесуточных значений внутри всего исследуемого ряда должны быть близки между собой. В приводимом же примере обе величины существенно изменяются от суток к суткам. Нестационарность рядов обусловлена непостоянством расходов воды через Угличскую ГЭС и отсутствием сбросов в воскресные дни, когда движение вод обусловлено свободными колебаниями водной массы, аналогичными сейсмическим [4].

Для приближенной оценки характера распределения составляющих течения по отдельным выборкам были вычислены значения среднего квадратического отклонения по соотношению, связывающему σ' со средней ошибкой η , $\sigma' = \sqrt{\pi/2} \cdot \eta$. Величина η определялась по формуле:

$$\eta = \frac{\sum_1^n |u'|}{\sqrt{n(n-1)}},$$

где n — число отпечатков в сутках, v' и u' — отклонения значений составляющих скорости от среднесуточных. Незначительные отклонения значений σ , полученные 2 способами, позволяют говорить о том, что приведенные ряды подчиняются нормальному закону распределения.

Пос. Мышкино			Пос. Волга	
	u'	v'	u'	v'
σ	6.45	15.30	9.38	9.41
σ'	7.11	16.56	10.30	10.27

Исходя из закона нормального распределения компонент скорости, можно вычислить количество независимых измерений скорости, необходимое для получения средних значений, близких к средним, определенным за длительный промежуток времени с малой дискретностью. В этом случае для дифференциальной функции распределения составляющих [2] получим выражение

$$f(u') = \frac{1}{\delta \sqrt{2\pi}} e^{-u'^2/2\sigma^2},$$

где u' (либо v') — отклонения от среднесуточного значения.

Отсюда вероятность того, что n измерений скорости даст значение, которое будет отклоняться от средней суточной на величину x см/сек., определится из соотношения

$$\Phi = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\frac{x\sqrt{n}}{\sigma}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt,$$

где t — переменная интегрирования.

Из этого выражения можно вычислить количество независимых измерений скорости, необходимых для того, чтобы вероятность получения по ним среднего значения скорости, отличающегося на некоторую величину от средней суточной, была равна 90%.

Т а б л и ц а 2

Число наблюдений (n), необходимое для определения среднесуточной скорости с достоверностью 90% и отклонениями от истинной среднесуточной на 30 и 50%

Составляющая на параллель (u)			Составляющая на меридиан (v)			Среднее	
σ	$x = 30\%$	$x = 50\%$	σ	$x = 30\%$	$x = 50\%$	$x = 30\%$	$x = 50\%$

П о с. М ы ш к и н о

5.69	27	10	13.67	28	10	27	10
6.45	30	12	15.30	25	9	27	10
6.04	43	16	12.90	29	10	36	13
6.23	144	54	15.09	83	30	113	42

П о с. В о л г а

8.64	41	14	8.58	37	14	39	14
9.38	26	10	9.41	28	10	27	10
8.21	35	12	8.05	30	10	32	11
9.99	94	36	9.94	92	36	93	36

Такие расчеты были произведены нами для рассматриваемого случая (табл. 2). Из анализа таблиц видно, что количество необходимых наблюдений для получения компонент скорости, близких к истинным среднесуточным при постоянстве относительной точности, определяется дисперсией и величиной составляющих скорости. При малой дисперсии (устойчивом течении) и значительных величинах скорости число необходимых наблюдений значительно уменьшается, а с увеличением дисперсии и уменьшением скорости оно увеличивается.

Исходя из вышеизложенного, для определения среднесуточной скорости течения с достаточной для практических целей точностью необходимы ежечасные измерения скорости. Полученные по таким материалам величины в 90% случаев не будут отклоняться от истинной среднесуточной скорости более чем на $\pm 30-40\%$.

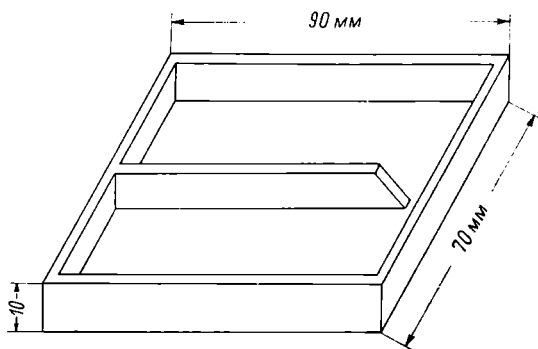
Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Л и т в и н о в А. С., Б а к у л и н К. А. Динамика вод Волжского плеса Рыбинского водохранилища в зимний период. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1968, 18 (21), с. 100—119.
2. М и т р о п о л ь с к и й А. К. Техника статистических вычислений. М., «Наука», 1971, с. 576.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

КАМЕРА ДЛЯ ВЫБОРКИ БЕНТОСА ИЗ ГРУНТА

Разборку проб бентоса после предварительной промывки грунта через шелковое сито рекомендуется проводить в плоских чашках (половинки чашек Петри) под биноклем с небольшим увеличением [1] либо в больших кюветах (кристаллизаторах) под лупой или биноклем [2]. Однако эти способы из-за больших размеров предлагаемых емкостей имеют ряд недостатков, один из которых заключается в том, что просмотренная часть грунта смешивается с непросмотренной. Поэтому для полного извлечения организмов каждую порцию грунта приходится



Камера для разборки проб грунта при выборке бентоса.

просматривать 3—4 раза, что сопровождается затратами дополнительного времени и излишней утомляемостью. При разборке пробы в больших кюветах затруднен просмотр ее под биноклем. Эти недостатки можно исключить, если габариты емкости, в которой производится разборка, будут соответствовать полю зрения бинокля при малом увеличении.

На рисунке показана камера, которая с успехом применяется при выборке организмов из проб бентоса на Куйбышевской станции Института биологии внутренних вод АН СССР. Особенность этой камеры — наличие средней полуперегородки, которая делит ее на 2 сообщающиеся половины, соответствующие по ширине полю зрения бинокля. Общая площадь камеры приблизительно равна площади чашки Петри среднего размера.

В отличие от чашки Петри при работе с камерой зрение preparатора не рассеивается, а сосредоточивается на одном участке, что способствует более тщательной выборке организмов. При хорошем качестве выборки организмов достаточно просматривать

каждую порцию грунта 2 раза. Уменьшение количества повторных просмотров с 3—4 раз в чашке Петри до 2 в камере, при одинаково хорошем качестве выборки организмов, уменьшает время разбора проб.

Время, затраченное на разборку проб грунта в чашках Петри и камере, приведено ниже. При этом расчет произведен на 1000 особей бентосных беспозвоночных.

Грунт	Емкость	Время, мин.	Экономия времени, %
Песок	Камера	40	16
	Чашка Петри	55	
Песок запыленный	Камера	170	29
	Чашка Петри	340	
То же	Камера	206	26
	Чашка Петри	353	
Ил	Камера	620	28
	Чашка Петри	1100	
Ил	Камера	988	15
	Чашка Петри	1340	
Ил с растительными остатками	Камера	320	34
	Чашка Петри	653	

Каждая проба после тщательного перемешивания делилась пополам с помощью взвешивания, а затем одна часть разбиралась в камере, другая в чашке Петри.

Предлагаемую камеру можно изготовить из органического стекла толщиной 3—4 мм. Наиболее удобные размеры: длина 90, ширина 70, глубина 10 мм. При работе с бинокуляром МБС-2, у которого предметный столик не связан со штативом, длину камеры можно несколько увеличить.

Камеру следует загружать грунтом по всей длине не более чем на $\frac{1}{3}$ ее высоты.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Жизнь пресных вод СССР. Под ред. акад. Е. Н. Павловского и проф. В. И. Жакина. М.—Л., 1956, 4, 1.
2. Жакин В. И. Методы гидробиологического исследования. М., «Высшая школа», 1960.

Куйбышевская станция
Института биологии
внутренних вод АН СССР

КАМЕРА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ АГАРОВЫХ ПЛАСТИН
ДЛЯ ЭЛЕКТРОФОРЕЗА
В ЭКСПЕДИЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ

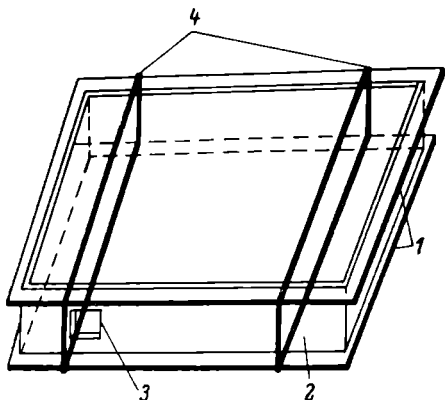
В настоящее время агаровые пластины широко применяются при изучении электрофоретических свойств белков [1—5]. Для проведения электрофореза агаровая пластина должна иметь одинаковую толщину геля на всей площади. Эти пластины получают с помощью специальных приспособлений: кюветы и столика с 3 винтами нивелирования. Кювета представляет собой стеклянную пластинку с бортиками, высота которых равна толщине слоя агара [2]. Чтобы получить равномерное распределение геля на пластинке, кювета перед заливкой помещается на строго горизонтальную поверхность столика. В случае отсутствия столиков некоторые авторы рекомендуют использовать ванночки, залитые парафином [4].

Существующий метод получения агаровых пластин в лаборатории обладает рядом недостатков, ограничивающих равномерное распределение геля на формовочной кювете, особенно в случае приготовления ее в экспедиционных условиях на судах. Одна из помех, затрудняющая распределение геля на пластинке, — качание судна.

Учитывая трудности, возникающие на судах при получении агаровых пластин равномерной толщины, нами изготовлена специальная камера, позволяющая исключить влияние качания судна на распределение геля.

Камера состоит из 2 стеклянных пластинок размером 9×12 см (размеры стекол могут быть разные) и рамки из оргстекла (см. рисунок). Толщина рамки равна требуемой толщине агарового слоя — 3 мм. На одной из сторон рамки (2) сделан вырез (3) шириной 7 мм для заполнения камеры агаром.

Сборка камеры производится следующим образом. Рамка смазывается вазелином для плотного сцепления со стеклянными пластинами и помещается между 2 стеклами (1), внутренние по-



Камера для приготовления агаровых пластин.

1 — стекло; 2 — рамка; 3 — отверстие; 4 — резиновые кольца.

верхности которых перед сборкой камеры должны быть обезжирены смесью эфира с этанолом. На собранную камеру накладываются 2 резиновых кольца (4). Заполнение камеры производится с помощью 10- или 20-миллиметровой пипетки теплым раствором агара. После застывания агара в камере резинки крепления верхнее стекло и рамка осторожно снимаются, а оставшийся вазелин на краях нижнего стекла стирается. Затем на агаровой пластинке делаются луночки и заполняются исследуемым раствором.

В случае необходимости хранения или транспортировки агаровых пластин камеру можно не разбирать. Агаровый гель в такой камере после смазывания ее отверстия вазелином можно хранить длительное время при добавлении мертиолата (1 : 10 000).

Такой способ приготовления агаровых пластин в предлагаемой камере прост и надежен. Он был проверен нами и дал хорошие результаты в экспедиционных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грабар П., Буртэн П. Иммуноэлектрофоретический анализ. М., ИЛ, 1963, с. 10—13.
2. Канчух А. А. Модификация техники постановки реакции микропреципитации в агаре. Лабор. дело, 4. М., «Медицина», 1965, с. 245.
3. Кобышев В. А. Электрофорез на агаровом геле и иммуноэлектрофорез на агаре. — В кн.: Лабораторная иммунология. М., «Медицина», 1967, с. 260—261.
4. Коровкин Б. Ф. Определение изоферментов в тканях и сыворотке крови методом энзим-электрофореза. — В кн.: Современные методы в биохимии. М., «Медицина», 1968, с. 141—146.
5. Цветков В. С. Иммуноэлектрофорез и препаративный электрофорез в агаре. — В кн.: Иммунохимический анализ. М., «Медицина», 1968, с. 121—126.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

ДОПОЛНЕНИЯ И ПОПРАВКИ К «СПИСКУ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО *CLADOCERA*»

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

При опубликовании «Списка специалистов по *Cladocera*» (Информ. бюллетень «Биология внутренних вод», № 18, 1973) мы просили читателей информировать нас о допущенных пропусках и ошибках, а также об изменениях в составе и адресах кладоцероводов.

За время, истекшее с момента публикации списка, нами получено немало поправок и дополнений, которые целесообразно опубликовать, что поможет взаимным контактам между кладоцероводами.

Раздел «Дополнение» включает 28 имен специалистов, которые были пропущены по недосмотру, но большинство составляют молодые специалисты, начавшие работу по кладоцерам в последние годы. Для включения их в список мы считали необходимым наличие хотя бы одной опубликованной работы по *Cladocera*.

Раздел «Изменение или исправление адресов» включает сведения об изменениях или уточнениях адресов ряда специалистов, вошедших в состав первого списка.

ДОПОЛНЕНИЯ

- Allan D. (Элан Дж.) — Department of Zoology, University of Maryland, College Park, Md. 20742, USA. (Экология).
- Brandl Z. (Брандл З.) — Hydrobiological Laboratory ČSSR Acad. Sci., Vltavska 17, Praha 5, Československo. (Фаунистика, систематика).
- Brandlova J. (Брандлова Ю.) — Hydrobiological Laboratory ČSSR Ac. Sci., Vltavska 17, Praha 5, Československo. (Фаунистика, систематика).
- Bretschko G. (Бречко Г.) — 6020 Innsbruck, I. B. P.-Laborator., Innstrasse 63b, Austria.
- Burgis M. J. (Бюржи М.) — Department of Biological Sciences, City of London Polytechnic, 31, Jewry Street EC3 2EY, England.
- Dumont H. J. (Дюмон Г.) — Laboratorium voor Dierkunde, Ledeganckstraat 35, Gent, B. 9000, Belgie.
- Fernando Ch. (Фернандо Ч.) — Department of Biology, University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada.

- Frank P. W. (Фрэнк П.) — Department of Zoology, University of Missouri, Columbia, Missouri, USA.
- Galliford A. L. (Гэлифорд А.) — 46 Trevor Drive, Liverpool L 23.2 RW, England.
- Hann B. (Хэн Б.) — Department of Biology, University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada. (*Chydoridae*, морфология).
- Hrbachova-Esslova M. (Грбачкова-Есслова М.) — Hydrobiological Laboratory ČSSR Ac. Sci., Vltavska 17, Praha 5, Československo.
- Kuzichkin A. P. (Кузичкин А. П.) — СССР, 152742, Ярославская обл., Некоузский район, п/о Борок, Институт биологии внутренних вод АН СССР. (*Leptodora*, биология).
- Leveau M. (Леву М.) — Station marine d'Endoume, Rue de la Batterie des Lions, Marseille 13007, France. (Морские *Cladocera*).
- Marano G. (Марано Г.) — Istituto di Zoologica Università L'Aquila, Laboratorio di Biologia marina, Bari Italia. (Морские *Cladocera*).
- Moraitou-Apostolopoulou M. (Мораиту-Апостолопулу М.) — Zoological Laboratory, University of Athens, Panepistimiopolis, Athens 621, Greece. (Морские *Cladocera*).
- Onbé Takashi (Онбе Такаши) — Fisheries Laboratory, Faculty of Fisheries and Animal Husbandry, Hiroshima University, Fukuyama, Japan. (Морские *Cladocera*).
- Paggi J. C. (Пагги Х.) — Instituto Nacional de Limnologia, Jose Macia 1933/43, Santo Tomé (Santa Fe), Argentina.
- Patrifi G. (Патрити Г.) — Station marine d'Endoume, Rue de la Batterie des Lions, Marseille 13007, France. (Морские *Cladocera*).
- Saint-Jean L. (Сен-Жан Л.) — Centre Office de Recherche Scientifique et Technique d'Outre Mer, B. P. 65, Fort Lamy, Tchad.
- Semionova L. M. (Семенова Л. М.) — СССР, 152742, Ярославская обл., Некоузский район, п/о Борок, Институт биологии внутренних вод АН СССР. (*Bosmina*).
- Taticchi Vigano I. (Татикки Вигано И.) — Istituto d'Idrobiologia, Monte del Lago sul Trasimeno, Perugia, Italia.
- Thomas I. F. (Томас И.) — Oundle School, Oundle, Peterborough, England.
- Tschuschke A. (Чушке А.) — Zoolog. Institut. Poznan, Polsk. Akad. Nauk, Poznan, ul. Swierczewskiego 19, Polska.
- Venugopal P. (Венугопал П.) — Indian Ocean Biological Centre (National Institute of Oceanography), Cochin, India. (Морские *Cladocera*).
- Vidal I. L. (Видал И.) — Works Department, Wellington City Corporation, P. O. Box 2199, Wellington, New Zealand.
- Zaret T. M. (Зарет Т.) — Department of Zoology, NI-15, University of Washington, Seattle 98195, USA.
- Zhdanova G. A. (Жданова Г. А.) — Институт гидробиологии АН УССР, Киев, Владимирская ул., 44. (Биология, продукция).

Изменения или исправления адресов

- Buikema A. L., jr. — Department of Biology and Center for Environmental Studies, Virginia Polytechn. Inst. and State Univers., Blacksburg, Virginia 24061, USA.
- Corni M. G. — Istituto di Zoologia, Università di Bologna, via S. Giacomo, 9, 40126, Bologna, Italia.
- Flössner D. — Zentralinstitut für Mikrobiologie, Abteil. Limnologie, 69 Jena, Schliessfach 73, DDR.
- Harding J. P. — Zoology Department Westfield College, London N. W. 3, England.
- Herbst H. V. — Landesanstalt für Gewässerkunde u. Gewässerschutz Nordrhein-Westfalen, 415 Krefeld, Steinstrasse 137, BRD.
- Hollwedel W. — 293 Varel, Oldenburger Strasse 16a, BRD.

- Kubersky E. — Department of Biology, Upsala College, East Orange, New Jersey 07019, USA.
- (Makrushin A. V.). Макрушин А. В. — СССР, 199234, Ленинград, Университетская набережная, 1, Зоологический институт АН СССР.
- Margalef R. — Ronda Guinardo 31, 5º, 2ª, Barcelona, España.
- Meijering M. P. D. — Limnologische Flusstation des Max-Planck-Institutes für Limnologie, 6407 Schlitz/Hessen, BRD.
- Petkovski T. K. — Prirodonaucen Muzej, 91000 Skopje 55, Jugoslavia.
- Prószynska M. Instytut Zoologii Polskiej Akademii Nauk, Warszawa, Polska.
- Rzóska J. — 6 Blakesley Avenue, London W. 5, England.
- Szlauer L. — Szczecin, Akademia Rolnicza, Zakład Hydrozoologii ul. Kazimierza Królewicza 3, Polska.
- Whiteside M. C. — Department of Zoology, University of Tennessee, Knoxville, Tennessee 37916, USA.
- Zaffagnini F. Istituto di Zoologia, Università di Bologna, via S. Giacomo 9, 40126 Bologna, Italia.

По мере накопления новых изменений мы будем продолжать периодически публиковать дополнения и поправки к «Списку специалистов по *Cladocera*». Принося благодарность всем лицам, сообщившим свои замечания, мы просим читателей и в дальнейшем информировать нас о происходящих изменениях по тому же адресу (СССР, 152742, Ярославская обл., Некоузский район, п/о Борок, Институт биологии внутренних вод АН СССР).

ИНФОРМАЦИИ

Совещание соавторов монографии « <i>Chironomus plumosus</i> L. и его продуктивность в пределах ареала» (А. И. Шилова)	3
---	---

СООБЩЕНИЯ

Н. А. Лаптева. Развитие олигокарбофильных бактерий на без- бактериальной воде	5
В. И. Романенко, В. Н. Кореньков. Бактериальное восстановление ионов CrO_4	8
В. И. Романенко, В. А. Романенко. Сезонная динамика количества бактерий в иловых отложениях Рыбинского водо- хранилища в 1971—1972 гг.	9
А. Н. Дзюбан. Первичная продукция и деструкция органиче- ского вещества в воде Саратовского водохранилища в 1971 г.	12
А. И. Саралов, В. Я. Костяев. Действие света на фиксацию молекулярного азота синезеленой водорослью <i>Nauplosiphon</i> <i>fontinalis</i>	15
Л. Е. Сигарёва. Об измерении потенциально активного хлоро- филла в фитопланктоне	17
В. А. Экзерцев, А. П. Белавская. К изучению флоры Шекснинского водохранилища	20
Б. Ф. Жуков. Новый жгутиконосец — <i>Bodo sorokini</i> sp. n. (<i>Bod-</i> <i>onina</i> Holl., <i>Kinetoplastida</i> Honigberg, <i>Zoomastigophora</i> Calkins) Н. Л. Ягодка. О специфичности реакции инфузории <i>Spirostomum</i> <i>ambiguum</i> (Ehrbg.) на фенол	23
Р. А. Родова. Самки хирономид (<i>Diptera</i> , <i>Chironomidae</i>). XIII. <i>Odontomesa fulva</i> (Kief., 1919)	25
В. М. Таранова. Фауна поденок (<i>Ephemeroptera</i>) Рыбинского водохранилища и прилежащих водоемов	28
В. Л. Владимиров, Б. А. Флеров. Восприимчивость к ихтиофтириозу у рыб после отравления фенолом и полихлор- пином	32
В. Ф. Рощупко. Особенности температурного и кислородного режимов Ивановского водохранилища летом 1972 г.	35
Ю. В. Ершов, В. Е. Синельников. К характеристике органических веществ, извлекаемых хлороформом из воды Ивановского водохранилища	37
А. И. Саралов. Определение фиксации молекулярного азота в водной толще с помощью ацетиленового метода	41
	44

А. И. Гончаров, Н. А. Гордеев, А. Г. Поддубный, М. М. Сметанин. К статистическому анализу динамичных процессов в водоеме	46	✓
С. А. Двинских, Ю. М. Матарзин. К определению вероят- ных значений экстремальных параметров волны в разных частях водохранилища	49	
А. С. Литвинов. Об определении средних скоростей течения в нижних бьефах гидроэлектростанций	53	
В. А. Любин. Камера для выборки бентоса из грунта	57	
Н. Ф. Силкин, В. Р. Мпкряков. Камера для приготовления агаровых пластин для электрофореза в экспедиционных усло- виях	59	
Дополнения и поправки к списку специалистов по <i>Cladocera</i> . Приложе- ние. (Сост. Ф. Д. Мордухай-Болтовской и П. Н. Смирнов) . . .	61	

INFORMATIONS

Conference of the authors of the monograph « <i>Chironomus plumosus</i> L. and its productivity within the areal» (A. I. Shilova).	3
--	---

ARTICLES

N. A. L a p t e v a. Development of oligocarbophilic Bacteria in bacteria-free water	5
V. I. R o m a n e n k o, V. N. K o r e n k o v. Bacterial reduction of CrO_4 ions	8
V. I. R o m a n e n k o, V. A. R o m a n e n k o. Seasonal dynamics of abundance of bacteria in silt deposits of the Rybinskoe reservoir in 1971—1972	9
A. N. D z y u b a n. Primary production and destruction of organic matter in the Saratovskoe reservoir in 1971	12
A. I. S a r a l o v, V. Ya. K o s t y a e v. The action of light on molecular nitrogen fixation by the blue-green alga <i>Hapalosiphon fontinalis</i>	15
L. E. S i g a r e v a. On the measurement of potentially active chlorophyll in phytoplankton	17
V. A. E k z e r t s e v, A. P. B e l a v s k a y a. Study of the flora of the Sheksninskoe reservoir	20
B. F. Z h u k o v. New flagellate — <i>Bodo sorokini</i> sp. n. (<i>Bodonina</i> Holl., <i>Kinetoplastida</i> Honigberg, <i>Zoomastigophora</i> Calkins)	23
N. L. Y a g o d k a. On the specificity of reaction of infusorian <i>Spirostomum ambiguum</i> (Ehrbg.) to phenol	25
R. A. R o d o v a. The chironomid females (<i>Diptera</i> , <i>Chironomidae</i>). XIII. <i>Odontomesa fulva</i> (Kief, 1919)	28
V. M. T a r a n o v a. The Mayflies (<i>Ephemeroptera</i>) of the Rybinskoe reservoir and adjacent water-bodies	32
V. L. V l a d i m i r o v, B. A. F l e r o v. Susceptibility to ichthyophthiriosis in fishes after poisoning with phenol and polychlor-pinen	35
V. F. R o s h c h u p k o. Peculiarities of temperature and oxygen regime in the Ivankovskoe reservoir in the summer of 1972	37
Yu. V. E r s h o v, V. E. S i n e l n i k o v. Characteristics of organic substances extracted by chloroform from the water of the Ivankovskoe reservoir	41
A. I. S a r a l o v. Determination of molecular nitrogen fixation in water by the acetylene technique	44

A. I. Goncharov, N. A. Gordeev, A. G. Poddubnyi, M. M. Smetanin. On the statistical analysis of dynamic processes in a water body	46
S. A. Dvinskikh, Yu. M. Matarzin. Determination of probable values of extremal wave parametres in various parts of the reservoir	49
A. S. Litvinov. Determination of average current velocities in afterbyaus of hydroelectric power plants	53
V. A. Lyubin. A chamber for separation of benthos from the bottom deposits	57
N. F. Silkin, V. R. Mikryakov. A chamber for making agar plates for electrophoresis under conditions of expedition	59
Addenda et corrigenda to the World list of specialists on <i>Cladocera</i> . Sup- plement (F. D. Mordukhai-Boltovskoi, N. N. Smirnov)	61

Утверждено к печати

*Институтом биологии внутренних вод
Академии наук СССР*

Редактор издательства Л. М. Маковская
Технический редактор Н. И. Каплунова
Корректор Н. П. Кизим

Сдано в набор 7/X 1974 г. Подписано к печати 18/XII 1974 г. Формат бумаги $60 \times 90^{1/16}$. Бумага № 2. Печ. л. $4^{1/4} = 4,25$ усл. печ. л. Уч.-изд. л. 4,41. Изд. № 5968. Тип. зак. № 1526. М-08696. Тираж 900, Цена 31 коп.

Ленинградское отделение издательства «Наука»
199164, Ленинград, В-164, Менделеевская линия,
д. 1

1-я тип. издательства «Наука».
199034, Ленинград, В-34, 9 линия, д. 12