

06
ИИБВ.

АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

**БИОЛОГИЯ
ВНУТРЕННИХ
ВОД**

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

17

30.584-17.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД

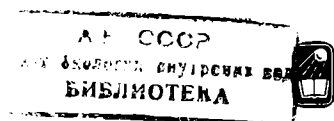
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ
ГИДРОБИОЛОГИИ, ИХТИОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЕМОВ

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 17

30-584-17.



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
Ленинград • 1973

Редакционная коллегия:

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

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПО ОХРАНЕ ВОД (ВНИИВО)

Всесоюзный научно-исследовательский институт по охране вод создан в соответствии с решением коллегии Государственного комитета Совета Министров СССР по науке и технике от 19 марта 1971 г. за № 18. Институт организован в системе Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР и должен обеспечить разработку научных основ комплексных мероприятий по защите поверхностных и подземных вод от загрязнения сточными водами всех видов (включая загрязненный сток с территорий населенных мест промышленных предприятий и сельскохозяйственных угодий). На институт возложена разработка принципов оптимизации комплексных водоохранных мероприятий, методов регулирования качества воды в водоемах и водотоках, научных основ и нормативов проектирования сооружений, обеспечивающих регулирование качества поверхностных и подземных вод и защиту водных источников от загрязнения, засорения и истощения. Институту поручено обеспечить сбор, обобщение и анализ научно-технической информации по проблеме охраны вод от загрязнения и научно-методическое руководство органами по охране водных источников.

В соответствии с изложенным в институте создано 10 отделов.

1. Отдел регулирования качества поверхностных вод, в состав которого входят лаборатории: комплексных исследований источников и очагов загрязнения поверхностных вод; гидравлических исследований и систем управления качеством поверхностных вод.

2. Отдел комплексных водоохранных мероприятий с лабораториями: защиты водных источников от загрязнения производственными и городскими сточными водами; защиты водных источников от загрязнения поверхностными стоками с территорий населенных мест, предприятий и сельскохозяйственных угодий; биологических исследований; химических и физико-химических исследований и региональных водоохранных мероприятий.

3. Отдел оптимизации водоохранных мероприятий.

4. Отдел водоохранных сооружений.

5. Отдел гидрологических и водохозяйственных исследований.

6. Отдел автоматизации и контрольно-измерительных приборов.
7. Отдел гидрологических исследований.
8. Отдел научно-технической информации и патентоведения.
9. Научно-организационный отдел.
10. Проектно-технологическое бюро (хозрасчетное).

Институт имеет библиотеку, административно-хозяйственный и ряд вспомогательных отделов.

Институт проводит научно-исследовательские работы в соответствии с возложенными на него задачами, которые определены функциями его лабораторий. В плане пятилетки осуществляются разработка мероприятий по охране водных ресурсов от загрязнения стоком поверхностных вод, исследования по комплексному регулированию качества поверхностных вод, влиянию подогретых вод на водоемы. Ведется также разработка водоохраных мероприятий для отдельных бассейнов и регионов, критериев и нормативов качества поверхностных вод, их автоматический контроль и регулирование.

И. Д. Пичахчи

В. И. Романенко

РАЗМНОЖЕНИЕ БАКТЕРИЙ НА ПРИРОДНОЙ ВОДЕ

В каждом миллилитре воды озер и водохранилищ на ходятся миллионы микроорганизмов, которые можно увидеть и подсчитать под микроскопом. Они растут и размножаются за счет органических веществ естественного происхождения, содержание которых в водоемах, как правило, невелико, а питательная ценность намного ниже, чем тех органических веществ, которые используются в питательных бактериологических средах: экстракты мяса, пептон, молоко, сахара и пр.

При посевах на питательные стандартные среды в лучшем случае вырастает лишь небольшое количество, а часто десятые и сотые доли процента от общего числа бактерий, учитываемых прямым счетом. Частично это происходит потому, что некоторые колонии бактерий вырастают не из одной клетки, как это предполагается при посевах по методу Коха, а из целого ценоза находящихся в воде или на мелких органо-минеральных частицах микроколоний. В основном же, как можно допустить, такой большой разрыв в учете численности бактерий разными методами происходит за счет несоответствия применяемых питательных сред потребностям основной массы микроорганизмов.

Нами предпринята попытка определить, как растут бактерии на природной воде, содержащей небольшое количество растворенных органических веществ. Чтобы проследить прирост бактерий не только при посевах, но и по прямому счету, воду почти полностью освобождали от бактерий путем фильтрования через асбестовый фильтр. Применяемую посуду обрабатывали хромовым раствором, приготовленным на концентрированной серной кислоте, а затем дистиллированной водой и водой, очищенной от бактерий. В результате удалось получить природную воду, в которой содержалось всего лишь 40 000 бактериальных клеток в 1 мл воды при исходном содержании 820 000. В эти 40 000 клеток входят и бактерии, которые попадали на фильтр в результате загрязнения пипеток, фильтровальной воронки и мембранного фильтра, на котором производился подсчет бактерий под микроскопом. Для работы использовали исключительно чистые (чешские) мембранные фильтры марки «Сынпор». Перед фильтрованием через асбестовый фильтр воду предварительно кипятили для удаления выпадающих при кипячении солей.

В три колбы взято по 150 мл безбактериальной воды и простерилизовано в автоклаве. Так как при автоклавировании в результате разрушения молекул карбонатов вода подщелачивается, то для подведения рН к нейтральной величине и для того чтобы не вносить реактивов, в которых могли быть

Размножение бактерий в воде из Рыбного водохранилища, млн/мл

Дата анализа	Прямой счет			Сред- няя	Сапрофиты на МПА			Средняя	Сапрофиты на МПА/10			Средняя
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
19 XI 1971 (исходная)	0.06	0.03	0.03	0.04	0.000044	0.000068	0.000034	0.000048	0.000045	0.000053	0.000062	0.000053
20 XI	0.43	0.62	0.46	0.50	0.047	0.023	0.050	0.04	0.048	0.016	0.053	0.039
22 XI	1.73	2.29	1.56	1.86	—	—	—	—	—	—	—	—
24 XI	2.07	1.88	1.94	1.94	2.01	1.13	1.7	1.61	3.33	2.06	1.48	2.29
26 XI	2.60	2.78	2.22	2.53	—	—	—	—	—	—	—	—
7 XII	2.64	3.61	2.88	3.04	0.15	0.41	0.092	0.12	0.29	0.25	0.28	0.27
4 I 1972	2.47	2.68	2.45	2.53	0.050	0.26	0.080	0.13	0.41	0.76	0.38	0.52

Примечание. I—III — повторность опыта.

бактериальные клетки, колбы после стерилизации на несколько часов помещали в герметический шкаф в атмосферу углекислоты.

Каждая колба была заражена 0.5 мл воды из водохранилища, с которой внесено по 0.4 млн бактерий, или около 2700 на 1 мл. В течение нескольких дней в воде определяли общее количество бактерий с использованием мембранных фильтров и производили посев на МПА и на среду Ю. А. Горбенко (1961) — ПМА, разведенный водой в 10 раз с добавлением для затвердения 1.5% агар-агара (в дальнейшем МПА/10). На прямой счет фильтровали по 5 мл воды в воронке с диаметром 2 см. Исходная перманганатная окисляемость этой воды была равна 9.4 мг О/л. Результаты одного из опытов представлены в таблице.

Сразу же бросается в глаза, что бактерии на такой казалось бы весьма бедной среде размножаются очень быстро (температура 28°). Уже через сутки их количество по сравнению с исходным увеличилось более чем в 10 раз, а через 3 суток чуть ли не в 50 раз. Так, через сутки их численность по прямому счету увеличилась с 0.04 до 0.50 млн/мл воды, а на третьи сутки до 1.86 млн/мл. Начиная с третьих суток темп прироста бактерий резко снизился, через 19 дней количество бактерий стало равным 3.04 млн/мл.

Обращает на себя внимание большая численность сапрофитных бактерий. По сравнению с исходной величиной уже через сутки их количество увеличилось почти в 1000 раз. На четвертые сутки количество бактерий по прямому подсчету и бактерий, давших колонии на МПА, сравнялось. По-видимому, и через сутки количество бактерий, давших колонии на МПА, было значительно

большим, но часть бактерий не была учтена, так как посев был слишком густой — несколько сот колоний на одной чашке Петри. Весьма любопытно также, что как на МПА, так и на МПА/10 содержание колоний было близким в первые дни, а в дальнейшем количество колоний на МПА стало уменьшаться значительно быстрее, чем на МПА/10. Таким образом, относительное количество бактерий на более бедной среде возросло. Это подтвердилось и в последующих опытах, которые здесь не приводятся. Данный феномен трудно объяснить. В результате ли исчерпания субстрата и уменьшения адаптивных протеолитических ферментов, или в результате антагонизма между бактериями активность клеток, растущих на богатой среде МПА, уменьшилась.

В первые сутки время генерации бактерий по прямому счету было равным 3.1 часа (за конечное количество при расчете взято 500 000, за исходное — расчетная величина от внесенного количества бактерий при заражении среды 2700). Время генерации бактерий, рассчитанное по количеству колоний сапрофитов, 2.5 часа.

Таким образом, на естественной воде с очень малым содержанием органического вещества, в состав которого входила часть трудноусвояемых веществ, бактерии размножаются быстро, а численность бактерий, вырастающих на МПА, приближается к численности, определяемой прямым подсчетом. В этот период численность бактерий, дающих колонии на богатой и бедной органическими веществами средах, выражается одинаковыми величинами.

ЛИТЕРАТУРА

Горбенко Ю. А. 1961. О наиболее благоприятном количестве «сухого питательного агара» в средах для культивирования морских гетеротрофных организмов. Микробиол., 30, 1.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

**СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ
БАКТЕРИОПЛАНКТОНА В АЗОВСКОМ МОРЕ
в 1969—1970 гг.**

Исследования микрофлоры водной толщи Азовского моря, проведенные в 1969—1970 гг., — один из этапов регулярных наблюдений за численностью бактериопланктона, осуществляемых в Таганрогском заливе с 1963 г. и в собственно море с 1966 г. Пробы отбирались в рейсах в апреле, мае, июле, августе и октябре на 32 стандартных станциях, расположенных на равных расстояниях. Отбор проб производился стерильно батометром Молчанова с двух горизонтов — 0.5 м от поверхности и 0.5 м от дна. В пробах определялась общая численность микроорганизмов методом прямого счета на мембранных фильтрах (Разумов, 1932) и содержание сапрофитных бактерий методом агаровых пластинок на среде Горбенко (Горбенко, 1961).

Наблюдения в 1963—1968 гг. показали, что сезонная динамика бактериопланктона в Азовском море определяется двумя основными факторами: содержанием в воде органического вещества и температурой. Содержание бактерий в воде весной, как правило, зависит от характера предшествующей зимы и весны. Максимальная численность микроорганизмов отмечается летом — в июле или в августе. Осенью численность бактериопланктона в Таганрогском заливе обычно снижается, а в собственно море она остается на уровне летних величин.

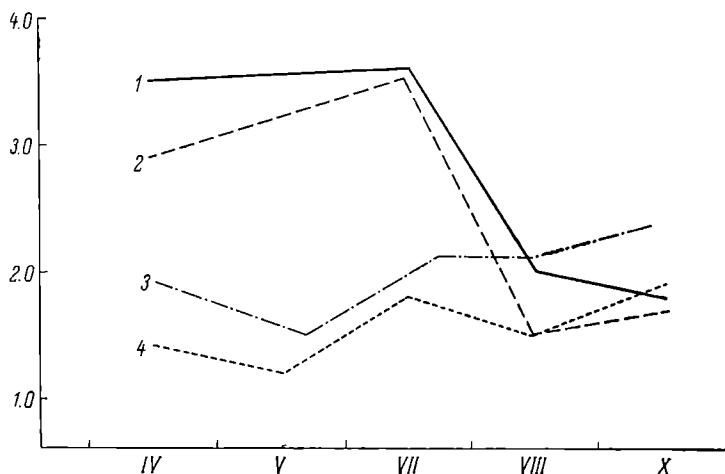
Зима 1968—1969 гг. была крайне суровой:¹ низкая температура воздуха, мощный и устойчивый ледовый покров, продолжительные ураганные ветры и пыльные бури, в результате чего на поверхность моря выпало громадное количество терригенного материала с высокой окисляемостью — 17.1 мг О/л. По-видимому, высокое содержание легко окисляемого органического вещества, принесенного в зимний период, создало благоприятные условия для развития бактериопланктона весной. Содержание микроорганизмов в воде в апреле 1969 г. достигало 3.5 млн/мл в заливе и 2.9 млн/мл в море. Максимальные величины численности бактерий наблюдались в июле при высокой температуре воды и при наличии в море значительного количества органического вещества. В августе содержание микроорганизмов в воде снизилось до 2.0 млн/мл в заливе и до 1.5 млн/мл в собственно море. Осенний максимум в развитии бактериопланктона в море в 1969 г. был выражен очень слабо (см. рисунок).

¹ Данные по гидрологическому режиму Азовского моря любезно предоставлены Е. Г. Иванченко, по гидрохимии — Г. Д. Макаровой, за что мы приносим им благодарность.

В содержании сапрофитной микрофлоры в 1969 г. четко выражен максимум весной, обусловленный, вероятно, большим количеством органического вещества и аллохтонной микрофлоры, оказавшейся в море после таяния льда и снега, загрязненного пыльными наносами. Содержание сапрофитных бактерий (тыс./мл) в воде Азовского моря в 1969—1970 гг. приведено ниже.

Год	Район	Апрель	Июль	Август	Октябрь
1969	Таганрогский залив . . .	4.5	1.3	1.4	1.0
	Собственно море	4.9	2.9	0.8	1.2
1970	Таганрогский залив . . .	2.4	66.5	5.0	0.5
	Собственно море	0.4	19.1	7.2	0.6

Количество сапрофитных бактерий в апреле составило 4.5 тыс./мл в заливе и 4.9 тыс./мл в собственно море. В июле численность сапрофитов снизилась до 1.3 тыс./мл в заливе и



Сезонная динамика численности бактерий в воде Азовского моря.

В 1969 г.: 1 — Таганрогский залив, 2 — собственно море; в 1970 г.: 3 — Таганрогский залив, 4 — собственно море. По оси ординат — численность бактерий, млн/мл; по оси абсцисс — месяцы.

до 2.9 тыс./мл в море. Дальнейшее падение численности сапрофитных бактерий наблюдалось в конце лета и осенью. Во все периоды наблюдений среди сапрофитных бактерий преобладали кокки, составляющие 70—100%. Ранней весной и в первой половине лета в небольшом количестве (0.6—17.0%) присутствовали неспороносные палочки, в августе обнаружены споровые палочки (0.2—7.0%) и в очень небольшом количестве проб актиномицеты (2—3%).

Для 1970 г. были характерны мягкая зима, быстрый прогрев воды в море в начале весны, короткое и холодное лето и ранняя

активная отдача тепла морем осенью. Повышенная ветровая активность наблюдалась в первой половине года. Содержание органического азота и фосфора в море было ниже средних многолетних показателей, которые составляют 1030 и 76.6 г/м³ (Бронфман и др., 1970). В результате этого численность бактерий в течение вегетационного периода была невысокой по сравнению с предыдущими годами и колебалась в пределах 1.5—2.4 млн/мл в Таганрогском заливе и 1.2—1.9 млн/мл в собственно море. В развитии бактериопланктона в 1970 г. отмечены 3 максимума — ранневесенний, летний и осенний (см. рисунок). Содержание микроорганизмов в апреле составило 1.9 в заливе и 1.4 млн/мл в море. Наибольшая численность бактерий в 1970 г. отмечалась в июле, когда температура воды достигла максимума — 25°. Осенью содержание микроорганизмов оставалось на уровне летних величин.

Количество сапрофитных бактерий весной было низким — 2.4 в заливе и 0.4 тыс./мл в собственно море. Резкое повышение количества сапрофитных бактерий произошло в июле, достигнув 66.5 в заливе и 19.1 тыс./мл в собственно море. Такая численность сапрофитов отмечена нами впервые за период наблюдений 1963—1970 гг. При этом в составе сапрофитов преобладали палочковидные формы, их содержание в некоторых пробах достигало 100%. В августе произошло снижение численности сапрофитной микрофлоры до 5.0 в заливе и 7.2 тыс./мл в собственно море. Еще более резкое снижение количества сапрофитных бактерий отмечено в октябре — 0.5 в заливе и 0.6 тыс./мл в собственно море.

Таким образом, своеобразие гидрологических условий в 1969—1970 гг. повлияло на общее содержание и динамику численности бактерий в Азовском море.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- Б р о н ф м а н А. М., З а к и е в Х. Я., М а к а р о в а Г. Д. 1970. К вопросу о потенциальной возможности Азовского моря к самоочищению от органических загрязнений. В кн.: Океанографические аспекты самоочищения моря от загрязнений. Киев.
- Г о р б е н к о Ю. А. 1961. О наиболее благоприятном количестве СПА в средах для культивирования морских организмов-гетеротрофов. Микробиол., 30, 1.
- Р а з у м о в А. С. 1932. Прямой метод учета бактерий в воде. Микробиол., I, 2.

Азовский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства

О ВЛИЯНИИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА РАЗВИТИЕ ФИТОПЛАНКТОНА В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОДОГРЕТЫХ ВОД КОНАКОВСКОЙ ГРЭС

В районе выпуска подогретых вод Конаковской ГРЭС обычно наблюдается увеличение биомассы фитопланктона (Девяткин, 1970). Сбрасываемые в ГРЭС подогретые воды по сравнению с другими участками водохранилища (Флейс, 1970) характеризуются не только повышенной температурой, но и некоторыми изменениями в химизме. Кроме того, в нижнюю часть отводящего канала, по которому подогретые воды поступают в Мошковичский залив, сбрасываются после очистки бытовые стоки г. Конаково. Изменение химизма может иметь особое значение для растительных организмов, в частности для фитопланктона. Поэтому при изучении влияния Конаковской ГРЭС на развитие фитопланктона Ивановского водохранилища мы наряду с оценкой температурного фактора попытались оценить также и роль гидрохимического. Нами применена одна из модификаций метода гидробиологической производительности (Францев, 1932; Гусева, 1956) без добавок биогенных элементов.

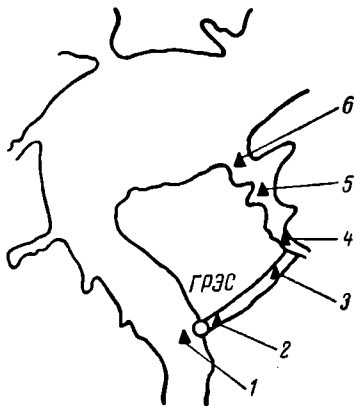


Схема станций исследуемого участка водохранилища.

1—6 — номера станций.

При проведении экспериментов пробы воды отбирали батометром Рутнера с глубины 0.5 м в районе водозабора (ст. 1), а также в отводящем канале и Мошковичском заливе водохранилища (см. рисунок, станции 2—6). Отобранную воду разливали в колбы (по 3 с каждой станции) объемом 250 мл. Колбы экспонировали в термолюминостате в течение 3 суток при температуре воды, соответствующей таковой в Мошковичском заливе в момент отбора проб и постоянной освещенности. Температуру воды поддерживали с колебаниями не выше 0.5°. Освещенность создавали с помощью люминесцентных ламп дневного света. О степени изменения химизма воды в различных участках трассы водовыпуска и о его влиянии на развитие фитопланктона судили по абсолютному и относительному приросту клеток водорослей в воде, взятой с разных станций, за период экспозиции при постоянных температурных и световых условиях. Наблюдения проведены в сентябре 1968 г., в мае и июне 1969 г. и в мае 1970 г.

В сентябре 1968 г. вода, отобранная в районе водозабора с разных станций трассы водовыпуска, была отфильтрована через мембранный фильтр № 6 и затем засеяна культурой *Ankistrodesmus* sp. Опытные склянки экспонировались при температуре 24° и

освещенности около 5 тыс. лк. Данные по приросту клеток *Ankistrodesmus* (тыс. кл./л) на станциях 1—2, 4—5 приведены ниже.

	1	2	4	5
В начале опыта	37	37	37	37
В конце опыта	189	183	170	218
Отношение численности в конце опыта к начальной	5.1	4.9	4.6	5.9

В мае и июне 1969 г. проведены аналогичные наблюдения, но с естественным фитопланктоном. Температура опытных склянок в мае поддерживалась на уровне 19.5°, в июне 24°, при освещенности около 5 тыс. лк. Результаты наблюдений по приросту численности естественного фитопланктона (тыс. кл./л) на станциях 1—2, 4—6 приведены ниже.

		1	2	4	5	6
Май	В начале опыта	321	422	288	426	476
	В конце опыта	3480	4090	3380	3100	4340
	Отношение численности в конце опыта к на- чальной	10.8	9.7	11.7	7.3	9.1
Июнь	В начале опыта	1870	1920	1680	1790	—
	В конце опыта	10043	15088	12922	12628	—
	Отношение численности в конце опыта к на- чальной	5.8	7.9	7.7	7.0	—

Данные показывают, что в пределах трассы водовыпуска значительных колебаний прироста клеток водорослей не наблюдалось, что свидетельствует о сравнительно однородном химическом составе воды на этом участке водоема. По-видимому, загрязнения, поступающие с Конаковской ГРЭС и бытовыми стоками г. Конаково, вследствие большого объема сбрасываемой с ГРЭС воды сильно разбавляются и поэтому не оказывают значительного влияния на условия вегетации водорослей.

В мае 1970 г. проведено наблюдение по влиянию очищенных бытовых стоков г. Конаково на развитие фитопланктона при разном их разбавлении. Для этого использована вода с естественным фитопланктоном, взятая в отводящем канале выше района сброса в него бытовых стоков (ст. 3).

Бытовые стоки добавлены в опытные склянки в разбавлении 1/50, 1/100, 1/1000. Следует отметить, что соотношение объема бытовых стоков к объему подогретых вод составляло примерно 1/1000. Колбы с водой (контрольные и с добавками сточных вод) экспонировались в термолюминостате в течение 3 суток при постоянной круглосуточной освещенности интенсивностью около 11 тыс. лк и температуре 24°. Данные по численности (млн кл./л) приведены ниже.

	Контроль	1/1000	1/100	1/50
Численность водорослей в начале опыта	2.2	2.2	2.2	2.2
Численность водорослей в конце опыта	9.1	9.7	10.2	13.4
Отношение численности в конце опыта к начальной	4.1	4.4	4.6	6.1

Существенное ускорение прироста водорослей в результате добавки сточных вод наблюдалось лишь при минимальном разбавлении (1/50), т. е. при концентрации, в 20 раз превышающей наблюдавшуюся в водоеме.

Таким образом, проведенные наблюдения свидетельствуют о том, что загрязнения, поступающие с ГРЭС и бытовыми стоками г. Конаково, не оказывали в момент наблюдений существенного влияния на развитие фитопланктона в зоне влияния подогретых вод. По-видимому, увеличение биомассы фитопланктона в этом районе вызывается иными факторами.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- Гусева К. А. 1956. Методы эколого-физиологического исследования водорослей. В кн.: Жизнь пресных вод СССР, IV, 1. М.—Л.
- Девяткин В. Г. 1970. Влияние термальных вод на фитопланктон приплотинного плеса Иваньковского водохранилища. Гидробиол. журн., VI, 2.
- Флейс М. Л. 1970. Влияние сбросных теплых вод Конаковской ГРЭС на гидрохимический режим Иваньковского водохранилища. Гидробиол. журн., VI, 3.
- Францев А. В. 1932. Опыт оценки гидробиологической производительности Москворецкой воды. Микробиол., I, 2.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В. А. Елизарова

ВЛИЯНИЕ ПОДОГРЕВА НА СОСТОЯНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ ФИТОПЛАНКТОНА В СБРОСНЫХ ВОДАХ КОНАКОВСКОЙ ГРЭС

Охлаждение агрегатов Конаковской ГРЭС происходит по прямоточной системе. Вода, используемая для этого, забирается в Иваньковском водохранилище, а затем через отводящий канал и Мошковичский залив сбрасывается обратно в водоем в 10 км ниже водозабора. В агрегатах ГРЭС вода находится около 10 мин. и за это время нагревается на 8—10°. При такой системе

охлаждения особенно важен контроль за состоянием гидробионтов, проходящих вместе с водой через агрегаты.

В настоящей работе в качестве показателя физиологического состояния клеток водорослей использовано соотношение зеленых и желтых пигментов и содержание продуктов распада хлорофилла — так называемых феопигментов. Работа велась в течение вегетационного сезона 1970 г. на 4 станциях: у водозабора (ст. В), у выхода отработанной воды из агрегатов (ст. 1), в конце водоотводящего канала (ст. 3), в конце теплого Мошковичского залива (ст. 5).

Пробы воды отбирали с горизонта 0—2 м. Между моментами отбора проб старались соблюдать время, необходимое для прохождения воды от одной станции до другой, чтобы по возможности анализировать одну и ту же водную массу. С учетом этого пробы на ст. 1 отбирали примерно через 10 мин. после работы у водозабора, затем через 1—2 часа пробы брали на ст. 3 и через 4—6 час. — на ст. 5. Определение пигментов проводили спектрофотометрическим методом, расчет хлорофиллов — по формулам ЮНЕСКО (UNESCO, 1966), общих растительных каротиноидов — по уравнению Парсонаса и Стрикленда (Parsons, Strickland, 1963), феопигменты определяли по методике Лоренцена (Lorenzen, 1967).

Исследования на водоеме дополнены лабораторными опытами, так как повреждение фотосинтетического аппарата водорослей под влиянием повышенных температур, незаметное в кратковременных опытах, может проявиться при более длительном их воздействии (Рабинович, 1959). Для выяснения этого и выполнялась серия долгосрочных (3 суток) опытов в термолюминистате. Опыты ставились с водой, взятой у водозабора в разные периоды вегетационного сезона. Температура воды в каждом отсеке последовательно повышалась на несколько градусов — от наблюдаемой при отборе пробы до максимальной, свойственной воде при прохождении ее через агрегаты ГРЭС.

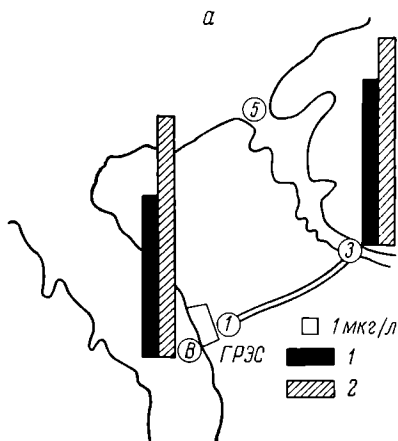
Наблюдения в водоеме показали, что существенных изменений концентрации хлорофилла в воде по мере ее прохождения через агрегаты станции, отводящий канал и залив не происходит. В мае (рис. 1, а) концентрация хлорофилла на ст. 3 была абсолютно одинаковой с концентрацией его на ст. В. Очень мало различалась она в пробах воды с этих станций и в июне. В июле—августе (рис. 1, б), когда температура воды была самой высокой, наблюдалось небольшое уменьшение концентрации зеленых пигментов на ст. 1 по сравнению со ст. В. В октябре—ноябре (рис. 1, в) содержание хлорофилла на всех 4 станциях было довольно близким.

Аналогичные результаты получены при вычислении отношения каротиноиды/хлорофилл «а» (к/хл) на станциях В, 1, 3, 5.

Дата	В	1	3	5
11 V	0.9	—	0.8	—
6 VI	0.6	—	0.6	—
2 VII	0.8	0.8	0.8	0.7

Дата	В	1	3	5
6 VIII	0.8	0.9	0.8	0.9
5 IX	0.6	0.6	0.7	0.6
2 X	0.7	—	0.7	0.6
1 XI	0.8	0.8	0.8	0.8

Как видно, и в этом случае получены довольно однородные данные. Обычно величины отношения $к/хл$ на станциях 1, 3 и 5 оставались такими же, как на ст. В. Лишь в августе на ст. 1 и ст. 5 и в сентябре на ст. 3 наблюдалось незначительное повышение исследуемого отношения. Отрицательное влияние подогрева на состояние водорослей не выявилось и при определении продуктов распада хлорофилла. Как видно, из приведенных данных по феофитину в пробах воды со станций В и 1 заметного повышения процентного содержания этого пигмента не наблюдалось.



Дата	В	1
22 VIII	22	21
16 VIII	16	19
17 IX	17	23

Некоторое увеличение количества феофитина отмечалось лишь 6 августа и в начале сентября.

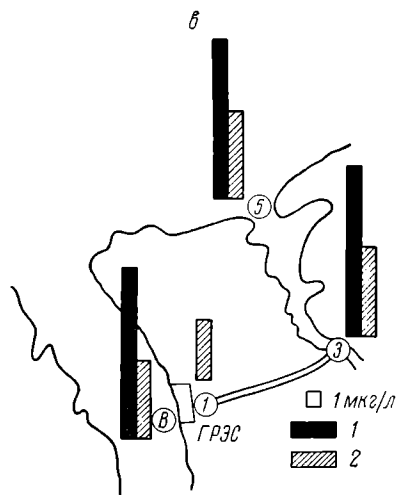
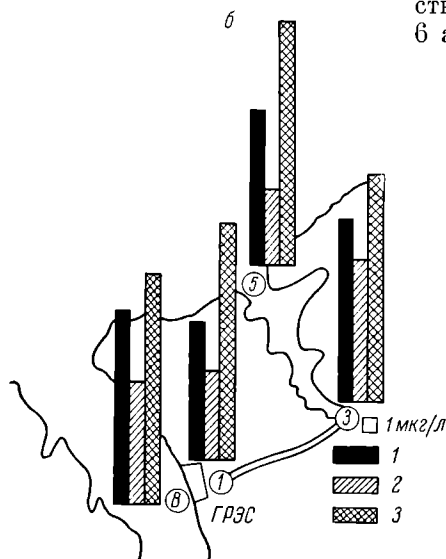


Рис. 1. Содержание общего хлорофилла в воде.

а — весной: 1 — в мае, 2 — в июне; б — летом: 1 — в июле, 2 — в августе, 3 — в начале сентября; в — осенью: 1 — в октябре, 2 — в ноябре. Цифры в кружках — номера станций.

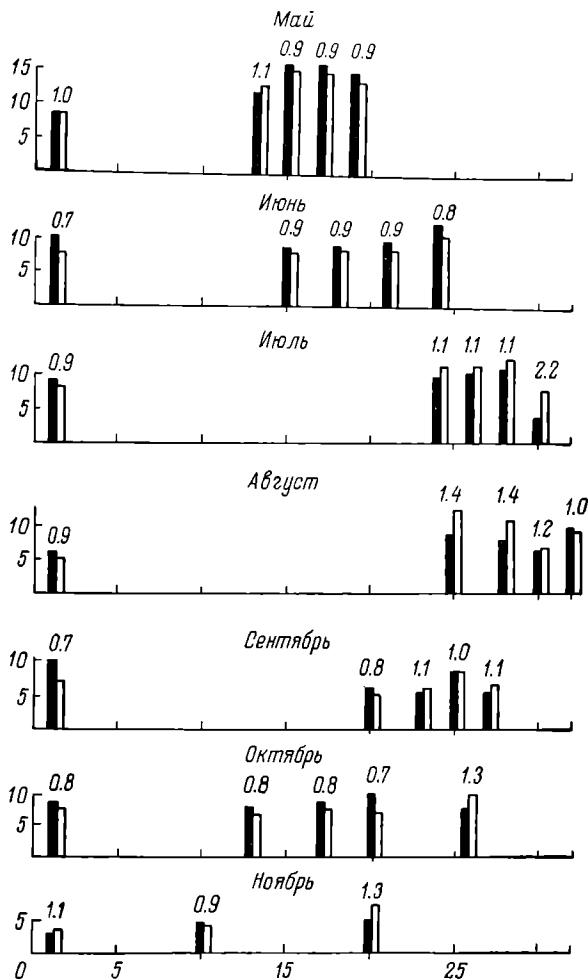


Рис. 2. Содержание хлорофилла «а» и желтых пигментов в воде ст. 1 через 3 суток в разные сроки при разных температурах.

Черные столбики — хлорофилл «а», незаштрихованные — общие растительные каротиноиды. Цифры над столбиками справа — величина соотношения каротиноиды/хлорофилл «а» после опыта, слева — исходная концентрация зеленых и желтых пигментов. По оси ординат — концентрация зеленых (мкг/л) и желтых пигментов, мкг спи/л; по оси абсцисс — температура, °C.

Все эти данные позволяют полагать, что в состоянии фотосинтетического аппарата фитопланктона при прохождении его через систему охлаждения электростанции не происходит существенных изменений.

В исходной воде на протяжении всего вегетационного сезона соотношение $k/xл$ превышало единицу лишь в позднеосенней пробе (рис. 2), что можно объяснить ухудшением состояния фитопланктона, так как в этот период происходит его отмирание.

В опыте с майским фитопланктоном (при 13, 15, 17 и 19°) через 3 суток при всех температурах наблюдалось увеличение концентрации пигментов (особенно при 15 и 17°) и снижение исследуемого соотношения при 15, 17 и 19°.

В июне опыт проводился при температурах 15, 18, 21 и 24°. Увеличение содержания пигментов наблюдалось в этом случае только при 24°. При остальных температурах отмечалось даже некоторое его уменьшение. Показатель $k/xл$, несмотря на заметное его возрастание, оставался все же меньшим единицы.

В июле и августе в отсеках люминостаата поддерживалась температура от 24 до 32°. Как и ожидалось, в этих условиях физиологическое состояние фитопланктона заметно ухудшалось. Несмотря на некоторое повышение содержания пигментов, соотношение $k/xл$ возросло до 1.4, а при 32° достигло значения 2.2. Это можно считать одним из признаков перегрева.

В сентябре вода подвергалась действию температур 20, 23, 25 и 27°. Все они оказались для фитопланктона неблагоприятными, так как прироста пигментов не наблюдалось, а начиная с 23° соотношение $k/xл$ стало превышать единицу.

Аналогичные результаты получены и в октябре, когда опыт ставился при температурах 13, 17, 20 и 26°. Последняя из них вызвала резкое повышение соотношения. Оно стало равняться 1.3 (в исходной воде — 0.8).

Последний опыт проведен в ноябре при 10 и 20°. В обоих случаях наблюдался прирост концентрации пигментов. Но показатель $k/xл$ «а» при 20° превысил таковой исходной воды.

Таким образом, можно констатировать, что в условиях весенних температур воды длительный подогрев ее приблизительно до 19° благоприятен для развития фитопланктона. Подогрев летом ухудшает физиологическое состояние водорослей только при крайних наблюдавшихся в водоеме значениях температур (25° и выше).

ЛИТЕРАТУРА

- Рабинович Е. 1959. Фотосинтез, III. М.
Lorenzen C. J. 1967. Determination of chlorophyll and pheopigments: spectrophotometric equations. Limnol. Oceanogr., 12, 2.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

И. Л. Пырина и Е. И. Наумова

ИНТЕНСИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА ФИТОПЛАНКТОНА В СБРОСНЫХ ВОДАХ КОНАКОВСКОЙ ГРЭС

Конаковская ГРЭС работает по прямоточной системе водоснабжения, т. е. вода, поступающая в агрегаты из Ивановского водохранилища, сбрасывается обратно в водоем. В агрегатах вода находится около 10 мин. и нагревается за это время на 8—10°. Далее она попадает в водоотводящий канал, который проходит примерно за 1—2 часа, охлаждаясь при этом на 2—3°. Из канала вода поступает в Мошковичский залив, затем через 4—6 час. — в водохранилище. По мере прохождения залива вода заметно остывает, так что на выходе из него температура бывает лишь на 2—3° выше, чем у водозабора.

Практически важно знать, в каком состоянии возвращается в водохранилище фитопланктон, находящийся в отработанных водах. Из тех наблюдений, которые велись за внешним видом клеток водорослей и за изменением их численности (Девяткин, (1970), а также за состоянием их фотосинтетического аппарата Елизарова, наст. бюлл.), отрицательного воздействия подогрева не заметно. Однако для решения поставленного вопроса таких данных все же недостаточно, так как они получены на неживом материале и не позволяют полностью судить о жизнеспособности водорослей. В связи с этим определенный интерес могут представить приводимые ниже результаты наших опытов по фотосинтезу фитопланктона под влиянием подогрева в системе охлаждения Конаковской ГРЭС. Опыты ставились ежемесячно в течение всего вегетационного периода 1970 г. Интенсивность фотосинтеза определялась кислородным методом.

При изучении эффекта кратковременного подогрева в агрегатах ГРЭС сопоставлялась интенсивность фотосинтеза фитопланктона в пробах, взятых у водозабора (ст. В), и на разных этапах охлаждения отработанной воды: сразу же после сброса ее электростанцией (ст. 1), в конце водоотводящего канала (ст. 3) и в конце Мошковичского залива (ст. 5) (рис. 1). Промежуток времени между сбором проб на станциях старались соблюдать таким, чтобы по возможности взять их из одной и той же

водной массы. Все собранные пробы экспонировались в течение суток при естественном освещении (под слоем воды 25 см) и температуре водоема на границе зоны теплового воздействия электростанции. При этом освещенность равнялась в июне 80 кал./см², в июле 75, в августе 32, в сентябре 22, в октябре 18 и в ноябре 5 кал./см² за сутки в расчете на видимую радиацию, а температура соответственно 20, 21, 23, 16, 10 и 4°.

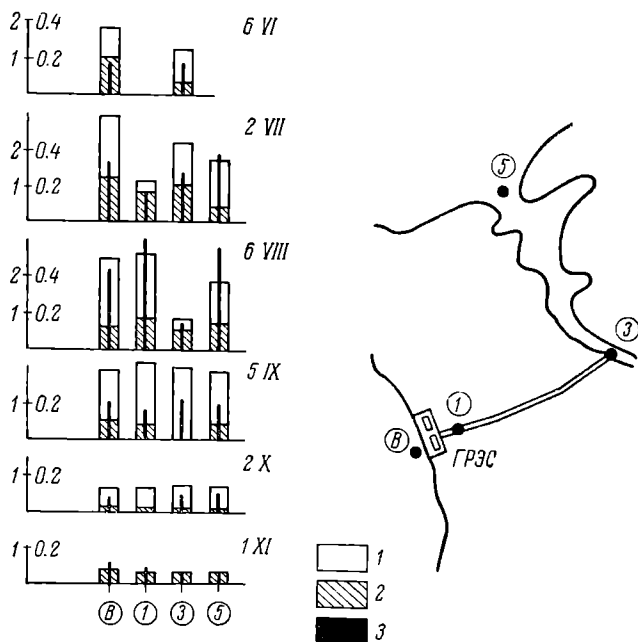


Рис. 1. Влияние подогрева на фотосинтез фитопланктона при прохождении его через систему охлаждения Конаковской ГРЭС.

1 — интенсивность фотосинтеза, мгО₂/л·сутки; 2 — часть продукции фотосинтеза, истраченная на процессы деструкции, мгО₂/л·сутки (по оси ординат слева); 3 — фотосинтетическая активность хлорофилла «а», мгО₂/мкг·сутки (по оси ординат справа). Справа — схема расположения станций. В кружках — номера станций.

Из полученных данных видно, что закономерного термического воздействия на фотосинтез фитопланктона в процессе его прохождения через систему охлаждения электростанции не наблюдается (рис. 1). В большинстве случаев оно не прослеживается ни по интенсивности фотосинтеза в единице объема воды, ни по фотосинтетической активности хлорофилла. Исключение составляют лишь данные, полученные в июле, — намечается подавление фотосинтеза в пробах, взятых непосредственно на выходе из агрегатов.

Эффект подогрева при более длительном пребывании водорослей в условиях повышенной температуры, который может проявиться на участках, подверженных тепловому влиянию электростанций, изучался в другой серии экспериментов. В этом случае пробы воды, взятые у водозабора, помещались в термо-

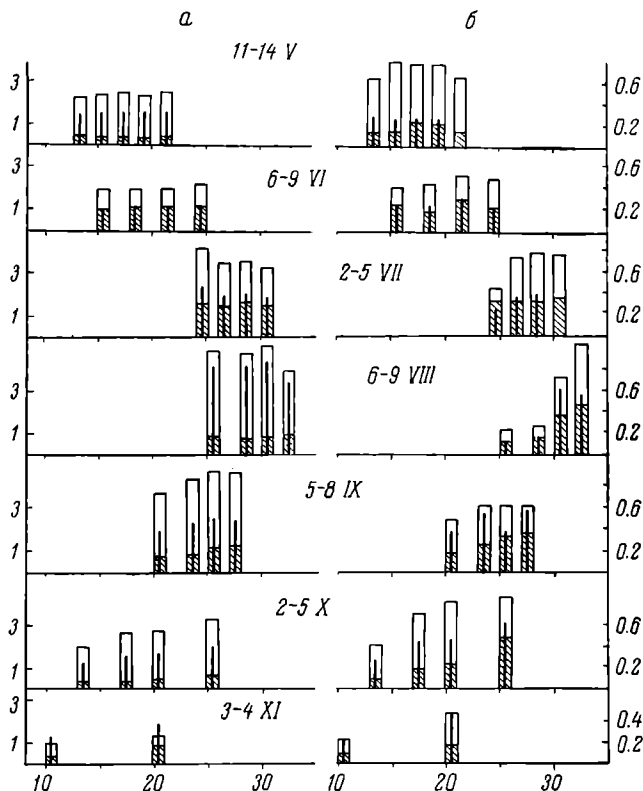


Рис. 2. Влияние длительности подогрева в экспериментальных условиях на интенсивность фотосинтеза фитопланктона.

a — в 1-й день опыта, *б* — в последний день опыта. По оси абсцисс — температура, °C. Остальные обозначения те же, что на рис. 1.

люминостат, где поддерживались постоянная освещенность (100 кал./см² в сутки видимой радиации, кроме опыта в июне и сентябре, когда освещенность была 50 кал./см² в сутки) и температура в различных пределах. Ее минимальные значения соответствовали температуре воды у водозабора, максимальные — достигаемой в агрегатах станции. Опыты ставились в разные сезоны, поэтому охвачено несколько диапазонов температур. В этих условиях исследуемый фитопланктон выдерживался в течение 3 суток.

Такое время обычно считается достаточным для осуществления по крайней мере одного деления клеток. Интенсивность фотосинтеза определялась в первые и третьи сутки (рис. 2).

Весной выполнены 2 серии опытов — в первой половине мая и в начале июня в интервале температур 13—20° и 15—24°. В первые сутки не было заметно никаких изменений интенсивности фотосинтеза под влиянием подогрева. Лишь в майских опытах на третьи сутки проявляется тенденция некоторого усиления фотосинтеза в пробах, выдерживаемых в диапазоне средних температур. Однако это результат прироста фитопланктона. Интенсивность фотосинтеза, рассчитанная на единицу количества хлорофилла, оставалась неизменной.

Три летние опыта проводились при температурах 24—32 и 20—27°. В первые сутки каждой серии опытов также не прослеживается существенных изменений в интенсивности фотосинтеза по мере повышения температуры. Однако на третьи сутки фотосинтез протекает либо с той же скоростью, как в июле, либо слабее, как в августе и сентябре, т. е. в этих условиях отсутствует прирост фитопланктона. В некоторых случаях в конце экспозиции даже наблюдается уменьшение количества водорослей. Интересно, что результаты анализа пигментов (Елизарова, наст. бюлл.), которые выполнялись на тех же самых пробах, также свидетельствуют об ухудшении состояния фотосинтетического аппарата водорослей в этих условиях. Осенью характер зависимости фотосинтеза от температуры оказывается сходным с наблюдавшимся ранней весной. В этих опытах испытывался примерно тот же диапазон температур, что и весной — 13—25 и 10—20°. В обоих случаях фитопланктон хорошо развивался, что видно по увеличению интенсивности фотосинтеза на третьи сутки.

Таким образом, результаты описанных опытов позволяют считать, что фитопланктон, попадающий в систему охлаждения Конаковской ГРЭС, существенного влияния повышенных температур не испытывает. Кратковременный подогрев при прохождении фитопланктона через агрегаты электростанции почти не сказывается на его фотосинтетической активности. Более длительное воздействие повышенной температуры отражается на фитопланктоне различно в зависимости от времени сезона. Ранней весной и осенью, когда термические условия лимитируют развитие водорослей, а температура воды за счет сбрасывания тепла не превышает 20°, возможен стимулирующий эффект подогрева. Летом, когда за счет сброса теплых вод температура в водоеме бывает выше оптимальной для большинства видов водорослей (более 25°), фотосинтезирующая деятельность фитопланктона подавляется.

ЛИТЕРАТУРА

Девяткин В. Г. 1970. Влияние термальных вод на фитопланктон приплотинного плёса Ивацковского водохранилища. Гидробиол. журн., VI, 2.

М. П. Ярушина

**ФИТОПЛАНКТОН ПРУДОВ ЧЕСМЕНСКОГО РЫБХОЗА.
II. СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ФИТОПЛАНКТОНА
В ПРУДАХ С КОРМЛЕНИЕМ И ВНЕСЕНИЕМ
АЗОТНО-ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ**

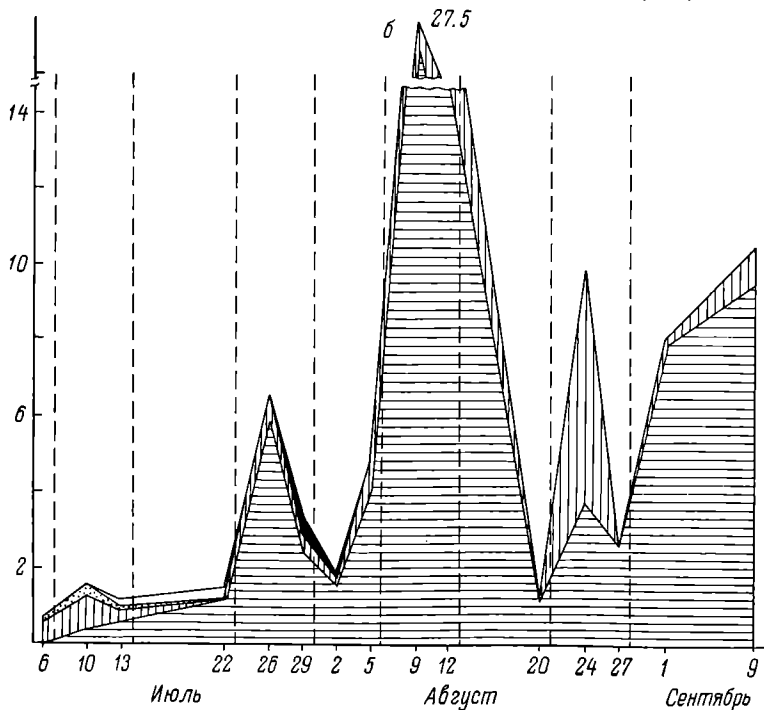
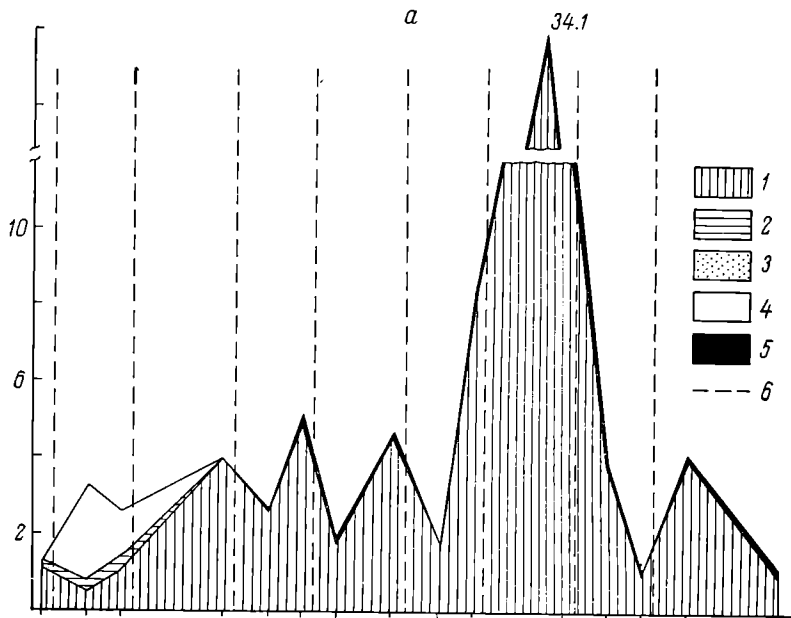
В течение летних сезонов 1968—1969 гг. на прудах Чесменского рыбхоза Челябинской обл. проводились комплексные гидрохимические и гидробиологические исследования. Одновременно изучался фитопланктон выростных удобряемых и неудодряемых прудов. Краткая характеристика прудового хозяйства, методика сбора и обработки, а также картина развития фитопланктона в 1968 г. освещены ранее (Ярушина, 1971).

В 1969 г. пруды были залиты на две недели позднее, в два раза увеличена плотность посадки карпа (80 тыс. шт./га), кроме того, сеголеткам давали корм. Пруды удобрялись аммиачной селитрой: 3 мг/л вносилось в пруд № 2 и 5 мг/л в пруд № 7. Фосфата в пруды вносили равное количество — 0.2 мг/л. В предыдущем сообщении изложены результаты наблюдений за развитием фитопланктона в пруду № 5 (1 и 0.2 мг P/л) и в контрольном (Ярушина, 1972).

Фитопланктон прудов, несмотря на присутствие в его составе многих общих видов, существенно отличался. Сходство обнаружено только в первой половине июля.

В первые дни после заливки в планктоне пруда № 2 преобладали синезеленые водоросли с биомассой до 1.1 г/м³ (*Aphanizomenon flos-aquae* — 0.36 г/м³, *Oscillatoria* sp. — 0.74 г/м³). После внесения удобрений *Oscillatoria* sp. выпала из планктона, а роль *Aphanizomenon flos-aquae* возросла. Одновременно увеличилась биомасса протококковых и пиррофитовых водорослей. Из пиррофитовых дал кратковременную вспышку *Cryptomonas marssonii* — 2.4 г/м³ (см. рисунок). Период вегетации его был непродолжительным, и после 22 июля эта водоросль встречалась в планктоне единично.

С конца июля в пруду № 2 развивался почти один *Aphanizomenon flos-aquae*, развитие которого шло по синусоиде с размахом колебаний между вершинами 7—15 дней. Отмечены два небольших пика в июле, два в августе (максимальный 34.1 г/м³) и один в сентябре. В сентябре преобладал также *Microcystis aeruginosa*, давший



Сезонная динамика основных групп фитопланктона в 1969 г.

a — пруд № 2, *б* — пруд № 7. 1 — *Cyanophyta*, 2 — *Chlorophyta*, 3 — *Bacillariophyta*, 4 — *Pyrrophyta*, 5 — прочие виды, 6 — дата внесения удобрений. По оси ординат — биомасса фитопланктона, г/м³; по оси абсцисс — дата взятия проб.

кратковременную вспышку (4.1 г/м^3). Диатомовые и зеленые в течение сезона развивались слабо, биомасса их не превышала 0.3 г/м^3 .

Как правило, удобрение вносилось в период спада развития *Aphanizomenon flos-aquae*, нарастание биомассы начиналось на 3—4-й день, достигая наибольшей величины за несколько дней до следующего внесения удобрения (см. рисунок). Данные по биогенным элементам в прудах приведены ниже.

№ пруда	Ингредиент	10 VII	22 VII	29 VII	5 VIII	9 VIII	12 VIII	20 VIII	27 VIII	9 IX
2	NH ₄	0.200	0.470	0.370	0.260	1.000	0.370	0.300	0.530	2.000
	NO ₂	0.100	0.134	0.500	0.480	1.000	0.530	0.800	0.500	0.015
	NO ₃	2.500	1.700	1.000	2.000	2.500	2.700	1.000	1.500	1.000
	P	0.051	0.084	0.101	0.020	0.083	0.002	0.002	Сл.	0.036
7	NH ₄	0.100	0	0.063	0.130	0.200	0.500	0.200	3.500	0.350
	NO ₂	0.200	0.500	0.920	0.800	1.00	0.860	0.200	1.000	1.000
	NO ₃	10.000	8.000	1.400	5.500	4.000	2.670	1.000	1.000	1.500
	P	0.080	0.037	0.019	0.020	Сл.	Сл.	Сл.	0.047	0.036

Содержание всех форм минерального азота (особенно нитратного) в пруду № 2 было высоким. Отмечена обратная зависимость между величиной биомассы фитопланктона и содержанием аммиачного и нитратного азота.

Развитие фитопланктона в пруду № 7, куда вносились азотные удобрения из расчета 5 мг/л , в начале июля было более низким, чем в пруду № 2. Кроме того, диатомовых в этом пруду в первые дни было больше почти в 10 раз, но зато меньше максимальная биомасса *Cryptomonas marssonii* (0.3 г/м^3). С окончанием его вегетации из планктона выпали *Aphanizomenon flos-aquae* и *Oscillatoria* sp., а количество диатомовых снизилось в два раза. Доминирующее положение в планктоне перешло к протококковым и вольвоксовым, а из синезеленых начала развиваться *Gomphosphaeria lacustris*. Ведущими формами среди протококковых были *Oocystis submarina* и виды рода *Scenedesmus*, из вольвоксовых — *Eudorina elegans* и *Pandorina morum*. Первого пика развития протококковые и вольвоксовые достигли в конце июля — 3.2 и 2.6 г/м^3 соответственно. Но уже к 9 августа значение вольвоксовых, особенно *Eudorina elegans*, возросло, их максимальная биомасса составляла 18 г/м^3 . Одновременно достигли второго пика развития и протококковые (7.1 г/м^3). За этот период усилилась роль *Gomphosphaeria lacustris*, ее максимальная биомасса равнялась 2.8 г/м^3 , после чего в развитии намечался спад, и до конца сезона она встречалась в небольших количествах. Со второй половины августа большую роль в планктоне стали играть протококковые. Вольвоксовые сопутствовали им до конца сезона, но не преобладали. Среди протококковых к 24 августа вновь отмечен небольшой подъем в развитии — до 3.6 г/м^3 . Наряду с ними дали вспышку синезеленые (*Microcystis aeruginosa* (до 5.6 г/м^3)).

В сентябре протококковые достигли наивысшего расцвета — 9.3 г/м^3 . Среди них *Oocystis submarina* оставалась на положении преобладающего вида — 6.9 г/м^3 (см. рисунок).

Установить зависимость между биомассой фитопланктона и содержанием биогенных элементов в пруду № 7 не удалось. По содержанию аммиачного азота пруды № 2 и 7 отличались меньше, чем по содержанию нитритного и нитратного азота; последних было значительно больше в пруду № 7 (см. вывод на стр. 24).

Сопоставление данных показало, что 93% от всей биомассы фитопланктона в пруду № 2 составляли синезеленые и только 2% приходилось на долю протококковых и вольвоксовых, в то время как в пруду № 7 вольвоксовые составляли 81.6% и только 16.5% — синезеленые.

В заключение можно сказать, что внесение удобрений способствовало более интенсивному развитию водорослей. Как указывалось ранее (Ярушина, 1972), среднесезонная биомасса фитопланктона в контрольном (неудобряемом) пруду составляла лишь 0.9 г/м^3 , в то время как в пруду № 2 она достигла 5.5, а в № 7 6.6 г/м^3 .

Различные концентрации азотно-фосфорных удобрений оказали влияние и на качественный состав фитопланктона. Протококковые и вольвоксовые в больших количествах развивались в пруду с большой дозой удобрений азота (5 мг/л), синезеленые — в прудах с меньшей дозой удобрений азота (3 и 1 мг/л). Диатомовые лучше вегетировали в пруду с 1 мг/л азота и в контрольном.

ЛИТЕРАТУРА

- Ярушина М. И. 1971. О фитопланктоне выростных прудов Чесменского рыбхоза Челябинской области. Тр. УралСибНИИРХ, VIII. Свердловск.
Ярушина М. И. 1972. Фитопланктон прудов Чесменского рыбхоза. Сообщ. 1. Сезонная динамика фитопланктона. Информ. бюлл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 14.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В. А. Экзерцев

О РАСТИТЕЛЬНОСТИ ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Первые этапы формирования растительности Волгоградского водохранилища описаны нами ранее (Экзерцев и Экзерцева, 1962; Экзерцев, 1966). В настоящем сообщении приводятся краткие сведения о состоянии растительного покрова мелководий

этого искусственного водоема в 1969 г., т. е. на 9-м году его существования после достижения проектного уровня.

Как и в первые годы, по характеру зарастания прибрежий водохранилище можно условно разделить на 3 участка: верхний — от г. Балакова до Саратова, средний — от Саратова до г. Камышина и нижний — от Камышина до плотины.

Основные площади зарастающих мелководий водохранилища сосредоточены в его верхнем участке. Обилие островов, заливов, рек, богатые пойменные почвы и обилие зачатков водных растений обусловили интенсивное формирование и распространение фитоценозов макрофитов на всех доступных для них мелководьях. К моменту наблюдения растительность в верховьях водохранилища была сформирована, равномерно сложена и четко расположена поясами в зависимости от нарастания глубины. Преобладают монодоминантные группировки. Несколько пестрый состав и структуру имеют ассоциации верхнего пояса, расположенные на участках, подверженных периодическому обсыханию.

Степень изолированности побережья и тип грунта определяют характер его зарастания. На большинстве защищенных мелководий с илистыми грунтами наблюдается следующее чередование растительных поясов.

От границы зоны затопления до глубины 20—40 см расположен первый пояс — сообщества гигрофильных растений. Он представлен фитоценозами клубнекамыша морского (*Bolboschoenus maritimus*), осоки береговой (*Carex riparia*), осоки острой (*C. acuta*) или смешанными зарослями дербенника иволистного (*Lythrum salicaria*), зюзника европейского (*Lycopus europaeus*) и рогоза Лаксмана (*Typha Laxmannii*). Наличие того или иного сообщества обусловлено характером окружающей растительности, иногда некоторыми особенностями грунта, а часто случайным заносом тех или иных зачатков водных растений в первые годы зарастания. На некоторых участках пояс гигрофильной растительности выпал, его сменили разросшиеся в последние годы прибрежные заросли ив.

Второй пояс — ассоциации гидрофильных растений, очень хорошо выражен и представлен на большей части мелководий ассоциациями *Typha angustifolia*. Иногда в заливе по р. Терешке встречаются фитоценозы рогоза широколистного (*T. latifolia*). Ассоциации рогоза узколистного занимают участки от 30 до 120 см глубины. Они протянулись сплошной полосой вдоль всех зарастающих прибрежий, ширина которой колеблется от 2 до 100 м и зависит от уклона берега. Протяженность же зарослей рогоза может измеряться километрами. Наиболее часто встречаются две ассоциации: *Typha angustifolia* purum и *T. angustifolia*—*Ceratophyllum demersum*. Травостой обоих сообществ развит хорошо, плотный, проективное покрытие достигает 70—80%, растения распределены по площади равномерно, высота первого яруса 250 см. Из сопутствующих растений наиболее часто встречаются

Spirodela polyrrhiza, *Salvinia natans*, *Lythrum salicaria*. В поясе гидрофильных растений иногда встречаются куртины сусака (*Butomus umbellatus*) и ежеголовника (*Sparganium ramosum*), но они не занимают сколько-нибудь значительной площади.

Наконец, третий пояс — пояс гидатофитов, представлен чистыми зарослями роголистника темно-зеленого (*Ceratophyllum demersum*), расположенными на участках до 200 см глубины. Особенно пышно разросся роголистник в глухих неглубоких отрогах заливов, где он пронизывает всю 2-метровую толщу и стелется по поверхности воды. Ассоциация большей частью чистая, сопутствующие виды отсутствуют. Проективное покрытие 100 %.

В верхнем участке водохранилища имеется и другой тип мелководий — прибрежья, подверженные умеренному прибою, и проточности с песчанистыми грунтами. Заращение их происходит несколько иным путем. Число поясов сокращено, обычно имеется только два, а иногда и один пояс. Гидрофильная растительность представлена разреженными зарослями клубнекамыша морского, пояс же гидатофитов состоит из прерывистых фитоценозов рдеста пронзеннолистного (*Potamogeton perfoliatus*). Сообщества первого пояса располагаются от уреза воды до глубины 20 см. Предельная глубина произрастания рдестов 120 см. Песчаная литораль русловых участков, подверженная интенсивному прибою, не зарастает совсем.

В среднем участке водохранилища большая часть мелководий правого и левого берегов лишена растительности. Даже основные мелководья зал. Еруслан совершенно не зарастают, несмотря на благоприятные глубинные и другие гидрологические условия. Массивы фитоценозов макрофитов сосредоточены только в межостровных протоках ниже Саратова (близ пос. Красные Текстильщики), по прибрежью островов, расположенных против с. Привольное и пос. Золотое, в верховьях небольших заливов и залива по р. Еруслан. Заращение этой части водохранилища более однообразно. В первом поясе господствуют заросли сорных гидрофильных растений: *Polygonum scabrum*, *P. minus*, *Bidens radiata*, *Xanthium strumarium*, *Typha Laxmannii*. Большинство фитоценозов имеет мозаичный пятнистый облик и плохо выраженную ярусную структуру. Пояс гидрофильных растений, приуроченный к глубине 20—120 см, представлен сообществами рогоза узколистного, изредка тростника. Это преимущественно ассоциации *Typha angustifolia*—*Spirodela polyrrhiza*, *Typha angustifolia* purum, *Phragmites communis* purum. Доминанты всех ассоциаций хорошо развиты, достигают высоты 3 м, а тростник иногда 5 м. Проективное покрытие грунта 100 %. Из сопутствующих растений можно отметить *Lemna minor*, *Alisma plantago-aquatica*, *Typha latifolia*. Наконец, пояс гидатофитов, как и в верхнем участке, представлен хорошо развитыми зарослями роголистника или фитоценозами рдеста пронзеннолистного и урути колосистой (*Myriophyllum*

spicatum). Заросли последних 2 видов чистые, очень разрежены и пятнисты, проективное покрытие едва достигает 40%.

Мелководья нижнего участка водохранилища зарастают еще меньше, чем среднего. Даже на 9-м году существования здесь ощущается недостаток семян и других органов размножения растений. Большинство прибрежий, окруженных полупустынной растительностью, совершенно лишено фитоценозов гидрофитов, а особенно гидатофитов. Общая картина распределения растительности остается такой же, что была и в первые годы. Наблюдается даже исчезновение некоторых погруженных растений. На защищенных участках имеется лишь узкий пояс группировок сорных гидрофитов, в котором преобладают *Inula britannica*, *Xanthium strumarium*, *Polygonum scabrum*, *Echinochloa crus-galli*, *Polygonum minus* и др. Заросли рогоза узколистного и тростника имеются только на островах близ пос. Быковы хутора, в верховьях заливов Горный Балыклей и Песковатка. В заливах левого берега по их отрогам начинают появляться небольшие куртинки рогоза, тростника и рдеста пронзеннолистного. Но все они малы по площади и никакой поясности еще не создают.

Подытоживая все сказанное, можно отметить, что зарастание мелководий водохранилища происходит довольно медленно и неравномерно на всем его протяжении.

1. В верхнем участке водохранилища формирование растительности в основном закончено, исчезла пятнистость и мозаичность группировок. На большинстве мелководий заросли гетероморфных аэрогидрофитов, в частности *Sagittaria sagittifolia*, сменились более устойчивыми ассоциациями (*Typha angustifolia*). Все доступные для поселения макрофитов биотопы заняты их фитоценозами.

2. В среднем участке свободные ранее площади защищенных мелководий заросли гидрофильной растительностью. Однако в поясе влаголюбивой растительности еще преобладают сорные растения, создающие пестрые заросли. Не закончилось также формирование и пояса ассоциаций погруженных гидатофильных растений. Большая часть прибрежий этого участка подвержена прибою и не зарастает.

3. В нижнем участке водохранилища основные площади защищенных мелководий не заселены гидрофитами, что особенно ярко прослеживается в заливах левобережья. В заливах правого берега наблюдается разрастание сообществ тростника и рогоза узколистного. Исчезли небольшие по площади заросли *Potamogeton crispus*, *P. Berchtoldii*, *P. lucens*, *Elodea canadensis*.

Нимфейные виды, несмотря на тщательные поиски, на мелководьях водохранилища не были обнаружены, тогда как в верховьях заливов других волжских водохранилищ к 10-му году начинают появляться разреженные заросли *Nymphaea candida* и *Nuphar lutea*.

- Экзерцев В. А. и Экзерцева В. В. 1962. Зарастание мелководий Волгоградского водохранилища. Информ. бюлл. Инст. биол. водохр. АН СССР, 13.
- Экзерцев В. А. 1966. Растительность литорали Волгоградского водохранилища на третьем году его существования. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 11 (14).

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В. И. Митропольский

ДОННАЯ ФАУНА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (ПО МАТЕРИАЛАМ 1970 г.)

Изучение донной фауны Рыбинского водохранилища началось со времени его образования, но ограничивалось отдельными районами этого водоема. Первая подробная сводка о распределении и составе донной фауны всего Рыбинского водохранилища на 12—13-м году его существования составлена по материалам съемок 1952—1953 гг. Ф. Д. Мордухай-Болтовским (1955). В дальнейшем проводились периодические наблюдения над донной фауной водоема. По материалам съемок 1954—1955 гг. опубликована статья Т. Л. Поддубной (1958). Результаты обработки материалов съемок 1958 и 1961 гг. приводятся в статье автора (Митропольский, 1963). По материалам съемок 1968 г. написана совместная статья (Поддубная и др., 1971).

Данные съемок 1968 г. показали, что изменения, происшедшие в грунтовом комплексе центральной части водохранилища, не вызвали общего увеличения биомассы бентоса. Донная фауна этой части водохранилища оказалась чрезвычайно бедной, средняя биомасса на песках, почвах и торфянистых илах не превышала 1.53 г/м².

Обогащение илистых грунтов речных плёсов органическим веществом (по данным 1968 г.) также пока не привело к увеличению общей биомассы бентоса. За 1958—1968 гг. она колебалась в пределах от 10.7 до 13 г/м².

Перечисленными выше авторами приводятся подробные сведения о видовом составе основных компонентов бентоса и об изменениях в соотношении между отдельными видами за 1958—1968 гг. За это время изменилось соотношение между ведущими группами бентоса — личинками хирономид и олигохетами. Если раньше хирономиды преобладали над олигохетами, то к 1968 г. их роль понизилась и олигохеты по биомассе достигли уровня хирономид.

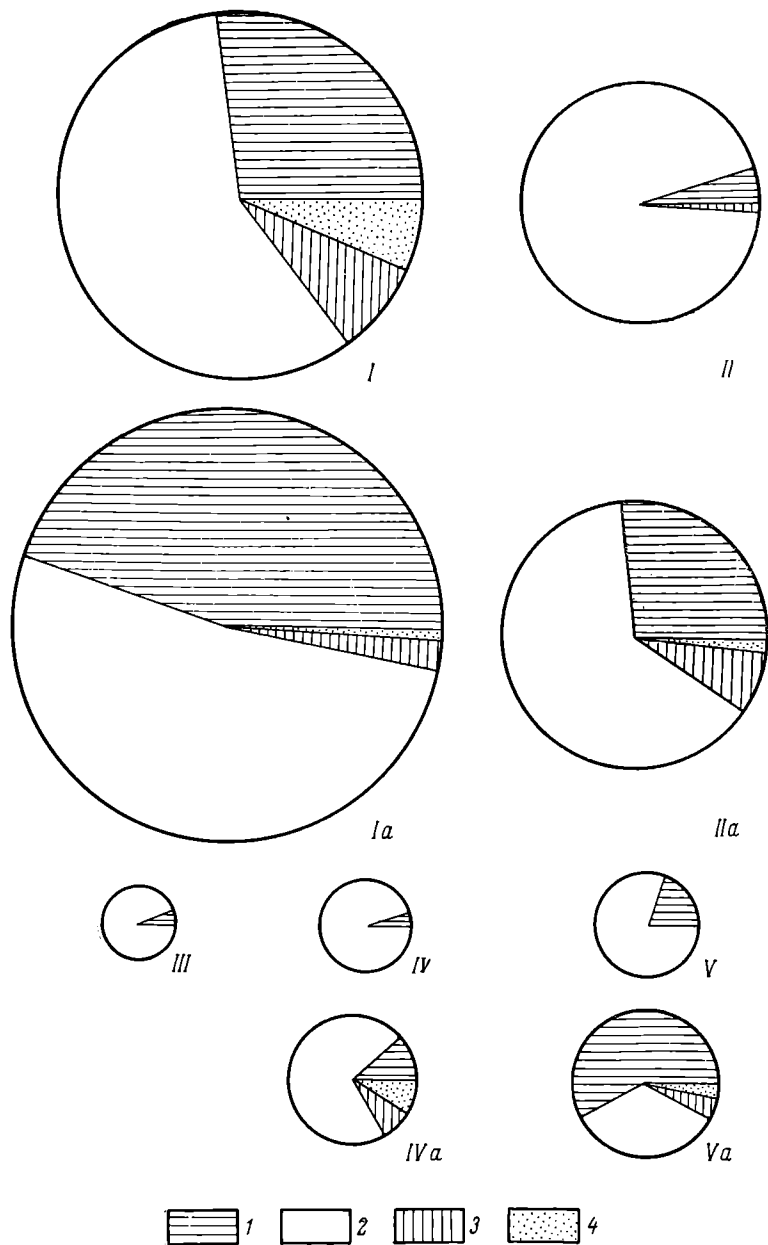
Видовой состав олигохет остался прежним, но произошли некоторые изменения в соотношении видов разных биотопов. В тубифицидных комплексах различных биотопов ведущими видами остались *Isochaetides newaensis* и *Limnodrilus hoffmeisteri*. Изменения произошли только в соотношении видов второстепенного значения. Получили более широкое распространение *Euihyodrilus moldaviensis*, *Psammoryctes barbatus* и *Peloscoides ferox*. Эти виды тубифициды стали вытеснять *Euihyodrilus hammoniensis* и *Psammoryctes albicola*, более распространенных ранее.

В отношении личинок хирономид отмечено, что полученные ранее выводы об их концентрации на серых илах речных плёсов и об убывании их численности, биомассы и числа видов к центру водохранилища подтверждаются данными 1968 г. А. И. Шиловой (Поддубная и др., 1971) значительно пополнен список хирономид и выявлены новые массовые виды, например *Stictochironomus crassiforceps* Kieff. и *Lipiniella arenicola* Shilova.

В фауне моллюсков за 1958—1968 гг. существенных изменений не произошло. Закончилось начавшееся в 1955 г. расселение дрейссены. К 1961 г. она распространилась по Волжскому плёсу и центральной части водохранилища, не выходя в Шекснинский плёс и северную часть Моложского. К 1968 г. дрейссена появилась в Шекснинском плёсе и во всем Моложском. Это десятилетие характеризуется как относительным постоянством состава сфебриид и соотношением между их видами, так и постоянством средней биомассы бентоса на различных грунтах. Доля сфебриид в бентосе почти не менялась с 1958 г.

В мае и октябре 1970 г. проведены бентосные съемки Рыбинского водохранилища. Весной материал собран на 58 станциях, а осенью на 40 по сетке станций прошлых съемок.

Данные обработки собранных проб показали, что за истекшие 2 года существенных изменений в донной фауне Рыбинского водохранилища не произошло. Однако обогащение серых илистых грунтов приустьевых районов органическим веществом привело к увеличению биомассы бентоса в этих участках (см. таблицу). В 1970 г. она оказалась выше, чем в 1968 г., и составляла в мае 16 г/м², а в октябре около 23 г/м². Несколько выше среднегодовой была также биомасса бентоса на бывших затопленных почвах. Как видно из таблицы, олигохеты (в основном тубифициды) значительно преобладают над хирономидами и стали ведущей группой в бентосе. Только на торфянистых илах в октябре 1970 г. олигохеты уступили хирономидам. На серых илах олигохеты в мае составляли 60% общей биомассы бентоса, на песчанистых илах — 80%, на песках и почвах — около 94% и на торфянистых илах — 90% (см. рисунок). Преобладание олигохет в бентосе, наблюдавшееся в мае, объяснялось происходившим тогда вылетом хирономид. В октябре роль олигохет понизилась. На серых илах они составляли 57%, на песчанистых — 64%, на почвах — 71%



Состав бентоса на разных грунтах Рыбинского водохранилища в 1970 г.

I — серые илы, в мае, *Ia* — серые илы в октябре; *II* — песчаные илы в мае, *IIa* — песчаные илы в октябре; *III* — пески в мае; *IV* — почвы в мае, *IVa* — почвы в октябре; *V* — торфянистые илы в мае, *Va* — торфянистые илы в октябре. 1 — хирономиды, 2 — олигохеты, 3 — сферииды, 4 — прочие пиды. Площадь кругов пропорциональна общей биомассе бентоса.

Средняя биомасса (г/м²) бентоса и его компонентов на различных грунтах Рыбинского водохранилища

Дата	Собственно водохранилище												Приустьевые участки (эстуарии)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	торфянистый ил				почвы				пески				серый ил		песчанистые илы																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	в том числе				в том числе				в том числе				в том числе		в том числе																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	общая биомасса	хирономиды	олигохеты	сфебриды	прочие	общая биомасса	хирономиды	олигохеты	сфебриды	прочие	общая биомасса	хирономиды	олигохеты	сфебриды	прочие	общая биомасса	хирономиды	олигохеты	сфебриды	прочие																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
V 1958	1.78	0.99	0.62	0.04	0.13	0.79	0.11	0.55	0.02	0.11	0.41	0.06	0.34	0.001	0.01	9.60	5.45	3.55	0.60	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

и на торфянистых илах — 37% общей биомассы бентоса. Количество хирономид в бентосе в октябре 1970 г. было также высоким, но не выше, чем в предыдущие годы. Количество сферийд осталось в пределах колебания их численности за последние 10—12 лет.

ЛИТЕРАТУРА

- М и т р о п о л ь с к и й В. И. 1963. К распределению бентоса Рыбинского водохранилища. В кн.: Матер. по биол. и гидрол. волжских водохр. М.—Л.
- М о р д у х а й - Б о л т о в с к о й Ф. Д. 1955. Распределение бентоса в Рыбинском водохранилище. Тр. биол. ст. «Борок», 2.
- П о д д у б н а я Т. Л. 1958. Состояние бентоса Рыбинского водохранилища в 1953—1955 гг. Тр. биол. ст. «Борок», 3.
- П о д д у б н а я Т. Л., М и т р о п о л ь с к и й В. И., Ш л о в а А. И., З е л е н ц о в Н. И. 1971. Донная фауна Рыбинского водохранилища по материалам 1968 г. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 22 (25).

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Л. Г. Б у т о р и н а

ИЗМЕНЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ПИТАНИЯ И ПИЩЕВЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ В ПРОЦЕССЕ РАЗВИТИЯ *POLYPHEMUS PEDICULUS* (L.)

У особей *P. pediculus* разного возраста и физиологического состояния наблюдаются существенные различия в питании (Буторина, 1970). На протяжении жизни рачков резко меняются их кормовые объекты, что связано с морфологическими особенностями строения и различием в избирательности питания в отдельные периоды жизни, а также с быстрой сменой преобладающих форм планктона прибрежья.

Применение радиоуглеродной методики (Сорокин, 1966) позволило установить изменения в интенсивности питания и пищевых потребностей рачка в процессе роста. Опыты производились в бюксах объемом 20—25 см³. В качестве корма использовалась *Bosmina longirostris* (O. F. Müller) в концентрации 40—60 экз./см³. Численность полифемов в опытах колебалась от 11 до 44 экз. Продолжительность питания при учете потребления составляла 20 мин. За это время рачок успевал полностью набить кишечник меченым кормом, не выделяя фекалий (Буторина и Сорокин, 1970). Длительность опыта по учету усвоения — 2 часа.

Опыты показали, что у *P. pediculus* с возрастом снижается интенсивность питания. Подобное явление наблюдали Р. Клековский

Интенсивность питания особей *Polyrhemus pediculus* различного физиологического состояния

Особь	Физиологическое состояние	Размер, мм	Количество особей в опытах	Содержание С в 1 особи, мкг	Число имп./мин. на 1 особь		Потребление С, мкг · час	Усвоение С, мкг · час	Индекс усвоения 1 особи, %
					потребление	усвоение			
Партеногенетические самки	Новорожденные	0.30—0.35	15—20	0.52	0.29	4.5 ¹	0.060 ¹	0.104	20.000
	С первыми яйцами	0.45—0.50	12—17	3.10	1.40	3.2	0.290	0.110	3.548
	С развивающимися зародышами	0.75—0.80	34—36	11.53	0.81	3.85	0.168	0.133	1.154
	Со зрелыми эмбрионами	0.75—0.80	25—36	14.79	0.47	4.2	0.097	0.145	0.980
Гамогенетические самки	Отродившие с яйцами	0.75—0.80	27—31	6.50	1.00	4.7	0.207	0.162	2.492
	Новорожденные	0.30—0.35	26—44	0.52	0.19	0.8 ²	0.014 ²	0.010	1.923
	С латентными яйцами в яичниках	0.55—0.60	21—26	7.67	0.50	5.1	0.104	0.176	2.295
	С латентными яйцами в выводковой камере	0.60—0.65	35—43	12.40	0.43	1.3	0.089	0.045	0.363
	Самцы	0.55—0.65	11—15	5.06	0.67	3.3	0.138	0.114	2.253

¹ Обратная удельная активность (Сг) органического углерода корма — 0.069 мкг С/имп.

² Сг корма — 0.025 мкг С/имп.

и Э. А. Шушкина (1966) у одного из видов *Copepoda* и Н. Н. Хмелева для ряда морских *Cladocera* (доклад на симпозиуме по экологической физиологии водных беспозвоночных, Минск, 1969).

Партеногенетические самки полифема имеют наибольший индекс усвоения в период до половой зрелости (см. таблицу). После перетекания первых яиц из яичников в выводковую камеру он сокращается в 4—6 раз. У половозрелых партеногенетических самок величины потребления и усвоения пищи испытывают периодические колебания. Они уменьшаются по мере развития яиц и созревания эмбрионов и возрастают после отрождения молоди. У отродивших самок с яйцами в выводковой камере индекс усвоения в 2.5—3 раза выше, чем у самок со зрелыми эмбрионами (при черной пигментации глаз).

Наблюдаются и чисто возрастные изменения в питании. По мере старения особи происходит некоторое снижение интенсивности ее питания, что менее значительно, чем снижение индекса усвоения при развитии яиц. Крупные отродившие партеногенетические самки размером 0.75—0.80 мм с яйцами в камере имеют индекс усвоения лишь на 18—20% ниже, чем молодые половозрелые самки размером 0.45—0.50 мм с первыми субитантными яйцами. Индекс же усвоения отродивших самок на 40—55% выше, чем у самок того же размера со зрелыми эмбрионами.

Для партеногенетических самок характерен параболический тип роста (Бугорина, 1971). При этом на протяжении жизни постепенно уменьшается прирост тела рачков. Наиболее бурный рост наблюдается в период до полового созревания. В это время индексы усвоения пищи максимальные. По мере старения особей происходит одновременное снижение суточных приростов тела и количества потребляемого и усвояемого ими корма.

Интенсивность питания и пищевые потребности гамогенетических самок также меняются по мере роста самки и развития латентных яиц. Величины потребления и усвоения пищи постепенно снижаются по мере созревания яиц в яичниках и резко падают после их перетекания в выводковую камеру. Индекс усвоения самок с яйцами в выводковой камере в 6—7 раз ниже, чем у более мелких самок с яйцами в яичниках. Общая интенсивность питания и индексы усвоения гамогенетических самок ниже, чем у партеногенетических, особенно у неполовозрелых особей (см. таблицу).

Индексы усвоения новорожденных гамогенетических самок в 9—10 раз ниже, чем у партеногенетической молоди. Минимальные индексы усвоения у гамогенетических самок наблюдаются после перетекания яиц в выводковую камеру. Они в 2.5—3 раза ниже, чем у партеногенетических со зрелыми эмбрионами, и в 5—6 раз меньше, чем у новорожденных гамогенетических. Максимальные индексы усвоения у гамогенетических самок наблюдаются в период развития яиц в яичниках. В это время происходит

не только созревание яиц, но и наиболее интенсивный рост тела самки (Буторина, 1971). Гамогенетическим особям присущ S-образный тип кривой роста с замедленными весовыми приростами в начале и в конце жизни. После перетекания зрелых яиц в выводковую камеру рост тела опять снижается, развитие яиц практически прекращается и интенсивность питания резко падает. Величина потребления и индексы усвоения у таких самок снижаются на 80—86%. Возможно, что подобный характер питания присущ всем рачкам, рост которых изменяется по S-образной кривой.

Таким образом, гамогенетическая самка *P. pediculus* отличается от партеногенетической не только морфологически, но также характером роста, пищевыми потребностями и интенсивностью питания.

Проследить изменения характера питания и пищевых потребностей самца на протяжении жизни не удалось. Половозрелый самец размером 0.55—0.65 мм по интенсивности питания не отличается от отродивших партеногенетических самок и от гамогенетических с яйцами в яичниках (см. таблицу). Величина индекса усвоения у самцов в 2.5—3.0 раза выше, чем у более крупных партеногенетических самок со зрелыми эмбрионами, и в 6.5—7.0 раз больше, чем у гамогенетических самок с латентными яйцами в выводковой камере.

Таким образом, у рачков разного пола, возраста и физиологического состояния наблюдаются различия в интенсивности питания и пищевых потребностях. Среди особей *P. pediculus* наиболее велики индексы усвоения у новорожденных партеногенетических самок, наименее — у гамогенетических со зрелыми яйцами в выводковой камере. Характер питания рачков тесно связан с интенсивностью роста особи.

ЛИТЕРАТУРА

- Б у т о р и н а Л. Г. 1970. Об избирательности питания *Polyphemus pediculus* (L.). Информ. бюлл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 7.
- Б у т о р и н а Л. Г. 1971. Жизненный цикл и биология *Polyphemus pediculus* (L.). Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 21 (24).
- Б у т о р и н а Л. Г. и С о р о к и н Ю. И. 1970. Некоторые особенности питания *Polyphemus pediculus* (L.). Информ. бюлл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 7.
- К л е с к о в с к и й Р., Ш у ш к и н а Э. А. 1966. Энергетический баланс *Macrosclops albidus* Jur. в период его развития. Журн. экол. водн. организмов, М.
- С о р о к и н Ю. И. 1966. О применении радиоактивного углерода для изучения питания и пищевых связей водных животных. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 12 (15).

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

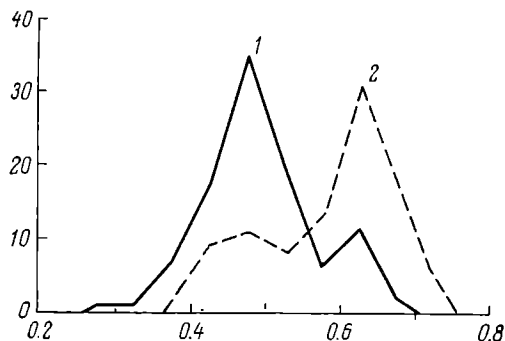
НАБЛЮДЕНИЯ ПО ВЫЖИВАНИЮ КЛАДОЦЕР РОДА
ILYOCRYPTUS (MACROTHRICIDAE)
ВО ВЛАЖНЫХ ГРУНТАХ

Возможность существования клadoцeр вo влaжных обсыхающих гpунтaх водоемов — явление, не освещенное в литературе. Тем не менее донные клadoцeры, относящиеся к роду *Ilyocryptus*, в течение длительного времени могут обитaть вo влaжных гpунтaх прибрежья, обнажившихся при падении уровня воды.

На временно затопляемой зоне Рыбинского водохранилища обитaют все 4 палеарктических вида этого рода — *I. sordidus*, *I. cornutus*, *I. agilis*, *I. acutifrons*. Последний вид встречается в прибрежье только при высоком уровне воды весной и в начале лета. При снижении глубины от 1.5—2 до 0.5 м из фауны илиокриптов выпадает *I. acutifrons*, а при дальнейшем падении уровня — и *I. agilis*; вo влaжных обнажившихся гpунтaх остaются жить *I. sordidus* и *I. cornutus*. При периодическом увлажнении обнажившихся гpунтов дождевой водой илиокрипты этих видов могут жить долго (месяцы). При подсыхании же верхнего слоя гpунтa илиокрипты зарываются в более глубокие слои. В пробах влaжного ила, взятого с глубины 5—7 см от поверхности засохшего наилка, находились партеногенетические самки, которые при зали-тии водой в аквариуме начинали питаться, а через несколько дней и размножаться. Размеры партеногенетических самок *I. sordidus*, обитaющих вo влaжных гpунтaх, колеблются от 0.27 до 0.70 мм, т. е. соответствуют длине новорожденных и молодых созревающих самок в нормальных условиях (см. рисунок). Наблюдается высокая численность молодых незрелых рачков (87%) длиной 0.27—0.55 мм и низкая — созревших особей (13%) 0.55—0.70 мм. При сравнении средних размеров партеногенетических самок *I. sordidus*, собранных вo влaжных илах разных участков прибрежья Рыбинского водохранилища в разные годы (июль 1967 г. и август 1969 г.), критерий достоверности разности этих средних размеров оказался менее стандартного значения для 99% порога вероятности, т. е. различий в размерах популяций для этого уровня не было несмотря на неодинаковые гидрометеорологические условия этих лет. В популяции партеногенетических самок *I. sordidus*, обитaющих в прилегающих участках водохранилища, доминировали более крупные особи — созревшие самки длиной 0.55—0.70 мм. Между самками, одновременно собранными на влaжных гpунтaх и на близко расположенных участках прибрежной зоны водохранилища (август 1969 г.), обнаруживались существенные различия в размерах (см. рисунок). При сравнении средней длины илиокриптов этих участков прибрежья критерий

достоверности разности превышал стандартное значение критерия Стьюдента для 99% порога вероятности.

Условия обитания илиокриптов во влажных илах неблагоприятны. Об этом можно судить по размерному составу илиокриптов, среди которых преобладают неполовозрелые особи. Контрольные измерения липочных створок на раковине *I. sordidus* показали пониженный темп роста животных в условиях влажного грунта; кроме того, во влажных грунтах найдены эмбрионы, выброшенные партеногенетическими самками из выводковой камеры. Можно полагать, что эти эмбрионы не гибнут, так как



Размеры партеногенетических самок *I. sordidus*, обитающих во влажных грунтах (1) и прибрежной зоне (2) Рыбинского водохранилища, в августе 1969 г.

По оси ординат — численность самок, %; по оси абсцисс — размеры, мм.

в аквариумах сброшенные самками илиокриптов из выводковой камеры амиктические яйца обычно развиваются нормально. В лабораторных опытах выживаемость амиктических яиц, инкубируемых во влажном илу, составляла 100%. Эти яйца гибли только от сапролегнии в случае их инкубации в воде без ила.

Во влажных илах содержание кислорода очень низкое. Способность илиокриптов обитать в условиях низкого содержания кислорода связана со способностью гемолимфы животных поглощать или отдавать кислород в зависимости от его содержания в окружающей среде (Фох, 1955). Все илиокрипты, зарывшиеся в толщу грунта, особенно живущие во влажных грунтах, имеют большое скопление гемолимфы в отдельных частях тела — в конечностях, постабдомене, антеннах II, особенно на внутренней поверхности створок раковины. Гемолимфа этих илиокриптов всегда окрашена в интенсивно красный цвет. При содержании илиокриптов в аквариумах с водой без ила количество гемолимфы в теле илиокриптов снижается, ее цвет изменяется до бледно-

желтовато-розового, а при длительном содержании она становится почти бесцветной.

В Рыбинском водохранилище илиокрипты моноцикличны. Двуполое размножение происходит в августе—сентябре. У *I. sordidus* наблюдается малочисленность особей двуполого размножения в период гамогенеза. В июле илиокрипты, собранные из влажных грунтов, были представлены исключительно партеногенетическими самками; гамогенетические особи *I. sordidus* обнаруживались только в августе, т. е. в то же время, что и в водохранилище. Среди илиокриптов, собранных во влажных грунтах в этом месяце, основу популяции (99.2%) составляли партеногенетические самки, а особи двуполого размножения — всего лишь 0.8% общего количества исследованных рачков (515 экз.). Следовательно, оказавшись в условиях казалось бы экстремальных, у *I. sordidus* партеногенетический способ размножения сохранился как основной, сроки появления гамогенетических самок и самцов не изменялись, а соотношение особей одно- и двуполого размножения в популяции сохранялось на обычном для этого времени уровне. Во влажных грунтах у *I. sordidus* произошло снижение темпа роста, что и привело к накоплению в популяции неполовозрелой молодежи.

Ответная реакция илиокриптов на неблагоприятные условия существования — снижение темпа роста и некоторое нарушение нормального процесса партеногенеза. Обычно же при ухудшении условий обитания кладоцеры меняют способ размножения — переходят к гамогенезу и после откладки эфиппиев заканчивают свой жизненный цикл.

Л И Т Е Р А Т У Р А

Ф о х Н. М. 1955. The effect of oxygen on the concentration of haem in invertebrates. Proc. Roy. Soc. London, B., 143, 911.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Б. А. В а й н ш т е й н

ЛИЧИНКА *OXUS OVALIS* (MÜLLER, 1776)
(*LEBERTIIDAE*, *ACARIFORMES*)

Личинка *Oxus ovalis* до сих пор не была известна. В литературе имеются лишь краткие описания *O. longisetis* (Berlese) (Maglio, 1924) и *Oxus* sp. (Sparing, 1959).

Личинки вывелись 28 июня 1971 г. из яиц, отложенных 18 июня. Самка поймана в пруду близ Борка.



Личинка *Oxus ovalis*.

А — вид сверху; **Б** — вид снизу, тазик III развернут; **В** — гипостом и педипальпы снизу; **Г** — тибiotарзус педипальпы снизу; **Д** — хелицеры сверху; **Е** — хелицеры сбоку; **Ж** — вершина лапки I; **З** — вершина эмподиального коготка при сильном увеличении. **T₁** — **T₂** — тазики I—III; **ак** — акантоид, **гл** — глазной щит, **сол** — соленидий.

Дорсальный щит (см. рисунок, *A*) яйцевидный с неглубокими выемками в переднелатеральных частях, к которым прилегают глазные щиты неправильной треугольной формы. На дорсальном щите расположены 5 пар щетинок: внутренние и внешние теменные, внутренние и внешние затылочные, внутренние плечевые (номенклатуру щетинок см.: Вайнштейн, 1965). Внутренние теменные и затылочные щетинки ботридиальные, на вершине слабо расщепленные. За глазными щитами сидит единственная пара височных щетинок. На интерскутальной мембране, преимущественно дорсально, расположены внешние плечевые щетинки, по 2 пары лопаточных и поясничных и пара крестцовых. На глазном щите у его переднего края находятся 2 мелкие поры, а в его заднем углу 1 крупная. Кроме того, 4 пары пор размещены на интерскутальной мембране: за височными щетинками, перед лопаточными поясничными и за анальным щитком. На дорсальной поверхности тела спереди видны латеро-дорсальные выросты всех 3 тазиков, сзади из-под дорсального щита выступает компактно сложенная кожная складка, способная широко растягиваться у насосавшейся личинки.

Тазики I отделены от сросшихся тазиков II+III (см. рисунок, *B*). Шов между последними виден лишь в самой латеральной части. На тазике I — 2 щетинки, на тазике II — 1 и на тазике III — 2 — редкое исключение среди водяных клещей. На интерскутальной мембране с вентральной стороны расположены 2 пары хвостовых щетинок (внутренние очень длинные) и 2 пары постанальных. Анальный щит треугольный с 2 парами щетинок, из которых задние явно длиннее передних.

Гипостом (см. рисунок, *B*) небольшой. Галеа не полностью охватывают хелицеры и несут пару щетинковидных щетинок. Лацинии представлены бахромкой, оторачивающей узкий вырез между галеа. За этим вырезом находится, обычно ассиметрично расположенная, пара гипостомальных щетинок. Тибимальный членик педипальпы (см. рисунок, *Г*) несет нерасщепленный коготь и 3 тактильные щетинки. На лапке 8 щетинок — 6 шиповидных и 2 обычные.

Хелицеры (см. рисунок, *Д*) примерно до середины сросшиеся. В профиль (см. рисунок, *Е*) видно, что сросшаяся и разделенная части хелицер образуют между собой угол. Хела серповидная, неподвижный палец редуцирован.

Общее число щетинок на конечностях следующее:

Нога	Вертлуг	Бедро	Колено	Голень	Лапка
I	1	7	5	10	13
II	1	7	5	9	13
III	1	6	5	9	11

Из специализированных щетинок следует отметить крупный соленидий (см. рисунок, *Ж*, сол) на лапках I и II, цилиндрический

аконтоид на тех же члениках (см. рисунок, Ж, ак) и единственную эпатиду, находящуюся на голени I. Вершины всех лапок образуют глубокую дорсальную щель, в которую способен втягиваться амбулакрально-эмподиальный аппарат. Последний состоит из 2 серповидных амбулакральных коготков и массивного эмподиального (см. рисунок, З), глубоко расщепленного на 3 ветви — крупную осевую и мелкие боковые.

Все склеротизированные участки туловища и конечностей покрыты густой и тонкой пунктировкой. Туловищные щиты, кроме того, украшены чешуевидной скульптурой, более мелкой на дорсальном щите и более крупной на тазиках. Интерскутальная мембрана складчатая.

ЛИТЕРАТУРА

- В а й н ш т е й н Б. А. 1965. Строение личинок водяных клещей. Тр. Инст. биол. внутр. вод, 9 (12).
M a g l i o C. 1924. Idracariini. In: Rina Monti, La limnologia del Lario. Min. Econ. naz., Roma.
S p a r i n g I. 1959. Larven der Hydrachnellae, ihre parasitische Entwicklung und ihre Systematik. Parasitol. Schriftenreihe, 10, G. Fischer Verlag, Jena.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

П. В. Тузовский

САМКА *ARRHENURUS ABSURDUS* WAINSTEIN ET TUZOVSKY (*ACARIFORMES, ARRHENURIDAE*)

В настоящем сообщении приводится описание ранее неизвестной самки *Arrhenurus absurdus*. Самец этого вида был описан нами (Вайнштейн и Тузовский, 1971). Собрано 12 экз. вместе с самцами, иногда в момент копуляции, с конца июля по сентябрь 1970 г. в осоковых болотах, заросших прудах и канавах.

Тело округлое (рис. 1, А); длина 1200 мкм, максимальная ширина 1100 мкм. Лобный край слабо вогнут, почти прямой. Задние боковые углы едва выражены. Дорсальный щит яйцевидный. Отношение длины дорсального щита к его ширине 1.1—1.2. Шов между тазиками I (рис. 1, Б) явственно заметен лишь в передней трети. Задний край тазиков с треугольным выступом. Половые пластинки широкие, изогнутые. Их задняя кромка сильно выдается за генитальные створки. Прегенитальные щетинки более чем вдвое короче постгенитальных (рис. 2, Б). Все генитальные

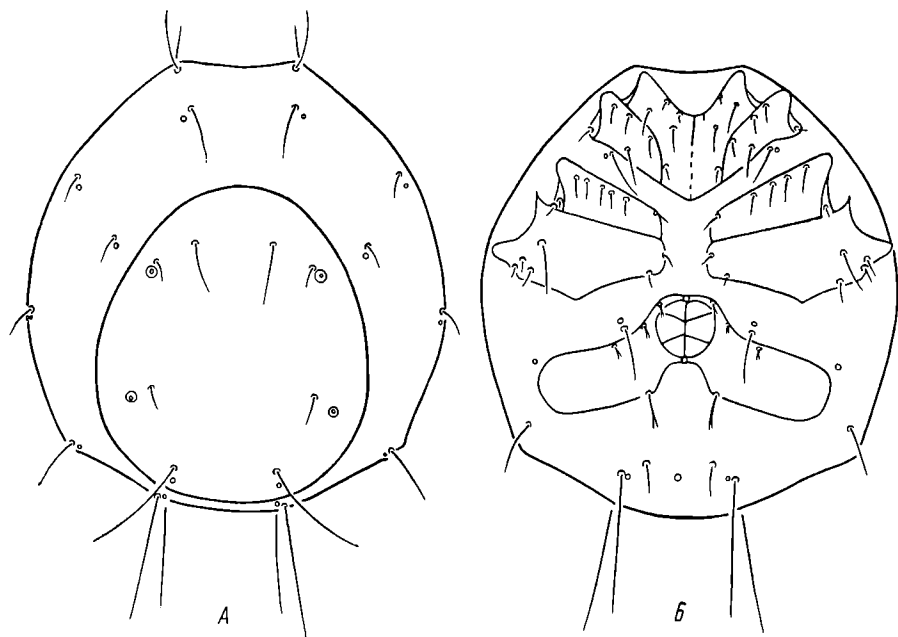


Рис. 1. *Arrhenurus absurdus*. Самка.

А — вид сверху, Б — вид снизу.

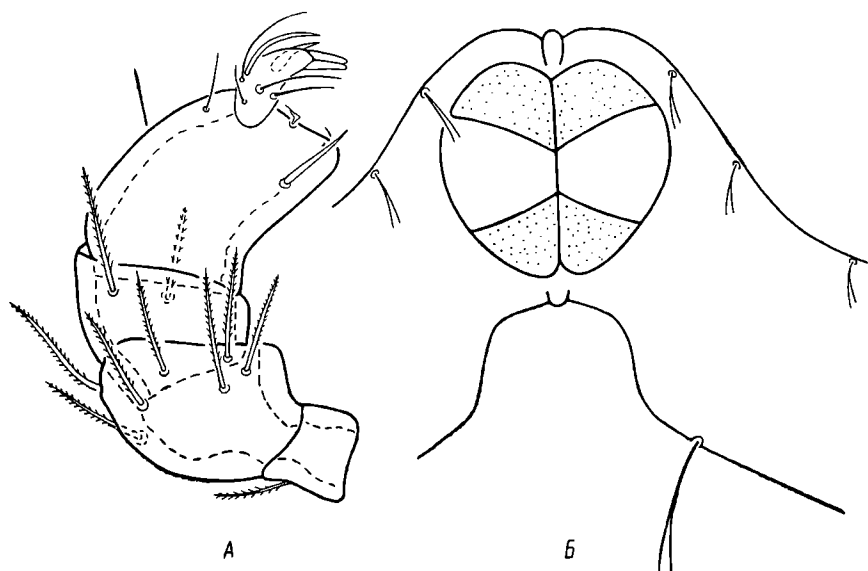


Рис. 2. *Arrhenurus absurdus*. Самка.

А — педипальпа, Б — половые створки и пластинки.

щетинки расщеплены. Расстояние между тазиками IV несколько меньше ширины двух половых створок. Педипальпа (рис. 2, А) сходна с таковой самца. На ее 1-м членике 1 щетинка, на 2-м 6—7, на 3-м 2 щетинки (внутренняя и наружная), на 4-м 2 дорсальных, 2 апикальных и 1 мечевидная. На последнем членике обычное для арренурид число щетинок: 4 тактильных, 1 соленидий и 3 шипа. Длина члеников педипальпы, мкм: 1-го — 35, 2-го — 90, 3-го — 70, 4-го — 110, 5-го — 45.

ЛИТЕРАТУРА

Б. А. Вайнштейн и Тузовский П. В. 1971. Новые виды водяных клещей рода *Arrhenurus* (*Acariformes*, *Arrhenuridae*). Зоол. журн., 50.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Э. И. Извекова

ПОВЕДЕНИЕ И ХАРАКТЕР ПИТАНИЯ ЛИЧИНОК *PROCLADIUS FERRUGINEUS* KIEFF. (DIPTERA, CHIRONOMIDAE)

Procladius ferrugineus — один из самых массовых видов хирономид Учинского водохранилища. Его личинки встречаются на всех глубинах, а с 3 до 12 м после вылета других хирономид они становятся доминирующими или остаются единственными представителями макробентоса в течение довольно длительного срока (обычно с начала июля до середины августа).

По данным А. С. Константинова (1954, 1959), Л. И. Белявской и А. С. Константинова (1956) по питанию *Procladius choreus* Mg. и В. П. Луферова (1956, 1961) по питанию *P. choreus* и *P. nigri-ventris* Kieff., эти личинки, уничтожая большое количество молодки мирных хирономид, наносят значительный ущерб кормовой базе рыб. Невозможность определить до вида представителей рода *Procladius* по определителю А. А. Черновского (1949) и хищные повадки этих личинок в эксперименте привели к тому, что многими гидробиологами все виды этого рода стали огульно причисляться к серьезным пищевым конкурентам рыб, в том числе и широко распространенный вид *P. ferrugineus*, который часто заселяет бедные другими хирономидами водоемы. Соотношение: чем больше личинок рода *Procladius*, тем меньше других видов хирономид — приводило к мысли, что личинками *Procladius* выедаются мирные формы хирономид, хотя естественнее была бы мысль — чем же они тогда питаются? Ведь часто соотношение бывает таким, что запасов пищи едва хватило бы на день.

Мы неоднократно отмечали, что в Учинском водохранилище личинки *P. ferrugineus* в основном питаются ракообразными микробентоса, а также водорослями и раковинными корненожками (Извекова, 1967а, 1967б; Соколова, 1968). Такой же тип питания отмечен и для некоторых других видов рода *Procladius*, обитающих в олиготрофных водоемах (Mothes, 1966; Armitage, 1968).

Цель нашего исследования — выяснить характер поведения личинок *P. ferrugineus* и его жертв, способы захвата пищевых объектов в эксперименте и роль микробентоса в откорме этого вида в естественных условиях. Материалом послужили личинки *P. ferrugineus* IV возраста (длина 6—7 мм, диаметр головной капсулы 0.45—0.50 мм) из Учинского водохранилища. Опыты проводились в плоскодонных фаянсовых чашках диаметром 60 мм.

Наблюдения под бинокуляром показали, что личинки *P. ferrugineus* быстро передвигаются с помощью последовательных бросков или «шагов», каждый из которых состоит из 3 этапов: 1) задние подталкиватели подгибаются под брюшко и закрепляются; 2) передними и задними подталкивателями личинка передвигает тело одним рывком вперед; 3) передние подталкиватели возвращаются в исходное положение. У личинки IV возраста длиной 7 мм такой «шаг» равен 2 мм, на которые затрачивается 2.5 сек. Отсюда потенциальная скорость ее движения 48 см/мин., или 2.9 м/час. Однако личинка делает частые остановки, так как для нее это не бесцельное движение, а поисковый охотничий ход. На пути она останавливается, перебирая частицы детрита, ловит рачков, простейших, собирает водоросли. Поведение личинки обуславливается степенью ее накормленности, а также наличием или отсутствием пищи. Так, в одном из опытов по определению поисковых возможностей *P. ferrugineus* личинка с заполненным кишечником при наличии мелкой пищи (простейших), передвигаясь со скоростью 78 см/час, часто останавливалась, иногда надолго, движение ее было почти прямолинейным. После того как та же личинка в течение суток оставалась голодной, поведение ее резко изменялось: увеличилось число поворотов, остановки стали реже и менее локализованы, скорость возросла до 188 см/час. При пересадке в пустой аквариум с совершенно чистой водой скорость поисковых движений снижалась до 81 см/час, личинка часто останавливалась, причем не постепенно, как раньше, а резко, поднимаясь в толщу воды и разворачиваясь там на 180°. Добавление тонкого слоя ила вызывало увеличение скорости, несмотря на массу коротких остановок и четкую прямолинейность в движении.

Способы захвата пищи личинками *P. ferrugineus* можно наблюдать в эксперименте при полном или почти полном отсутствии ила, т. е. в условиях, сильно отличающихся от природных. Однако скорее всего и в естественных условиях их поведение бывает таким же. Личинка прежде всего реагирует на движение. Почувствовав колебания воды от движущегося предмета (живого или

неживого) спереди, сбоку или снизу от головной капсулы на расстоянии 0.5—1.0 мм, личинка останавливается, поворачивает голову в направлении источника движения и несколько раз быстро вытягивает и вытягивает усики. Если колебания продолжаются, она подвигается ближе к предмету, затем выставляет обе мандибулы и резко бросает тело вперед. Несъедобный предмет кусает и отскакивает назад, если же это что-то съедобное и мелкое (*Difflugia*, *Cladocera* или *Ostracoda*, личинка хирономиды I возраста), то мандибулы закрываются, подтягивая добычу, и жертва молниеносно проглатывается. Более крупную жертву (личинку хирономид II возраста, *Tubificidae*) личинка прокалывает мандибулами и начинает высасывать содержимое, вернее выгребать, то опуская, то поднимая глоссу. При этом олигохеты часто перекусываются, и один из кусков заглатывается с помощью мандибул и глоссы. Личинок хирономид II возраста *P. ferrugineus* частично высосав, обычно глотает, а головную капсулу с грудными сегментами отрывает и выкидывает. Иногда крупные *Cladocera* и *Ostracoda* съедаются неполностью — *P. ferrugineus* выедает тело и оставляет раковину. Успех охоты обуславливается первым броском — промахнувшись, *P. ferrugineus* не преследует добычу. Однако к уже поврежденной или неподвижной жертве личинка иногда возвращается, находя ее по крови, вытекающей из раны. В этом случае в действие вступают, видимо, какие-то хеморецепторы. Личинки находят неподвижные, но съедобные объекты, по всей вероятности, также с помощью хеморецепторов. Так, зеленые водоросли и пыльцу сосны личинка съедает лишь в том случае, когда ее ротовое отверстие оказывается над этими пищевыми объектами. Пищевые объекты личинки *P. ferrugineus* заглатывают без примеси посторонних частиц, легко отделяя их при помощи глоссы, параллельно и верхней губы.

В эксперименте *P. ferrugineus* охотно поедает мелких мирных личинок хирономид I—II возраста длиной 1.5—2 мм, которые малоподвижны и всегда без домика. Однако в естественных условиях такие личинки живут без домика всего лишь несколько дней, но в это время находятся в планктоне (Алексеев, 1955; Мордухай-Болтовской и Шилова, 1955) и недоступны для *P. ferrugineus*, а при опускании на дно они немедленно строят домики. Интересно было проследить, каким образом охотится *P. ferrugineus* на личинок в домиках.

Ундулирующие дыхательные движения личинки *P. ferrugineus* воспринимает очень чутко, однако когда он пытается проникнуть в домик, молодая личинка обычно покидает его, личинки же II возраста, а тем более III или IV активно защищаются. Личинки родов *Endochironomus* или *Clyptotendipes*, которые могут свободно поворачиваться в своем широком домике, предпочитают обороняться, оставаясь внутри его, а личинки *Tanytarsini*, живущие в узких домиках, где трудно быстро развернуться, высовываются

часто почти полностью, держась лишь подталкивателями, кусают хищника, иногда даже за мандибулу и глоссу, после чего хищник немедленно отступает, уже не пытаясь воспользоваться возможностью поймать временно не защищенную домиком жертву.

Следовательно, и в естественных условиях мирные личинки хирономид, обитающие в домиках, — далеко не самая доступная пища для личинок *P. ferrugineus*. Кроме того, численность этих личинок в Учинском водохранилище невелика, в то время как микробентос необычно богат: среднегодовая численность без учета фитомикробентоса на илистых грунтах колеблется от 165 до 368 тыс. экз./м² (Сахарова, 1970). Неудивительно поэтому, что содержимое кишечника личинок *P. ferrugineus* довольно четко отражает состояние микробентоса. Основной пищей становится какая-либо массовая в данный момент и на данной глубине форма: веслоногие во время своей донной стадии, оседающие велигеры, *Dreissena polymorpha*, опускающиеся колонии *Microcystis aeruginosa* или крупные диатомовые водоросли из рода *Surirella*. Пищевой спектр, несмотря на доминирование массовой формы, все же бывает очень широким и насчитывает обычно от 2 до 5—6 (редко 8) компонентов. Одновременно в кишечнике одной личинки можно обнаружить от 1 до 20 объектов. Роль личинок *P. ferrugineus* в качестве потребителей микробентоса необычайно велика. Иллюстрацией этого может служить один небольшой конкретный пример. В пробе, взятой из водохранилища 23 июля 1969 г. с глубины 12 м, было 38 личинок — 6 экз. III возраста и 32 экз. IV возраста (из них 4 личинки со вздутыми грудными сегментами, в состоянии предкуколки не питающиеся). Следовательно, численность питающихся личинок была 1360 экз./м².

Количество микробентоса, найденное в кишечниках личинок *P. ferrugineus* (в расчете на 1 личинку и на 1 м²), приведено ниже.

Пищевой объект	экз./на 1 личинку	экз./м ²	Пищевой объект	экз./на 1 личинку	экз./м ²
Велигеры . .	5.17	7040	<i>Diffugia</i> . . .	0.38	512
<i>Cladocera</i> . .	1.50	2048	<i>Surirella</i> . . .	0.19	256
<i>Copepoda</i> . .	0.38	512	Пыльца сосны	0.09	128

Таким образом, высокая активность и подвижность, возможность откорма за счет богатого в мезотрофном водоеме зоо- и фитомикробентоса делают личинок *P. ferrugineus* не только важным, но и необходимым звеном в трофической цепи Учинского водохранилища.

ЛИТЕРАТУРА

- Алексеев Н. К. 1955. О расселении личинок хирономид по водоему. *Вопр. ихтиол.*, 5.
Белявская Л. И. и Копстантинов А. С. 1956. Питание личинок *Procladius choreus* Meig. (*Chironomidae*, *Diptera*) и ущерб, наносимый ими кормовой базе рыб. *Вопр. ихтиол.*, 7.

- И з в е к о в а Э. И. 1967а. Некоторые материалы по питанию личинок *Cryptochironomus* из гр. *defectus* Kieff. и *Procladius* Skuze. Бюлл. МОИП, 72, 2.
- И з в е к о в а Э. И. 1967б. Питание личинок некоторых хирономид Учинского водохранилища. Информ. бюлл. инст. биол. внутр. вод. АН СССР, 1.
- К о н с т а н т и н о в А. С. 1954. Бентос некоторых выростных прудов рыбопитомника «Тепловка». Тр. Саратовск. отд. Касп. фил. ВНИРО, 3.
- К о н с т а н т и н о в А. С. 1959. Питание личинок хирономид и некоторые пути повышения кормности водоемов. Тр. VI совещ. по пробл. биол. внутр. вод. Л.
- Л у ф е р о в В. П. 1956. Некоторые данные о хищном питании личинок *Tendipedidae*. ДАН СССР, 3, 2.
- Л у ф е р о в В. П. 1961. О питании личинок *Pelopiinae* (Diptera, *Tendipedidae*). Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, 4 (7).
- М о р д у х а й - Б о л т о в с к о й Ф. Д., Ш и л о в а А. И. 1955. О временно планктонном образе жизни личинок *Glyptotendipes* (Diptera, *Tendipedidae*). ДАН СССР, 105, 1.
- С а х а р о в а М. И. 1970. Сезонная динамика микробентоса Учинского водохранилища. Зоол. журн., 49, 12.
- M o t h e s G. 1966. Die Tanypodinen (Diptera, Chironomidae) des Stechlinsees. Limnologica, 4, 1.
- (С о к о л о в а Н. Ю.) S o k o l o w a N. Ju. 1968. Über die Ökologie der Chironomiden im Utscha-Stausee. Ann. zool. fennica, 5.
- Ч е р н о в с к и й А. А. 1949. Определитель личинок комаров сем. *Tendipedidae*. М—Л.
- A r m i t a g e P. D. 1968. Some notes on the food of the chironomid larvae of a shallow woodland lake in South Finland. Ann. zool. fennica, 5.

Биолого-почвенный факультет МГУ

А. И. Ш и л о в а

НОВЫЕ И МАЛОИЗВЕСТНЫЕ *CHIRONOMIDAE* (*DIPTERA*) ФАУНЫ СССР. II

Материалом для сообщения послужили виды из многочисленных сборов имаго хирономид, сделанных специалистами в различных районах Советского Союза и присланных нам для определения. Сообщение служит продолжением предыдущего (Шилова, 1971).

1. *Microcricotopus rectinervis* (Kieff, 1911).

3 ♂ и 4 ♀ собраны 1 IV 1970 в районе Славянской станции ВИЗРа (на Кубани) А. И. Касьяновым. Известен из Центральной Европы (Fittkau и. Lehmann, 1970).

2. *Polypedilum vetterense* Brund., 1949.

2 ♂ собраны 9 VII 1962 на берегу Невы в Ленинграде. Известен с места описания — Южной Швеции (Brundin, 1949) и Средней Азии — нижнее течение Амурда (Шилова, 1955), где личинки в массе заселяют плавущую по поверхности реки растительность.

3. *Fleuris lacustris* Kieff, 1924.

♂♂ и ♀♀ в массе собраны 23 VII 1961 на берегу пруда «Харьковский» (Челябинская обл.) М. Л. Грандильевской-Дексбах и в июне 1971 г. в ловушках, поставленных в пагульных прудах рыбхоза «Пара» (Рязанская обл.), В. И. Бахтиной и Л. Таткиной. Известен из ФРГ (Fittkau u. a., 1967).

4. *Tanytarsus glabrescens* Edw., 1929.

1 ♂ найден 21 VIII 1963 на берегу Волги в 100 км выше Астрахани В. И. Лукьяненко. Известен из Англии, Бельгии, Швеции, ФРГ, Румынии (Fittkau u. a., 1967; Reiss, 1968).

5. *Tanytarsus miriforceps* Kieff, 1921.

Многочисленные ♂♂ собраны 28 V 1964 на берегу оз. Увильды (Челябинская обл.) М. Л. Грандильевской-Дексбах. Известен из Англии, ФРГ, ГДР, Франции (Fittkau u. a., 1967; Reiss u. Fittkau, 1971).

6. *Tanytarsus norvegicus* Kieff., 1924.

Многочисленные ♂♂ собраны на берегу оз. Увильды (Челябинская обл.) М. Л. Грандильевской-Дексбах 25 V 1967 и 26 V 1969 на берегах озер Шарташ и Таватуй (Свердловская обл.) Е. В. Шилковой. Известен из Норвегии, Швеции, ФРГ (Fittkau u. a., 1967; Reiss u. Fittkau, 1971).

7. *Tanytarsus sinuatus* Goetgh., 1936.

4 ♂♂ собраны 24 V 1967 на берегу оз. Таватуй (Свердловская обл.) Е. В. Шилковой. Известен из ФРГ, из района Альп (Reiss u. Fittkau, 1971).

8. *Tanytarsus gracilentus* Holmg., 1883.

2 ♂♂ найдены 4 VI 1963 на берегу оз. Шарташ (Свердловская обл.) М. Л. Грандильевской-Дексбах. Известен из Швеции, Финляндии, Новой Земли (юг), Бельгии, ГДР, ФРГ, Канады и США (Ringe, 1970).

Л И Т Е Р А Т У Р А

- Ш и л о в а А. И. 1955. Некоторые массовые виды тендипедид (*Diptera, Tendipedidae*) бассейна Аму-Дарьи. Энтомол. обзор., 34.
- Ш и л о в а А. И. 1971. Новые и малоизвестные *Chironomidae* (*Diptera*) фауны СССР. I. Информ. бюлл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 10.
- B r u n d i n L. 1949. Chironomiden und andere Bodentiere der südschwedischen Urgebirgsseen. Inst. Freshwat. Res. Report., 30. Drottningholm.
- F i t t k a u E. J., S c h l e e D., R e i s s F. 1967. *Chironomidae*. Limnofauna Europaea. Stuttgart.
- F i t t k a u E. J. und L e h m a n n J. 1970. Revision der Gattung *Microcricotopus* Thien. u. Harn. (*Diptera, Chironomidae*). Internat. Rev. gesam. Hydrobiol., 55, 3.
- R e i s s F. 1968. Ökologische und systematische Untersuchungen an Chironomiden (*Diptera*) des Bodensees. Arch. Hydrobiol., 64, 3.
- R e i s s F., F i t t k a u E. J. 1971. Taxonomie und Ökologie europäisch verbreiteter *Tanytarsus*-Arten (*Chironomidae, Diptera*). Arch. Hydrobiol., Suppl. 40, 1/2.
- R i n g e F. 1970. Einige bemerkenswerte Chironomiden (*Dipt.*) aus Norddeutschland. Faun.-Ökol. Mitt. Kiel, 3.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

ВЛИЯНИЕ ИНСУЛИНА НА ОБМЕН
ВЕЩЕСТВ РЫБ НА ФОНЕ ГЛЮКОЗНОЙ НАГРУЗКИ

Известно, что инсулин, вводимый на фоне глюкозной нагрузки, вызывает значительно большее накопление углеводов и жира в тканях, чем вводимый отдельно (Motelica, 1961; Yanni, 1964). Этот вопрос представляет интерес в связи с тем, что работа Янни, касающаяся влияния инсулина на содержание жира, до сих пор единственная, а в литературе существовало мнение (Ловерн, 1953) о возможности образования у рыб жира из глюкозы лишь в виде исключения.

Цель работы, проведенной на карасях (*Carassius carassius* L.) и карпах (*Cyprinus carpio* L.), — проверка возможности гликогенеза и липонеогенеза из углеводов (глюкозы) у рыб. Исследовали различные дозы глюкозы — 4 г/кг, 10 и 20 г/кг веса тела. Инсулин, как правило, вводили в дозе 60 ед./кг веса тела, реже — 100 ед./кг.

Предварительно для выяснения сроков инъекций глюкозы и инсулина выясняли, как быстро введенная глюкоза обнаруживается в крови. Рыбам внутрибрюшинно вводили раствор глюкозы из расчета 4 г/кг веса тела и определяли уровень гликемии через определенные промежутки времени (до инъекции, через 3, 6, 12 и 24 часа после введения глюкозы). Оказалось, что наиболее высокий уровень гликемии в крови карпов приходится на 3-й час после введения глюкозы.

Исходя из того, что первый значительный подъем содержания гликогена наблюдается через 7 час. после введения гормона, а наибольшее количество жира обнаруживается на 4—6-е сутки после инъекции (Кузьмина, 1971, 1972), нами испытано несколько схем опыта. Для гликогена наиболее эффективным оказалось введение глюкозы за 10 час., а инсулина — за 7 час. до взятия проб. Наиболее эффективными дозами и для карпов и для карасей оказались 4 г/кг веса тела глюкозы и 60 ед./кг веса тела инсулина. В большинстве случаев рыб разбивали на 4 группы. Первой группе рыб вводили 1.1 мл физиологического раствора, 2-й — 1 мл глюкозы и 0.1 мл физиологического раствора, 3-й — 1 мл физиологического раствора и 0.1 инсулина, 4-й — 1 мл глюкозы и 0.1 мл инсулина.

Уровень гликемии определяли при помощи антронового реактива (Бабаскин, 1964), содержание гликогена в тканях — по методу Зейфтера и соавторов (Seifter a. oth. 1950), содержание жира — по методу Блая и Дайера (Bligh a. Dyer, 1959), количество воды и сухого остатка — по стандартной дегидратационной методике (Фердман и Сопин, 1957). Влияние инсулина на

уровень гликемии, содержание гликогена в тканях карпов на фоне глюкозной нагрузки приведены ниже.

Ткань	1.1 мл физиологического раствора	1 мл глюкозы и 0.1 мл физиологического раствора	1 мл физиологического раствора и 0.1 мл инсулина	1 мл глюкозы и 0.1 мл инсулина
Уровень гликемии, мг %				
Кровь	111.7±7.2	635.3±60.4	68.3±4.5	188.3±22.6

Содержание гликогена, мг %

Печень	5302±578	8030±758	8544±241	10997±585
Красные мышцы . .	1383±83	1841±160	2178±189	3081±10
Белые мышцы . . .	276±17	546±58	541±18	850±119

Примечание. В графиках здесь и далее указаны средние значения и стандартная ошибка среднего. Для каждого среднего значения использовано по 4 особи.

Из приведенных данных следует, что введение отдельно инсулина и глюкозы вызывает увеличение содержания гликогена, но особенно значительным это увеличение бывает, когда инсулин вводится совместно с глюкозой. Содержание воды и сухого остатка существенно не меняется и соответствует нормальным значениям — 72—80%.

Поскольку ни в этом опыте, ни в ряде других не получено увеличения жира, была проведена серия опытов по несколько иной схеме.

Опыты по влиянию инсулина на содержание жира в тканях карпов показали, что максимальное его увеличение наблюдается на 4—6-е сутки (Кузьмина, 1972), поэтому в следующем опыте на 5 карпах (на каждое среднее значение) и гормон в дозе 60 ед./кг веса тела и глюкозу в дозе 4 г/кг веса тела вводили за 5 суток до взятия проб. При этом наблюдалось статистически достоверное по сравнению с другими группами увеличение содержания жира в печени. В других тканях увеличения не обнаружено.

Ткань	1.1 мл физиологического раствора	1 мл глюкозы и 0.1 мл физиологического раствора	1 мл физиологического раствора и 0.1 мл инсулина	1 мл глюкозы и 0.1 мл инсулина
Печень	4.8±0.6%	6.3±1.1%	4.8±0.4%	9.2±1.2%

Таким образом, опыты с глюкозной нагрузкой показали, что в определенных условиях липонегенез из углеводов в печени рыб возможен.

Характерно, что время увеличения содержания гликогена и жира в тканях, наблюдаемое в опытах с глюкозной нагрузкой, совпадает с таковым в опытах, когда вводится только инсулин (Кузьмина, 1971, 1972). Это дает нам право предположить, что увеличение углеводных и жировых запасов в тканях рыб при введении инсулина связано с превращением эндогенной глюкозы в гликоген и жир.

- Б а б а с к и н П. М. 1964. Определение сахара крови при помощи антронового реактива. Лабор. дело, 6.
- К у з ь м и н а В. В. 1971. Влияние инсулина на содержание гликогена в печени и мышцах пресноводных костистых рыб. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 22 (25).
- К у з ь м и н а В. В. 1972. Влияние инсулина на содержание жира, воды и сухого остатка в органах рыб. Журн. эволюц. биохим. и физиол., 3.
- Ф е р д м а н Д. Л. и С о п и н Е. Ф. 1957. Практикум по биологической химии. М.
- Л о в е р н Д. А. 1953. Химия жиров и жировой обмен рыб. В кн.: Биохимия рыб. М.
- B l i g h E. G. and D y e r W. J. 1959. A rapid method for total lipid extraction and purification. Canad. j. Biochem. and Physiol., 37.
- M o t e l i c a I. 1961. Cercetari asupra reglajelor metabolismului glucidic la pesti. Glicemia crapului (*Cyprinus carpio* L.) Nota 1. Studii și cercetări biol. Acad. RPR, Ser. biol. anim., 4.
- S e i f t e r S., D a y t o n S., N o v i c N. and M u n t w y l e r E. 1950. The estimation of glycogen with the antrone reagent. Arch. Biochem. and Biophys., 25, 1.
- Y a n i H. M. 1964. Effect of insulin and excess glucose on the carbohydrates water and fat contents of the tissues of *Clarias lazera*. Z. vergl. Physiol., 18, 6.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Н. Н. Ружинская и Г. И. Флерова

РЕАКЦИИ НЕЙРОНОВ ОБОНЯТЕЛЬНОЙ ЛУКОВИЦЫ НА АДЕКВАТНЫЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ РАЗДРАЖЕНИЯ У ЩУКИ (*ESOX LUCIUS* L.)

Почти ничего не известно о механизмах, лежащих в основе распознавания рыбой пахучих веществ, а биоэлектрические процессы, которые представляются надежными показателями при исследовании этих механизмов, у рыб мало изучены.

В предыдущих работах выяснены строение обонятельной луковицы и компонентный состав суммарной реакции, возникающей при электрическом раздражении обонятельного нерва у щуки (Флерова, 1967, 1970). Представлялось целесообразным изучить реакции нейронов луковицы на естественное раздражение и попробовать модифицировать их электрическим стимулом у того же вида рыб.

Щук наркотизировали уретаном (2.5 мг/100 г веса) и иммобилизировали *d*-тубокурарином (0.3 мг/100 г), затем их фиксировали в камере так, что жаберы и большая часть поверхности тела омывались проточной водой, поступавшей из термостата при температуре 16—17°. Черепную полость рыбы вскрывали, обнажая дорсальную поверхность обонятельных луковиц и нервов. Кожистые

складки, прикрывающие снаружи обонятельные полости, удаляли. К краю каждой полости подводили стеклянные трубки, через которые обонятельная выстилка омывалась потоком проточной воды со скоростью ≈ 0.5 мл/сек. при постоянных давлении и температуре. Каждая стеклянная трубка имела дополнительное отверстие, через которое в поток воды вносили растворы, служившие в качестве обонятельных раздражителей. Электрическое раздражение осуществляли с помощью платиновых проволоочных электродов, через которые

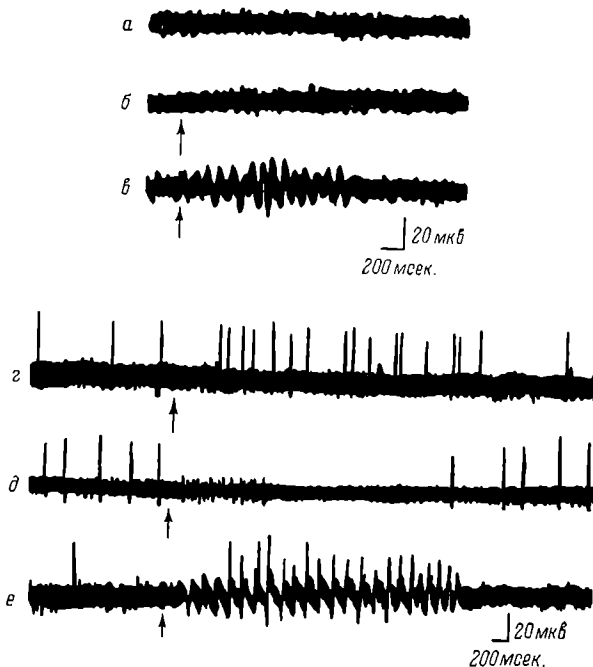


Рис. 1. Биоэлектрические реакции обонятельной луковицы щуки на адекватное раздражение обонятельного органа.

а — фон; *б* — нет заметной реакции на раствор Рингера; *в* — ритмические колебания потенциала в ответ на каплю экстракта печени карпа; *г* — возбуждение нейрона раствором Рингера; *д* — торможение спонтанно активного нейрона раствором Рингера (другие нейроны в это время возбуждаются); *е* — ритмические колебания и импульсная реакция на внесение в проток воды 1 капли 10^{-5} М изобутилового спирта. Здесь и на рис. 2—3 стрелками обозначены моменты нанесения раздражителей.

на обонятельный нерв поступали прямоугольные импульсы тока от генератора, сконструированного старшим радиотехником Г. А. Матвеевым. Сила тока не превышала 1 ма. Биоэлектрическую активность отводили экстракционно металлическими платинированными электродами по методике Гестеленд с соавторами (Gesteland a. oth, 1959). Усиленные через УБП1-02 сигналы фотографировали с экрана осциллографа С1-4.

Отводящий электрод с помощью микроманипулятора ММ-1 под визуальным контролем погружали в мозговую ткань обонятельной

луковицы. Индифферентный электрод помещали в воду, омывающую тело рыбы, и заземляли. Если отводящий электрод не попадал в зону импульсной однопочной активности, то фоновая биоэлектрическая активность представляла собой слабые асинхронные колебания, едва превосходящие уровень шума усилителя (рис. 1, а). Введение в обонятельную полость раствора Рингера (близкого по составу к плазме крови), а также растворов некоторых органических соединений в этих условиях, как правило, не вызывало заметных изменений регистрируемой активности (рис. 1, б). Однако активность резко усиливалась, колебания потенциала становились синхронными, когда в качестве раздражителей использовались экстракты животных тканей — мышц, икры, печени и др. (рис. 1, в). Если же электрод улавливал импульсную активность, то оказывалось, что некоторые нейроны отвечают изменением активности на растворы Рингера, изобутилового спирта и другие слабые растворы органических соединений.

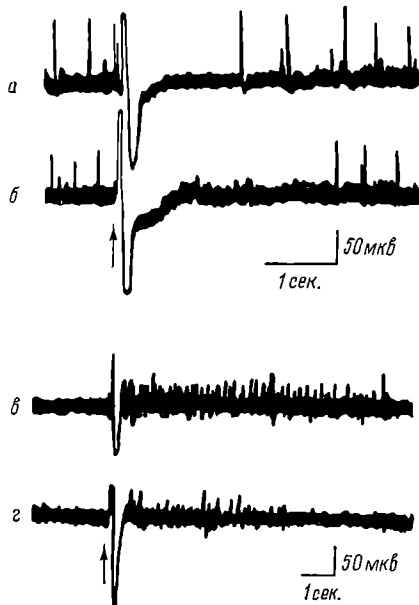


Рис. 2. Импульсные реакции нейронов обонятельной луковицы на электрическое раздражение обонятельного нерва.

а, б — торможение спонтанно активного нейрона при раздражении нерва напряжением 5 и 7 в соответственно; в, г — возбуждение нейронов при раздражении напряжением 3 и 5 в соответственно.

Изменения импульсной активности носят возбудительный (рис. 1, в) или тормозной (рис. 1, г) характер. Оказалось, что такой же характер носят импульсные реакции, вызываемые в луковице электрическим раздражением обонятельного нерва (рис. 2). Ритмические колебания и импульсная активность, очевидно, имеют общие или тесно взаимосвязанные источники: если оба вида активности улавливаются одновременно, то частота импульсной активности в некоторых случаях четко совпадает с частотой колебаний (рис. 1, е).

В опытах на щуке мы воспроизвели продемонстрированные ранее на карасе (Hara, 1967; Hara a. Gorbman, 1967) изменения активности луковицы при контрлатеральных электрических и адекватных раздражениях: контрлатеральные раздражения определенной силы временно прекращают или снижают реакции, возникающие при ипсилатеральном раздражении обонятельного

органа (рис. 3). Следует отметить плохую воспроизводимость реакций обонятельной луковицы щуки на адекватное раздражение и хорошую — на электрическое.

Результаты настоящей работы можно резюмировать следующим образом.

1. В обонятельной луковице щуки при адекватном раздражении органа обоняния зарегистрированы внемклеточные импульс-

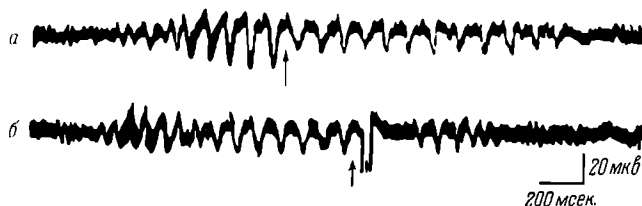


Рис. 3. Снижение амплитуды и временное прекращение ритмических колебаний потенциала в луковице.

а — при контрлатеральном обонятельном раздражении; б — при электрическом раздражении.

ные реакции и ритмические колебания. Импульсные реакции представляются более чувствительным показателем обонятельной активности, чем ритмические колебания.

2. Электрическое раздражение обонятельного нерва вызывает в нейронах луковицы импульсные реакции, сходные по характеру с реакциями на адекватное обонятельное раздражение.

3. Реакции, возникающие в луковице при ипсилатеральном раздражении обонятельного органа, могут быть модифицированы контрлатеральным электрическим и адекватным раздражениями, что свидетельствует о регулирующих взаимных влияниях симметрично расположенных структур обонятельной системы.

ЛИТЕРАТУРА

- Ф л е р о в а Г. И. 1967. Ответы обонятельной луковицы окуня и щуки на электрическое раздражение обонятельного нерва. Журн. эволюц. биохим. и физиол., 3, 4.
- Ф л е р о в а Г. И. 1970. Анализ распределения потенциалов в обонятельной луковице щуки при электрическом раздражении обонятельного нерва. В кн.: Электрофизиол. исслед. центр. нервной системы позвоночных под ред. А. И. Карамяна. II.
- Gesteland R. C., Howland B., Lettwin J. J., Pitts W. H. 1959. Comments on microelectrodes. Proc. I. R. E., 11, 108.
- Н а г а Т. J. 1967. Electrophysiological studies of the olfactory system of the goldfish, *Carassius auratus* L., II. Compt. Biochem. Physiol., 22.
- Н а г а Т. J. and G o r b m a n A. 1967. Electrophysiological studies of the olfactory system of the goldfish, *Carassius auratus* L., I. Compt. Biochem. Physiol., 21.

ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОГО ХОДА НЕКОТОРЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОД РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПРИ ФОРСИРОВАННОМ УРОВНЕ

Гидрологические условия 1970 г. отличались от обычных ранним и дружным половодьем, наполнением водохранилища до отметки форсированного уровня, длительным стоянием около этой отметки и интенсивной летне-осенней сработкой. Наполнение водохранилища началось 7 апреля. К концу апреля уровень воды повысился на 3.25 м. При этом было аккумуляровано 12 км³ вод половодья. Пятого мая уровень достиг отметки НПУ, а с 6 мая по 25 июня превышал ее на 2.0—21.0 см. Заполнялось водохранилище преимущественно моложскими и волжскими водами. Сток р. Шексны в значительной степени аккумуляровался Шексинским водохранилищем.

Ко времени 1-й стандартной съемки, 15 мая, объем аккумулярованных вод составлял 14.3 км³. В речные плёсы поступали воды 2-й половины половодья, центральную часть водохранилища заполняли смешанные весенне-зимние воды. Благодаря значительной аккумуляции полых вод контрастность в распределении показателей водных масс, характерная для начала весеннего наполнения водохранилища, была в известной мере сглажена.

Различия в температуре по акватории водохранилища прослеживались до июля (см. таблицу). Средняя температура поверхности воды в мае, июле и октябре была выше средней этих месяцев за предыдущие 6 лет на 0.8°, в июне — ниже на 1.1°, а в августе и сентябре равнялась ей. Максимальные температуры поверхности воды наблюдались во 2-й половине июля и начале августа. Похолодание, наступившее во 2-й половине августа, послужило началом интенсивного охлаждения водоема. Со 2-й половины сентября состояние водной массы было близко к гомотермии.

В сезонной динамике общего количества ионов в Центральном плёсе и пограничных с ним речных участках наблюдались существенные различия. Кривые сезонного хода электропроводности воды в Моложском и Шексинском плёсах (см. рисунок) отличаются от приведенных Ф. И. Безлером (1963) кривых хода общего количества ионов тех же плёсов. Электропроводность волжских вод возрастает в мае очень медленно, что обусловлено зарегулированностью стока р. Волги Угличским водохранилищем. Увеличение электропроводности вод незарегулированной р. Мологи после весеннего разбавления в апреле—начале мая происходит быстрее. В шексинской части водохранилища (с. Мякса) после весеннего разбавления электропроводность возрастает

**Сезонные изменения некоторых характеристик вод
Рыбинского водохранилища в 1970 г.**

№ станций	15 V	27 V	15 VI	10 VII	25 VII	13 VIII	26 VIII	15 IX	8 X	23 X
-----------	------	------	-------	--------	--------	---------	---------	-------	-----	------

Температура, °C

1	12.2	11.5	16.3	19.7	21.4	20.6	17.2	13.6	8.3	5.8
2	10.3	10.9	16.4	19.5	20.2	20.3	16.4	13.2	8.1	5.6
10	12.5	12.4	16.0	18.8	20.9	21.1	15.7	—	7.2	5.2
11	12.0	12.0	15.8	19.6	21.4	20.2	14.4	—	6.9	5.2
12	8.4	11.0	15.8	19.2	20.0	20.7	14.8	—	7.1	5.2
13	11.6	11.0	16.4	19.5	19.8	20.6	13.8	—	7.2	5.2
5	7.3	9.7	14.1	19.0	20.8	20.7	16.6	12.6	7.9	6.1
6	5.2	9.6	13.9	17.7	19.1	20.9	16.8	13.6	8.2	5.5
7	7.2	10.0	14.3	18.9	21.0	20.6	16.8	13.2	7.5	5.2
9	8.0	10.9	14.4	18.7	20.2	20.7	16.2	13.6	7.9	5.2

Цветность, градусы

1	60	55	65	80	58	70	70	65	65	65
2	55	65	60	80	58	60	70	65	63	63
10	100	110	90	80	65	70	70	50	45	50
11	90	110	90	80	60	60	70	55	50	52
12	50	55	50	70	45	60	60	65	60	58
13	110	90	70	60	45	50	50	50	65	58
5	40	50	45	45	45	45	50	60	60	65
6	45	45	50	45	43	50	60	60	65	62
7	50	50	55	50	43	70	55	55	60	65
9	60	55	55	65	45	45	60	65	63	60

Прозрачность, см (по диску Секки)

1	100	100	90	100	120	150	90	110	190	130
2	90	90	90	100	—	130	90	110	185	110
10	130	100	130	140	120	150	100	—	220	250
11	120	110	140	150	140	180	90	—	180	180
12	140	140	80	100	155	150	100	—	170	150
13	90	100	90	100	90	120	80	—	80	90
5	160	140	150	160	165	180	160	100	180	100
6	200	150	150	190	175	190	150	140	150	130
7	180	130	100	140	170	150	110	140	170	90
9	170	130	100	170	175	190	90	140	160	120

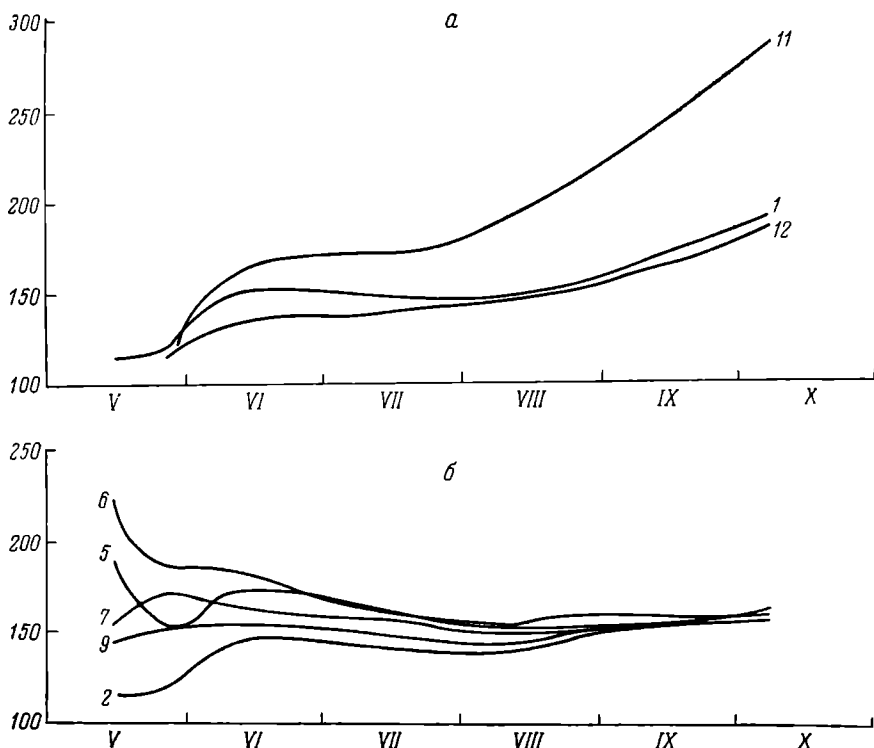
Окисляемость, мг О/л

1	14.8	14.0	16.0	15.0	15.6	14.4	12.1	13.4	14.2	13.0
2	13.7	14.3	15.4	14.7	16.6	13.4	13.8	13.1	13.8	13.4
10	19.1	19.5	17.9	17.3	15.0	14.4	11.8	12.1	10.0	7.7
11	17.8	19.8	18.2	17.0	17.6	14.1	11.8	10.2	8.7	8.6
12	10.8	13.7	14.4	13.8	13.4	14.7	15.3	12.4	11.3	12.8
13	21.3	16.2	14.4	12.5	14.7	11.8	9.9	10.8	11.0	12.5
5	10.8	11.4	11.5	11.5	12.2	14.1	13.6	12.8	12.9	14.4
6	13.3	12.4	11.8	12.2	10.2	13.1	13.7	11.8	13.8	14.7
7	11.2	12.4	13.8	12.8	8.3	14.4	13.5	12.8	12.9	14.1
9	13.7	12.7	13.8	14.4	13.4	13.8	13.4	11.5	12.6	13.8

Примечание. Местоположение станций: 1 — с. Коприно, 2 — затопленный г. Молога, 5 — к юго-западу от дер. Измайлово, 6 — дер. Средний Двор, 7 — центр водохранилища у затопленного с. Наволок, 9 — к северо-востоку от пос. Врейтово, 10 — дер. Борок-заповедный, 11 — г. Весьегонск, 12 — с. Мяска, 13 — устье р. Суды.

к осени и ход ее мало отличается от соответствующей кривой волжских вод.

В устье р. Суды вода резко отличалась от основной массы вод Шекснинского плёса по величине и ходу электропроводности. После весеннего разбавления в мае электропроводность резко



Изменение электропроводности воды по акватории Рыбинского водохранилища.

a — речные плёсы: ст. 1 — с. Коприно, ст. 11 — г. Весьегоонск, ст. 12 — с. Мякса; *б* — центральная часть водохранилища: ст. 2 — затопленный г. Молога, ст. 5 — к юго-западу от дер. Измайлово, ст. 6 — дер. Средний Двор, ст. 7 — с. Наволок, ст. 9 — к северо-востоку от пос. Брейтово. По оси ординат — электропроводность, мкм сим/см; по оси абсцисс — месяцы.

увеличивалась к середине августа, а в дальнейшем стабилизировалась и незначительно уменьшилась к осени.

Характер сезонного хода электропроводности в центральной части водохранилища в общих чертах совпадает с динамикой содержания растворенных солей в Главном плёсе, описанной Ф. И. Безлером (1963). Различия отмечались в абсолютных величинах и сроках возрастания общего количества ионов. Для вод центральной части (см. рисунок) максимальная концентрация

солей характерна для весеннего половодья, когда в центре водохранилища сохраняются зимние воды. Электропроводность вод северо-западной половины Главного плёса весной определялась распространением полых моложских вод, которые вследствие малого стока р. Шексны оказали определенное влияние на разбавление зимней водной массы этого участка. В районе деревень Измайлово и Средний Двор отмечалось запаздывание по сравнению со станциями сел Наволок и Брейтово разбавления зимних вод полыми. Сопоставимые величины электропроводности в центральной части водохранилища наблюдались приблизительно в конце августа и осенью, что в значительной мере связано с трансформацией водных масс, длительное время занимающих Главный плёс.

Наиболее высокой цветностью и перманганатной окисляемостью отличались воды рр. Мологи и Суды (см. таблицу). Волжские воды имели более низкие величины этих показателей, а в центральной части водохранилища они были еще ниже. Прозрачность, наоборот, в речных плёсах была более низкой (90—100 см), чем в центральной части (около 200 см).

В июле—августе цветность и окисляемость моложских вод уменьшились, а в Волжском и Шекснинском плёсах цветность, наоборот, увеличилась на 15—20 единиц. В Волжском плёсе это, вероятно, связано с ливневыми дождями в бассейне верхней Волги, в Шекснинском — с поступлением более цветных вод Шекснинского водохранилища, а также повышенной цветностью вод р. Суды и других мелких притоков, обусловленной дождями в бассейне.

Летом, как и весной, цветность вод речных плёсов оставалась более высокой, чем в центральной части водоема. Прозрачность, наоборот, была повышенной, порядка 180—190 см, в центральной части. В речных плёсах она колебалась около 100 см. К концу лета произошло незначительное увеличение окисляемости в центральной части водоема.

Осенью наиболее низкими величинами цветности и окисляемости, а высокими прозрачности характеризовались моложские воды. Цветность вод Волжского, Шекснинского плёсов и центральной части водохранилища была одного порядка и относительно высокой для этого сезона. Прозрачность вод центральной части оказалась ниже, чем в речных плёсах.

Таким образом, особенности сезонного хода рассмотренных характеристик в 1970 г. заключались в относительно высокой температуре поверхностного слоя воды в мае, июле и октябре, высокой цветности весной и ранним повышением электропроводности в речных плёсах и понижением ее в центральной части водоема, некоторым своеобразием в ходе окисляемости. Все это способствовало ранней активизации биологических процессов.

Безлер Ф. И. 1963. Сезонные изменения химических свойств воды Рыбинского водохранилища. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, 5 (8).

Институт кибернетики АН УССР

В. Л. С к л я р е н к о и Н. П. С м и р н о в

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТОДА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ ДЛЯ ЗАДАЧ КЛАССИФИКАЦИИ И РАЙОНИРОВАНИЯ

Вопросы классификации и районирования в гидрологии привлекают в настоящее время все большее внимание. Существующие методы классификации, опирающиеся на отдельные частные характеристики объектов или процессов, в значительной степени условны и формальны. В силу этого в последние годы делаются попытки объективизировать процесс классификации с помощью ЭВМ. В основе машинной классификации лежат некоторые методы и идеи статистики и кибернетики, например: разложение полей по главным компонентам, дискриминантный анализ, метод оптимального цикла, метод обучения машин распознаванию образов. Наибольшее распространение в гидрометеорологии пока получил первый метод (Багров, 1959).

Как известно, любая классификация предполагает возможность разделения некоторого множества объектов на подмножества (классы) так, чтобы объекты одного класса были сходны между собой и несходны с объектами других классов. При этом объекты, подлежащие машинной классификации, задаются точками в многомерном пространстве признаков, характеризующих состояние этих объектов.

Качество классификации в общем случае зависит от используемого метода и компактности классов. Естественно, что если в пространстве признаков нет сгущений точек, то никакими ухищрениями не удастся получить разбиения, удовлетворяющего критерию качества классификации.

Рассмотрим возможность применения метода главных компонент для задач классификации.

В самом общем виде метод главных компонент представляет собой частный случай линейного преобразования информации, когда на матрицу преобразования накладывается условие ортогональности. Базисной системой, предположительно отражающей основные свойства исследуемых объектов или процессов, в данном случае выступает система естественных ортогональных функций (е. о. ф.) (Вертлиб, 1969).

К основным свойствам любого гидрометеорологического процесса или объекта, заданных некоторым набором полей X , относятся устойчивость и изменчивость числовых значений этих полей. Эти свойства могут быть изучены на основе корреляционной структуры матрицы X , статистические свойства которой (в случае нормальности признаков) задаются ковариационной (корреляционной) матрицей $R = [r_{ij}]$.

Формально задача разложения по е. о. ф. сводится к определению собственных чисел и собственных векторов ковариационной матрицы R .

В результате разложения информация, содержащаяся в исходной матрице X , распределяется на линейно независимые естественные составляющие (главные компоненты), каждая из которых соответствует определенной устойчивой структуре, участвующей в формировании данного процесса или определяющей состояние объектов (Вертлиб, 1969). Этими составляющими являются собственные вектора матрицы R . Они отражают собой отдельные, непосредственно не наблюдаемые, элементарные процессы или свойства. Однако надо учитывать, что разложение по е. о. ф. не дает «чистых» вкладов каких-то определенных физических причин, а только производит разбиение по отдельным свойствам, в формировании которых может участвовать целый ряд не всегда известных нам физических причин. Изменчивость полученных элементарных процессов или свойств можно проследить по соответствующим коэффициентам разложения.

С точки зрения статистики лишнее ортогональное преобразование приводит к перераспределению дисперсий вдоль осей многомерного пространства признаков. В свою очередь структура гидрометеорологических процессов и состояний объектов такова, что в результате разложения дисперсия вдоль осей пространства решений распределяется резко неравномерно. В результате несколько первых естественных составляющих несут в себе основную часть информации, т. е. на их долю приходится большая часть общей дисперсии. Это позволяет существенно снизить размерность пространства решений по сравнению с размерностью исходных векторов-ситуаций или векторов-признаков. Другими словами, настоящий метод — своеобразный прием свертки или просеивания информации, в результате которого мы получаем независимые компоненты.

Классификация в данном случае осуществляется по форме естественных составляющих, которые предварительно картируются, или путем выделения сгущений точек в пространстве признаков, осями которого являются коэффициенты разложения. В зависимости от количества учитываемых главных компонент классификация может быть проведена с той или иной степенью детализации.

В качестве примера рассмотрим применение этого метода для районирования бассейна Волги по характеру многолетних колебаний весеннего стока. Для этой цели были отобраны данные по среднемайским расходам за 1935—1962 гг. на 10 створах. Система створов выбиралась с учетом наименьшего влияния на величину весеннего стока зарегулированности Волги. Поскольку величины расходов на выбранных створах различаются на порядок и более, разложение полей стока по главным компонентам выполнено с нормированием.

Ниже представлены данные по оценке разложения полей среднемайского стока рек бассейна Волги, где приведены собственные числа корреляционной матрицы, их значения в процентах от общей дисперсии исследуемых полей $\sum_{j=1}^{10} \lambda_j$ и точность представления полей суммой n членов разложения.

	$j=1$	$j=2$	$j=3$	$j=4$	$j=5$	$j=6$	$j=7$	$j=8$	$j=9$	$j=10$
λ_j	5.47	1.88	1.30	0.38	0.38	0.24	0.16	0.10	0.04	0.03
$\lambda_j / \sum_{j=1}^{10} \lambda_j$. . .	54.7	18.8	13.0	3.8	3.8	2.4	1.6	1.1	0.5	0.3
$\sum_{j=1}^n \lambda_j / \sum_{j=1}^{10} \lambda_j$. .	54.7	73.5	86.5	90.3	94.1	96.5	98.1	99.2	99.7	100

Из приведенных данных видно, что уже первые 3 главные компоненты составляют почти 90% дисперсии исходных полей. Это дает нам основание исключить из дальнейшего рассмотрения остальные составляющие, которые несут слишком мало информации об исследуемом процессе.

№ створа	Река—створ	X_1	X_2	X_3
1	Волга—Старица	0.310	—0.374	—0.259
2	Молога—Устюжна	0.354	—0.354	—0.159
3	Суда—Куракино	0.349	—0.371	—0.048
4	Унжа—Макарьев	0.375	—0.030	0.144
5	Ока—Горбатов	0.315	0.135	—0.436
6	Ветлуга—Ветлужский . . .	0.375	0.048	0.246
7	Сура—Кадышево	0.164	0.472	—0.453
8	Вятка—Вятские поляны . .	0.356	0.187	0.346
9	Кама—Гайны	0.277	0.268	0.509
10	Белая—Уфа	0.208	0.494	—0.218

Из приведенных значений 3 первых главных компонент следует, что первая составляющая однородна по всему бассейну и, следовательно, наиболее часто встречающаяся ситуация — одновременное уменьшение или увеличение стока в мае на всей исследуемой территории.

Таким образом, в целом бассейн Волги можно рассматривать как единую область, где изменения водности в весенний период большей частью синхронны.

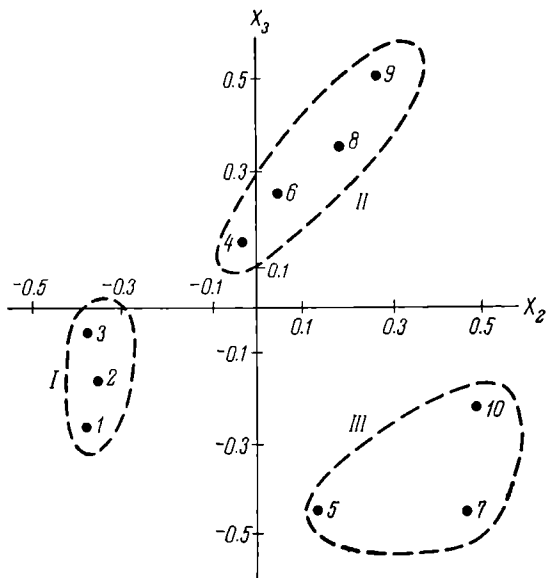


Рис. 1. Схема расположения створов в плоскости координат X_2, X_3 .

Римские цифры — номера выделенных районов, арабские — номера створов.

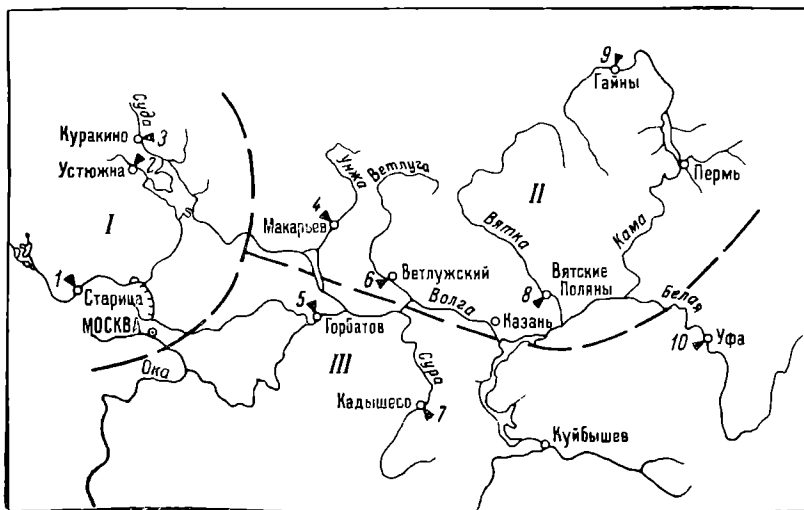


Рис. 2. Районирование бассейна Волги по характеру многолетних колебаний стока в мае.

Обозначения те же, что на рис. 1.

Учитывая только вторую и третью составляющие, которые в сумме описывают 32% от общей дисперсии, территорию бассейна можно разбить на районы, в пределах которых процесс стока имеет некоторые особенности.

Из приведенной схемы распределения створов в плоскости второй и третьей естественных составляющих видно, что точки в пространстве X_2 , X_3 распадаются на 3 отдельные группы (рис. 1). Это указывает на возможность разбиения исследуемой территории на 3 района, где характер колебаний майского стока может заметно отличаться друг от друга в отдельные годы. Из рис. 2 видно, что эти районы приурочены к северо-западу бассейна (створы 1—3), северо-востоку (створы 4, 6, 8 и 9) и югу (створы 5, 7 и 10).

Поскольку размеры и задачи настоящего сообщения не позволяют выполнить физико-географическое обоснование полученного районирования, будем считать его чисто иллюстративным.

В заключение заметим, что в общем случае мы не можем получить столь четкого разделения на классы, как на приведенной схеме (рис. 1). При этом главные компоненты могут служить исходными характеристиками для классификации методами обучения машины распознаванию образов, которые позволяют оценить качество полученной классификации с помощью соответствующих критериев оптимальности (Сонечкин, 1968).

ЛИТЕРАТУРА

- Багров Н. А. 1959. Аналитическое представление последовательности метеорологических полей посредством естественных ортогональных составляющих. Тр. Центр. инст. прогнозов, 74.
- Вертиб А. Б. 1969. О разложении числовых полей физических параметров. В кн.: Исследования по геомагнетизму, аэронауке и физике Солнца, 5. М.
- Сонечкин Д. М. 1968. Об объективной классификации метеорологических явлений и ситуаций с помощью ЭВМ. Метеорол. и гидрол., 5.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Н. А. Трифонова и Л. А. Калинина

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ОБЩЕГО АЗОТА В ВОДЕ

Использование изотермической дистилляции аммиака в чашках Конвея (Konwey a. Byrne, 1933) вместо классической отгонки по Кьельдалю значительно упростило определение общего азота в воде (Трифорова, 1968). Но неудобства при исполь-

зовании чашек Конвея в экспедиционных условиях, а также затруднения в их приобретении вызвали необходимость использовать другие способы отгонки.

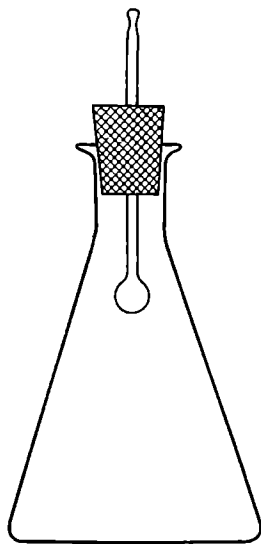
Мы остановились на конических колбах с диаметром дна 7 см и объемом около 100 мл, легкодоступных и обычно имеющих в лабораториях. В качестве поглотителя отгоняющегося аммиака использовали каплю серной кислоты, нанесенную на стеклянную лопаточку (Пашанова и др., 1966). Лопаточку вставляли в резиновую пробку, которой закрывали горло колбы (см. рисунок).

Определение общего азота проводили следующим образом.

В колбу Кьельдаля заливали 25 мл исследуемой воды и 3 мл H_2SO_4 , разбавленной в отношении 1 : 4. Содержимое колбы упаривали на плитке при слабом нагреве до объема около 0.6 мл, т. е. до полного удаления воды. Затем к пробе на кончике скальпеля добавляли селен, колбу закрывали пробкой-холодильником, и нагревание при 200—260° продолжали до полного сжигания пробы (не менее 30 мин. после полного осветления содержимого колбы). Затем колбу охлаждали, холодильник споласкивали и пробку небольшими порциями воды (общий объем 15—20 мл) переносили в коническую колбу. Пипеткой с опиленным кончиком в пробку вносили 10 мл 40%-й $NaOH$. На лопаточку путем погружения ее в 2 М раствор H_2SO_4 наносили каплю кислоты. При этом необходимо следить, чтобы капля не была очень большой и не упала в пробку в период отгонки аммиака. Колбу быстро закрывали пробкой с лопаточкой, содержимое перемешивали осторожными круговыми движениями и ставили на сутки в термостат при температуре 35°. Если высота слоя жидкости в колбе превышает 0.7—0.8 см или из-за отсутствия термостата пробы остаются при комнатной температуре, время экспозиции должно быть увеличено. Полноту отгонки проверяли по стандартным растворам соли аммония, обработку которых проводили аналогично обработке проб.

После экспозиции пробку с лопаточкой осторожно вынимали из колбы и кислоту с поглощенным аммиаком смывали безаммиачной водой в мерную колбу на 25 мл (при отсутствии мерных колб можно использовать другую стеклянную посуду с притертыми пробками, смывая кислоту с лопаточек точно отмеренным объемом безаммиачной воды). Объем доводили до метки и добавляли 1.5 мл реактива Несслера. Пробу перемешивали и через 30 мин. фотометрировали на фотоэлектроколориметре с синим светофильтром при длине волны 450 мкм.

Из полученной величины необходимо вычесть поправку на реактивы, которую определяли для каждой серии проб. Концентрацию азота в пробе определяли по калибровочной кривой, построенной по стандартным растворам NH_4Cl или $(NH_4)_2SO_4$. Пределы измерений — 2.5—50 мкг в пробе. При содержании азота в воде меньшем 0.1 и большем 2.0 мг/л, необходимо брать для сжигания соответственно больший или меньший объем пробы



Колба для изотермической дистилляции аммиака.

или изменить объем воды, используемый для смыва поглощенного аммиака и разведения его перед определением.

Серную кислоту, применяемую для сжигания, следует перегнать, чтобы она содержала минимальное количество соединений азота. Вся посуда, используемая для анализов (колбы, холодильники, пипетки и др.) должна споласкиваться безаммиачной водой непосредственно перед употреблением, чтобы избежать загрязнения проб соединениями азота, всегда присутствующими в виде тонкого налета NH_4Cl на стенках даже чистой сухой посуды.

Этим методом определяется суммарное содержание в воде органического и аммонийного азота. Для вычисления содержания общего азота к полученной величине необходимо прибавить содержание азота нитратов и нитритов, определенных отдельно.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- Пашанова А. П., Семенов А. Д., Немцева Л. И. и Болтенкова Н. Н. 1966. Использование диффузионного метода при определении органического азота в природных водах. Гидрохим. матер., 41, Л.
- Трифорова Н. А. 1968. Использование диффузионно-изотермической дистилляции аммиака для определения органического азота в природных водах. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 18 (21).
- Kopwey E. and Byrne. 1933. An absorption apparatus for the microdetermination of certain volatile substances. 1. The microdetermination of ammonia. J. Biochem., 25, 1.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В. И. К и я ш к о

К МЕТОДИКЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭРИТРОЦИТАРНЫХ АНТИГЕНОВ ЛЕЩА (*ABRAMIS BRAMA* L.) С ПОМОЩЬЮ ГЕТЕРОГЕМАГГЛЮТИНИНОВ

Эритроцитарные антигены рыб благодаря их относительной устойчивости в течение онтогенетического развития особи — важный диагностический показатель при определении серологического критерия вида, а изучение частоты встречаемости эритроцитарных антигенов рыб внутри вида оказалось весьма важным при оценке степени изолированности и смешиваемости внутривидовых группировок рыб в периоды размножения, нагула, зимовки (Талиев, 1941; Sindermann, Mairs, 1959; Sanders, Wright, 1961; Cushing, 1964; Алтухов и др., 1968; Алтухов, 1969).

Настоящая работа посвящена исследованию внутривидовой разнокачественности эритроцитарных антигенов леща Рыбин-

ского водохранилища с помощью гетерогемагглютининов. Выбор данного вида обусловлен тем, что он, являясь одним из массовых и ценных промысловых рыб, по данным А. Г. Поддубного (1966), не представляет в водохранилище единого целого, а подразделяется на изолированные популяции.

Прежде чем приступить к анализу антигенной структуры эритроцитов леща на уровне популяции, необходимо изучить индивидуальную разнокачественность эритроцитарных антигенов между особями данного вида, так как литературных сведений по этому вопросу явно недостаточно. Известна лишь одна работа И. А. Балахнина (1962). В ней автор на 32 особях с помощью гемагглютинирующих сывороток человека системы АВО показал, что эритроциты леща по их серологическим свойствам подразделяются на 4 группы. Однако, чтобы иметь более достоверные данные о структуре эритроцитарных антигенов в пределах вида, следует подвергать анализу большее число особей и с гораздо более широким набором гемагглютинирующих реагентов, чем в опытах И. А. Балахнина. Поэтому первым этапом наших исследований был подбор возможных гемагглютининов, отработка методики постановки опытов гемагглютинации и выявление серологической гетерогенности эритроцитов леща на достаточно большом материале.

Для выявления внутривидовых индивидуальных различий леща по эритроцитарным антигенам использовались 3 группы гемагглютинирующих реагентов растительного и животного происхождения.

1. Фитогемагглютинины или лектины (вытяжки из семян бобовых растений — люпин однолетний, люпин многолетний, горошек декоративный, фасоль декоративная).

2. Нормальные сыворотки животных (свиньи и крупного рогатого скота).

3. Нормальные сыворотки человека системы АВО (1—4-й групп).

С целью определения оптимальной агглютинационной способности реагирующих компонентов в реакции гемагглютинации

Материал для серологического анализа собирали в мае—сентябре 1970 г. и в мае 1971 г. Кровь получали только от живых рыб из хвостовой артерии. Для этого хвостовую часть тела очищали от чешуи и слизи, затем на уровне задней границы брюшного плавника отсекали ее и 2 капли крови от каждой рыбы помещали в 2 мл раствора антикоагулянта (в 100 кубиках раствора 1 г лимоннокислого натрия и 0.65 г хлористого натрия). Реакцию гемагглютинации ставили во влажных камерах по методике, описанной Ю. П. Алтуховым с соавторами (1964). Учет реакции проводили под малым увеличением микроскопа через 30—40 мин. после постановки опыта. Проанализированы эритроциты от 1378 рыб, в том числе от 980 особей в 1970 г. и от 398 — в 1971 г.

все эти реагенты испытывались при различных разведениях — 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 и т. д. Для дальнейшей работы выбирали то разведение, при котором гемагглютинины наиболее интенсивно склеивали эритроциты рыб. Опыты показали, что оптимальным

разведением для сыворотки человека и животных в нашем случае является разведение 1:2, а для фитогемагглютининов 1:1.

Результаты опытов показали, что гетерогемагглютинины растительного и животного происхождения не обнаруживают разнокачественности по антигенам эритроцитов у леща Рыбинского водохранилища. Характер реакции гемагглютинации эритроцитов лещей с этими сыворотками и лектинами одинаков у всех проанализированных особей — сыворотки крупного рогатого скота и вытяжки из семян люпина однолетнего, люпина многолетнего и горошка декоративного не склеивают их эритроциты. Индивидуальные различия в антигенной структуре эритроцитов лещей и условные обозначения найденных антигенов приведены ниже.

Нормальная сыворотка человека	Эритроциты											Антиген
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1-я группа	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	A ₁
2-я »	++	+	++	+	—	—	++	+	++	+	—	A ₂
3-я »	+	++	—	—	+	++	+	++	—	—	—	A ₃
	A ₁ A ₂ A ₃		A ₁ A ₂		A ₁ A ₃		A ₂ A ₃		A ₂		A—O	

Примечание: + — 75% агглютинации, ++ — 100% агглютинации.

Индивидуальную изменчивость особей по серологическим свойствам эритроцитов удалось выявить с помощью нормальных сывороток человека АВО системы 1—3-й групп. Сыворотка человека 4-й группы давала четкую положительную реакцию со всеми эритроцитами, в связи с чем она не использовалась при массовом анализе.

Эритроциты леща по их способности вступать в реакцию гемагглютинации с нормальными сыворотками человека АВО системы объединяются в 6 разнокачественных групп.

Наибольший процент в уловах леща Рыбинского водохранилища составляют особи, эритроциты которых склеиваются сыворотками человека 1—3-й групп. Это лещи с эритроцитарными антигенами A₁A₂A₃. Кроме того, в уловах встречались лещи, у которых эритроциты склеивались только двумя из трех групп сывороток — 1-й и 2-й, 2-й и 3-й, 1-й и 3-й. Эритроциты таких лещей условно обозначены нами соответственно как A₁A₂, A₂A₃, A₁A₃. У части лещей эритроциты склеивались только сывороткой человека 2-й группы. Это лещи с эритроцитарным антигеном A₂. И совсем небольшой процент в уловах составляли лещи А-О, т. е. эритроциты этих особей не вступают в реак-

цию агглютинации ни с одной из трех нормальных сывороток человека. Частота встречаемости эритроцитарных антигенов в популяции леща Рыбинского водохранилища приведена ниже.

	A ₁ A ₂ A ₃	A ₂ A ₃	A ₃	A ₁ A ₂	A ₁ A ₃	A—O	Σn, %
%	42.9	25.2	23.3	5.3	1.2	2.1	100
n	402	236	218	50	11	20	937

Следует отметить, что постановка реакции агглютинации с сыворотками 2 серий в опытах 1970 г. дала сходные результаты. В мае 1971 г. мы для работы взяли 3-й комплект сывороток человека системы АВО и получили результаты, несколько отличные от таковых в 1970 г. С помощью сывороток этой серии в уловах не выявлялись лещи с эритроцитарным антигеном А₂, но появилась новая группа лещей — А₃, т. е. эритроциты этих лещей склеиваются только сывороткой человека 3-й группы. Кроме этого, интенсивность склеивания эритроцитов сыворотками 1—3-й групп не одинакова от серии к серии.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что эритроциты леща неоднородны по своей антигенной структуре, что обнаруживается с помощью нормальных сывороток человека системы АВО. Однако при использовании изосывороток человека АВО-системы следует использовать один и тот же комплект сывороток человека, учитывая при этом агглютинационные способности гемагглютининов.

ЛИТЕРАТУРА

- А л т у х о в Ю. П., А п е к и н В. С. и Л и м а н с к и й В. В. 1964. Основные принципы исследования внутри- и межвидовой дифференцировки у рыб серологическими методами. Тр. Азово-Черноморск. научн. исслед. инст. рыб. хоз. и океаногр., 22.
- А л т у х о в Ю. П., Т р у в е л л е р К. А., З е н к и н В. С. и Г л а д к о в Н. С. 1968. А-система группы крови атлантической сельди (*Clupea harengus* L.). Журн. «Генетика», 4, 2.
- А л т у х о в Ю. П. 1969. Об иммунологическом подходе к проблеме внутривидовой дифференциации у рыб. Журн. «Успехи совр. генетики», 2.
- Б а л а х н и н И. А. 1962. Внутрисвидові відміни еритроцитів в крові ляща. Доповіді АН УССР, 6.
- П о д д у б и й А. Г. 1966. О степени устойчивости ареала локальных стад рыб. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 13 (16).
- Т а л и е в Д. Н. 1941. Серологический анализ рас байкальского омуля *Coregonus autumnalis migratorius* (Georgi). Тр. Зоол. инст., 6, 4.
- C u s h i n g I. C. 1964. The blood groups of marine animals. Advances in Marine Biol., 2, 85.
- S a n d e r s I. and W r i g h t I. E. 1961. Inheritance of major blood group system in rainbow trout. Genetics, 46, 8.
- S i n d e r m a n n C. I. and M a i r s D. A. 1959. A major blood group system in Atlantic sea herring. Copeia, 3.

К МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ЛЕТУЧИХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В ИЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ

В немногочисленных работах по определению содержания органических кислот выделение их производилось перегонкой с водяным паром (Сперанская, 1935). В своей работе мы использовали тот же способ. Для количественного определения

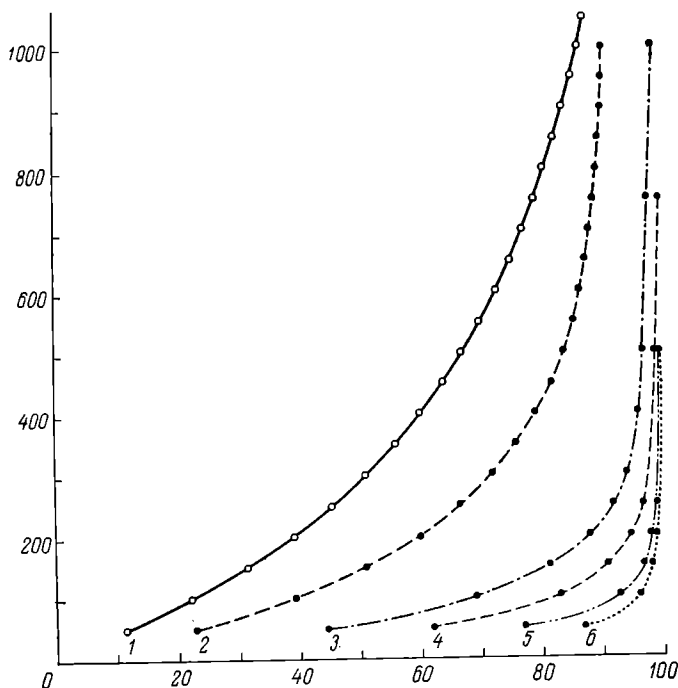


Рис. 1. Кривые перегонки летучих жирных кислот.

1 — муравьиная кислота; 2 — уксусная кислота; 3 — пропионовая кислота; 4 — масляная кислота; 5 — валериановая кислота; 6 — капроновая кислота. По оси ординат — объем дистиллята, мл; по оси абсцисс — отношение количества щелочи, израсходованной на титрование 1-й, 1-й+2-й, 1-й+2-й+3-й и так далее фракций, к общему количеству щелочи, пошедшему на титрование 10 мл 0.1 н. раствора кислоты, %.

содержания летучих жирных кислот необходимо было установить полноту отгона кислот и оптимальный объем дистиллята, так как в литературе нет конкретных сведений по этому вопросу.

Из смеси слабых растворов каждая кислота перегоняется по свойственным только ей одной законам. Поэтому мы произ-

вели отгонку с паром каждой определяемой кислоты из разбавленных растворов с титрованием дистиллята по фракциям.

В колбу для перегонки вливали 10 мл 0.1 н. раствора кислоты, 85 мл дистиллированной воды и 5 мл крепкой серной кислоты (летучие жирные кислоты отгоняются при pH 1—2). Объем перегоняемой жидкости поддерживали постоянным в течение всего времени отгонки. Дистиллят отбирали по фракциям: сначала по 50 мл, а затем по мере уменьшения количества кислоты в отгоне по 100 и 250 мл. После продувки воздухом, лишенным CO_2 , каждую фракцию оттитровывали 0.1 н. раствором NaOH по фенолфталеину. По результатам титрования построены кривые перегонки (рис. 1).

Максимальное количество (более 90%) валериановой и капроновой кислот отгоняется в первых 100 мл дистиллята, намного медленнее отгоняются муравьиная и уксусная кислоты. И если для практически полного (99%) выделения пропионовой, масляной, валериановой и капроновой кислот достаточно получить 500 мл дистиллята, то для возможно большего выхода муравьиной (88%) и уксусной кислот (91%) объем отгона должен быть увеличен до 1 л. Дальнейшее увеличение количества дистиллята нецелесообразно (рис. 2).

Хотя результаты титрования зависят в некоторой степени от времени перегонки каждой фракции, кривые перегонки, полученные в параллельных опытах, отличаются незначительно (рис. 3).

Чтобы проверить полноту отгона кислот из иловых отложений ввиду возможности адсорбции их на органо-минеральных частицах ила, были проведены специальные опыты. Проба ила разделялась на 2 части по 50 г. Из одной части отгонялись содержащиеся в ней кислоты с титрованием дистиллята по фракциям, к другой добавлялось 10 мл 0.1 н. раствора пропионовой кислоты, ил перемешивался, и перегонка производилась через сутки (проба хранилась в холодильнике). Кривые перегонки (рис. 4) свидетельствуют о том, что кислота отгоняется из ила полностью. Кривая 1 получена искусственно суммированием данных по титрованию

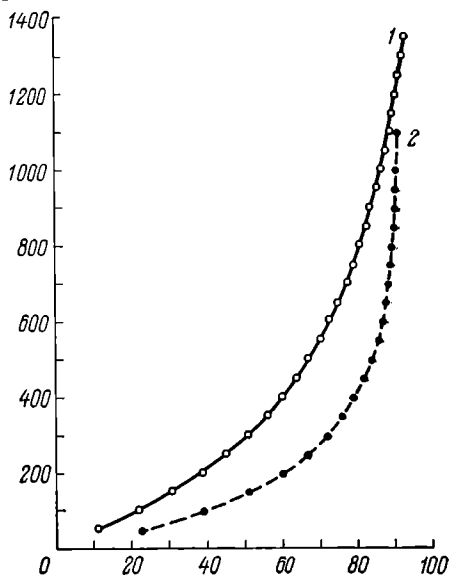


Рис. 2. Кривые перегонки.

1 — муравьиной кислоты, 2 — уксусной кислоты. Обозначения те же, что на рис. 1.

отгона из ила и из раствора кислоты (10 мл 0.1 н. раствора), кривая 2 — результаты титрования отгона из ила, смешанного с кислотой.

Таким образом, нами установлено, что при перегонке с водяным паром летучих жирных кислот из илов оптимальным объемом

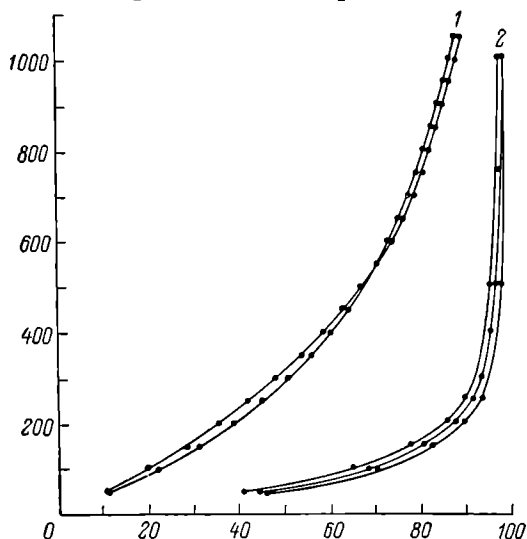


Рис. 3. Кривые перегонки в параллельных опытах.

1 — муравьиной кислоты, 2 — пропионовой кислоты.

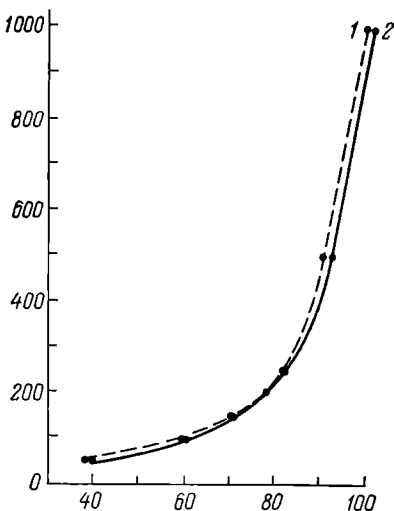


Рис. 4. Кривые перегонки летучих жирных кислот из ила, смешанного с пропионовой кислотой.

1 — должно быть по расчету, 2 — получено. Обозначения те же, что на рис. 1.

дистиллята можно считать 1 л (50 г ила, общий объем перегоняемой жидкости 100 мл, время перегонки 4—6 час.). С этим объемом отгоняется около 88% муравьиной и 91% уксусной кислоты. Практически нацело (99%) отгоняются пропионовая, масляная, валериановая и капроновая кислоты в первых 500 мл дистиллята.

ЛИТЕРАТУРА

С пер а н с к а я Т. А. 1935. Данные по изучению органического вещества озерных иловых отложений. Тр. Лимнол. ст. в Косине, 20.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

**Перечень
изданий Института биологии внутренних вод АН СССР,
имеющихся в обменном фонде библиотеки**

Б ю л л е т е н ь Института биологии водохранилищ АН СССР:

вып. 1, 1958, 30 коп.	вып. 5, 1959, 28 коп.	вып. 10, 1961, 33 коп.
вып. 2, 1958, 30 коп.	вып. 6, 1960, 29 коп.	вып. 11, 1961, 38 коп.
вып. 3, 1959, 30 коп.	вып. 7, 1960, 35 коп.	вып. 12, 1962, 39 коп.
вып. 4, 1959, 16 коп.	вып. 8—9, 1960, 53 коп.	вып. 13, 1962, 41 коп.

И н ф о р м а ц и о н н ы й бюллетень Института биологии внутренних вод АН СССР:

вып. 1, 1967, 28 коп.	вып. 5, 1970, 38 коп.	вып. 9, 1971, 29 коп.
вып. 2, 1968, 37 коп.	вып. 6, 1970, 34 коп.	вып. 10, 1971, 34 коп.
вып. 3, 1969, 33 коп.	вып. 7, 1970, 32 коп.	вып. 11, 1971, 27 коп.
вып. 4, 1969, 37 коп.	вып. 8, 1970, 36 коп.	вып. 12, 1971, 31 коп.

Т р у д ы VI совещания по проблемам биологии внутренних вод, 1959, 2 р. 50 к.

М а т е р и а л ы по биологии и гидрологии волжских водохранилищ, 1963, 85 коп.

Ф и з и о л о г и я водных организмов и их роль в круговороте органических веществ. (Труды Института биологии внутренних вод, вып. 19/22). 1969, 1 р. 15 к.

А б и о т и ч е с к и е факторы биологического круговорота в водоемах. (Труды Института биологии внутренних вод, вып. 20/23). 1971, 1 р. 47 к.

Б и о л о г и я и продуктивность пресноводных организмов. (Труды Института биологии внутренних вод, вып. 21/24). 1971, 2 р. 95 к.

Б и о л о г и я и физиология пресноводных организмов. (Труды Института биологии внутренних вод, вып. 22/25). 1971, 1 р. 98 к.

Р ы б о п р о м ы с л о в ы й атлас Рыбинского водохранилища. 1963, 1 р. 72 к.

Н. В. Б у т о р и н. Вековые изменения среднего уровня Атлантического океана и их связь с циркуляцией атмосферы. 1960, 1 р. 97 к.

Н. В. Б у т о р и н. Гидрологические процессы в водохранилищах волжского каскада. 1969, 3 р. 11 к.

О з е р а Ярославской области и перспективы их хозяйственного использования. 1970, 1 р. 80 к.

С. И. К у з н е ц о в. Микрофлора озер и ее геохимическая деятельность. 1970, 4 р. 16 к.

М а т е р и а л ы к совещанию по прогнозированию содержания биогенных элементов и органического вещества в водохранилищах. 1969, 1 р. 00 к.

С и м п о з и у м по влиянию подогретых вод тепловых электростанций на гидрологию и биологию водоемов. 1971, 40 коп.

А. Г. П о д д у б н ы й. Экологическая топография популяций рыб в водохранилищах. 1971, 3 р. 09 к.

М а т е р и а л ы первой конференции по изучению водоемов бассейна Волги. 1971, 2 р. 84 к.

Эти издания можно получить наложенным платежом. Заказы направляйте по адресу: 152742, Ярославская обл., Некоузский район, п/о Борок, Институт биологии внутренних вод АН СССР.

ИНФОРМАЦИИ

	Стр.
Всесоюзный научно-исследовательский институт по охране вод (ВНИИВО) (И. Д. Пичахи)	3

СООБЩЕНИЯ

В. И. Романенко. Размножение бактерий на природной воде	5
Л. И. Толоконинова. Сезонные изменения численности бактериопланктона в Азовском море в 1969—1970 гг.	8
В. Г. Девяткин. О влиянии загрязнений на развитие фитопланктона в зоне воздействия подогретых вод Конаковской ГРЭС	11
В. А. Елизарова. Влияние подогрева на состояние фотосинтетических пигментов фитопланктона в сбросных водах Конаковской ГРЭС	13
И. Л. Пырина и Е. И. Наумова. Интенсивность фотосинтеза фитопланктона в сбросных водах Конаковской ГРЭС	18
М. И. Ярушина. Фитопланктон прудов Чесменского рыбхоза. II	22
В. А. Экзерцев. О растительности Волгоградского водохранилища	25
В. И. Митропольский. Донная фауна Рыбинского водохранилища (по материалам 1970 г.)	29
Л. Г. Буторина. Изменение интенсивности питания и пищевых потребностей в процессе развития <i>Polyphemus pediculus</i> (L.)	33
З. Н. Чиркова. Наблюдения по выживанию кладоцер рода <i>Ilyocryptus</i> (Macrothricidae) во влажных грунтах	37
Б. А. Вайнштейн. Личинка <i>Oxus ovalis</i> (Müller, 1776) (Lebertiidae, Acariformes)	39
П. В. Тузовский. Самка <i>Arrhenurus absurdus</i> Wainstein et Tuzovskiy (Acariformes, Arrhenuridae)	42
Э. И. Извекова. Поведение и характер питания личинок <i>Procladius ferrugineus</i> Kieff. (Diptera, Chironomidae)	44
А. И. Шилова. Новые и малоизвестные Chironomidae (Diptera) фауны СССР. II	48
В. В. Кузьмина. Влияние инсулина на обмен веществ рыб на фоне глюкозной нагрузки	50
Н. Н. Ружинская и Г. И. Флерова. Реакции нейронов обонятельной луковицы на адекватные и электрические раздражения у щуки (<i>Esox lucius</i> L.)	52
В. Ф. Рощупко. Особенности сезонного хода некоторых характеристик вод Рыбинского водохранилища при форсированном уровне	56
В. Л. Скляренок и Н. П. Смирнов. Об использовании метода главных компонент для задач классификации и районирования	60
Н. А. Трифонова и Л. А. Калипина. Об определении общего азота в воде	64
В. И. Кияшко. К методике исследования эритроцитарных антигенов леща (<i>Abramis brama</i> L.) с помощью гетерогемагглютининов	66
С. В. Монова. К методике определения содержания летучих жирных кислот в иловых отложениях	70
Приложение Перечень изданий Института биологии внутренних вод АН СССР, имеющихся в обменном фонде библиотеки	73

CONTENTS

INFORMATIONS

All-Union Research Institute for Protection of Waters (VNIIVO) (I. D. Pichakhchi)	Page 3
--	-----------

ARTICLES

V. I. Romanenko. Reproduction of bacteria in natural water	5
L. I. Tolokonnikova. Seasonal changes in bacterioplankton number in the Azov Sea in 1969—1970	8
V. G. Devyatkin. The influence of pollution on the development of phytoplankton in the area affected by heated waters of the Konakovskaya thermal power station	11
V. A. Elizarova. The influence of heating on the conditions of photosynthetic pigments of phytoplankton in heated effluents of the Konakovskaya thermal power station	13
I. L. Pyrina and E. I. Naumova. The intensity of photosynthes- is of phytoplankton in heated effluents of the Konakovskaya thermal power station	18
M. I. Yarushina. The phytoplankton of ponds of the Chesmenski fishery	22
V. A. Ekzertsev. The vegetation of the Volgogradskoe reservoir	25
V. I. Mitropolsky. The bottom fauna of the Rybinskoe reservoir (materials of 1970)	29
L. G. Butorina. Changes in the intensity of feeding and in food requirements during the development of <i>Polyphemus pediculus</i> (L.)	33
Z. N. Chirkova. Observations on the survival of cladocerans of the genus <i>Ilyocryptus</i> (<i>Macrothricidae</i>) in moist grounds	37
B. A. Wainstein. The larva of <i>Oxus ovalis</i> (Müller, 1776) (<i>Lebertii- dae, Acariformes</i>)	39
P. V. Tuzovskiy. Female of <i>Arrhenurus absurdus</i> Wainstein et Tu- zovsky (<i>Acariformes, Arrhenuridae</i>)	42
E. I. Izvekova. Behaviour and feeding habits of the larvae <i>Proclad- ius ferrugineus</i> Kieff. (<i>Diptera, Chironomidae</i>)	44
A. I. Shilova. New and littleknown <i>Chironomidae</i> (<i>Diptera</i>) of the USSR fauna. II	48
V. V. Kuzmina. The influence of insulin on fish metabolism under the conditions of glucose load	50
N. N. Ruzhinskaya and G. I. Flerova. The reaction of neu- rons of olfactory bulb to adequate and electric stimuli in pike (<i>Esox lucius</i> L.)	52
V. F. Roshchupko. The peculiarities of seasonal dynamics of some characteristics of the waters of the Rybinskoe reservoir under the conditions of above-normal water level	56
L. V. Sklyarenko and N. P. Smirnov. On the application of the method of main components for the problems of classification and division into districts	60
N. A. Trifonova and L. A. Kalinina. Determination of total phosphorus in water	64
V. I. Kiyashko. On the methods of investigation of erythrocyte antigens in bream (<i>Abramis brama</i> L.) by means of heterohaemag- glutinines	66
S. V. Monakova. On the methods of determination of volatile fatty acid contents in muddy deposits	70
Supplement The list of publications of the of Institute Inland Water Biology, available for exchange	73
	75

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

Информационный бюллетень № 17

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

Редактор издательства Л. М. Маковская
Технический редактор В. В. Шиханова
Корректор Е. В. Шестакова

Сдано в набор 30, XI 1972 г. Подписано к печати
18/V 1973 г. Формат бумаги 60×90¹/₁₆. Бу-
мага № 2. Печ. л. 4 75=4³/₄ усл. печ. л. Уч.-изд.
л. 5 01. Изд. № 5261. Тип. зак. № 1498. М-35085.
Тираж 1100. Цена 35 коп.

Ленинградское отделение издательства «Наука»
199164, Ленинград, Менделеевская линия, д. 1
1-я тип. издательства «Наука», 199034, Ленинград,
9 линия, д. 12